



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTIMACIONES DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS
HOGARES RURALES EN MÉXICO CON BASE EN LA ENIGH
2008**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I A

P R E S E N T A:

MARICELA JUÁREZ MONROY



**TUTORA
DRA. LANDY LIZBETH SÁNCHEZ PEÑA
2011**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno

Maricela
Juárez
Monroy
55 22 48 89
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
090219474

2. Datos del tutor

Dra.
Landy Lizbeth
Sánchez
Peña

3. Datos del sinodal 1

M. en D.
Alejandro
Mina
Valdés

4. Datos del sinodal 2

Dra.
María Edith
Pacheco
Gómez Muñoz

5. Datos del sinodal 3

M. en P.
Laura Elena
Gloria
Hernández

6. Datos del sinodal 4

Mat.
Margarita Elvira
Chávez
Cano

7. Datos del trabajo escrito

Estimaciones del consumo energético
de los hogares rurales en México con
base en la ENIGH 2008
70 p
2011

Agradecimientos

A la facultad de Ciencias y a la máxima casa de estudios: la UNAM por haberme abierto sus puertas desde el bachillerato para mi formación académica. A todos mis profesores que contribuyeron a mi formación profesional.

Mi más profundo agradecimiento a la Doctora Landy Lizbeth Sánchez Peña, por haberme dado la oportunidad de pertenecer al proyecto “Desigualdad y determinantes sociodemográficos del consumo energético de los hogares urbanos en México”, le agradezco el trato recibido, su apoyo, su comprensión, su paciencia y todo el conocimiento que me ha transmitido para poder realizar este trabajo.

A El Colegio de México, por brindarme su apoyo para la culminación de este trabajo.

A la Dra. María Edith Pacheco y a M en P Laura Elena Gloria Hernández por el gran apoyo que me brindaron y por haber revisado mi trabajo.

Al M. en D. Alejandro Mina por la atención que le puso a mi trabajo

A la Mat. Margarita Elvira Chávez Cano por haber revisado mi trabajo.

A mis padres, Graciela y Misael, gracias por su presencia, por su amor sin ningún interés, por su apoyo en los momentos más difíciles cuando más los necesité pero sobre todo por creer en mí.

A mis hermanos Mónica y Hugo por crecer a mi lado, por el apoyo que me brindaron, empujándome para que alcanzara mis metas.

A todos mis amigos, en especial a Norma Peralta, y Rossana Hernández por su amistad incondicional y por sus palabras de aliento, a Vero y Roberto por su valiosa ayuda.

Y finalmente a Mariano, a quien dedico la tesis, agradezco su comprensión y paciencia mostrada en todo este tiempo. Él es mi mejor amigo, mi confidente, mi esposo, él sabe lo gratificante que ha sido para mí llevar a cabo este proyecto, muchas de las horas aquí invertidas se las he robado a él y a pesar de todo siempre me ha dado el apoyo y cariño incondicionales.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Índice

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.....	7
1.1 TRANSICIÓN ENERGÉTICA: CAMBIOS EN EL TIPO Y VOLUMEN DE COMBUSTIBLES EN HOGARES RURALES.....	7
1.2 CAMBIOS DE LAS DINÁMICAS DE LA POBLACIÓN Y HOGARES RURALES EN MÉXICO	10
CAPÍTULO 2. CAMBIOS EN LOS HOGARES RURALES Y SU CONSUMO ENERGÉTICO....	15
2.1 TENDENCIAS DE POBLACIÓN	16
2.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN MÉXICO	20
CAPÍTULO 3. FUENTES DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA	29
3.1 ESPECIFICANDO LA ENCUESTA.....	29
3.2 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA NACIONAL DE INGRESO Y DE GASTO EN HOGARES 2008	31
3.2.1 ESTRUCTURA DE LOS HOGARES RURALES	31
3.2.2 CONSUMO DE ENERGÍA.....	36
3.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	41
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS PARA EL MODELO	44
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO.....	49
4.1 RESULTADO DEL MODELO DE REGRESIÓN QUE CONSIDERA SÓLO LOS DATOS COMPLETOS DISPONIBLES.....	49
4.2 IMPUTACIÓN DE DATOS FALTANTES	53
4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS MECANISMOS DE NO-RESPUESTA	53
4.3 VARIABLES UTILIZADAS PARA LA APLICACIÓN DEL ALGORITMO EM.....	56
4.4 RESULTADOS DEL MODELO DESPUÉS DE IMPUTAR DATOS	57
CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	65

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Índice de Gráficas

Gráfica 2.1 Evolución de la población rural 1950-2005	16
Gráfica 2.2 Porcentaje de incrementos hogares	20
Gráfica 2.3 Consumo de energía residencial por combustible	21
Gráfica 3.1 Porcentaje Tipo de Hogares	33
Gráfica 3.2 Edad Promedio del Jefe de Hogar	35
Gráfica 3.3 Consumo de Energía en Hogares Rurales	37
Gráfica 3.4 Consumo de Energía por tipo de Hogar	38
Gráfica 3.5 Proporción de electrodomésticos en los hogares rurales	39
Gráfica 4.1 Distribución de las variables antes y después de la imputación.....	58

Índice de Tablas

Cuadro 2.1 Indicadores demográficos de la población rural y urbana, 1990-2000	18
Cuadro 2.2 Número de hogares rurales vs urbanos (en porcentajes)	19
Cuadro 2.3 Proporción del consumo de energía residencial respecto al consumo energético total por combustible.....	21
Cuadro 2.4 Estimaciones de consumo de leña en México	23
Cuadro 2.5 Población y viviendas usuarias de leña	25
Cuadro 2.6 Distribución porcentual de los usuarios de leña por sector.....	27
Cuadro 3.1 Tipo de hogar por sector	33
Cuadro 3.2 Porcentaje por Sexo de Jefe de Hogar	34
Cuadro 3.3 Presencia de niños en el hogar.....	36
Cuadro 3.4 Promedio de consumo de energía y Promedio de consumo de energía per cápita por tipo de hogar	40
Cuadro 3.5 Promedio de consumo de energía y Promedio de consumo de energía per cápita por # de integrantes del hogar.....	41
Cuadro 4.1 Resultados del VIF	50
Cuadro 4.2 Modelo de regresión lineal datos completos.....	51
Cuadro 4.3 Modelo de regresión lineal datos imputados	59

Introducción

En el contexto del cambio climático hay una creciente preocupación a nivel mundial por analizar el consumo de energía y sus determinantes. Estos estudios han progresado desde el análisis de la demanda energética per cápita, es decir estudios a nivel agregado, Sheinbaum et al., (1995); hasta darle una gradual importancia a las características socio-demográficas de los hogares que pudieran influir en el consumo de energía (Pachauri 2004, Jiang y O'Neill 2004). Este interés se debe, por un lado, a las tendencias crecientes en el consumo energético a nivel mundial, sobre todo en países de economía media como México (Pachauri, S. D. 2004) y por otro lado, a que los estudios muestran que las características de los hogares son centrales para explicar los niveles de consumo de energía y estas características están cambiando en las últimas décadas. En el caso de México, los hogares rurales tienen patrones de consumo cada vez más parecidos a las zonas urbanas, por lo que cabe preguntarse qué papel juegan sus características socio-demográficas en explicar su actual consumo energético.

Mundialmente las poblaciones rurales han decrecido, mientras las urbanas han ido en aumento. Hace algunas décadas más de la mitad de la población mundial vivía en zonas rurales (Bloom y Khanna 2007). Se estima que desde finales del 2008, por primera vez en la historia de la humanidad, más del 50% de la población habita en zonas urbanas (F&D 2007, FMI). En México este fenómeno se ha dado a lo largo del tiempo, pero para el año 2005 la población total rural estimada fue de poco más de 24.2 millones, lo que

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

representa el 23.5 por ciento de la población total, el censo del 2010 arrojó que esta población tenía una participación del 23.2 por ciento de un total de 112 336 538 habitantes. En contraste, en 1950 la población rural representaba más de la mitad de la población, con el 57.4 por ciento del total.

Aún con una población rural decreciente proporcionalmente y en números absolutos, el consumo energético de los hogares rurales ha estado creciendo en México y se ha modificado el tipo de combustibles que demandan. Los habitantes de zonas rurales tradicionalmente dependían de combustibles que incluían diferentes formas de biomasa especialmente leña para cocinar. Estas prácticas aparte de atraer consecuencias para la salud también traen consecuencias para el medio ambiente por la deforestación y la erosión del suelo (Jiang L. y O'Neill B., 2004). Por ejemplo, el uso de leña tiene consecuencias en el medio ambiente principalmente por la emisión de gases contaminantes, así como enfermedades en las vías respiratorias de los usuarios (Cruz H. y Meyer, 2006).

Estudios recientes indican que los procesos de desarrollo económico, cambian los patrones de consumo energético en los hogares, incrementando el uso de combustibles modernos sustituyendo la biomasa, en un proceso que ha sido llamado “transición energética”. La mayoría de los estudios realizados sugieren la “transición energética” y un aumento en la urbanización incrementa el uso de energía per cápita. (Jiang L. y O'Neill B., 2004). En México, los estudios sugieren que los hogares rurales han aumentado su consumo de gas LP, mientras que ha disminuido el consumo de biomasa. Sin embargo no ha sido estudiado qué efectos tienen las características de estos

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

hogares sobre su consumo. Esto puede ser de vital importancia, dado que la disminución en la población rural en México ha ido acompañada de notables cambios en la estructura, tamaño y composición de los hogares rurales. De ahí que esta tesis se concentre en analizar precisamente cómo estos factores influyen sobre el consumo energético de los hogares rurales en México. Específicamente en esta tesis se pregunta si el consumo de energía de los hogares rurales está relacionado significativamente con el tamaño del hogar, su estructura y composición.

La forma que se va a responder esta interrogante es a partir de datos provenientes de la Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares (2008), que es una buena fuente porque nos permite hacer una relativa buena estimación del consumo de los hogares en términos energéticos y al mismo tiempo nos provee datos socio-demográficos suficientes, tanto del ingreso de los hogares como de la estructura de los mismos. Esta fuente de información nos permite implementar una metodología novedosa en el análisis del consumo de los hogares, dado que anteriores estimaciones se han hecho con base en datos censales pero los cuales enfrentan limitaciones para analizar consumo energético, o bien estudios *ad hoc* de demanda energética que no caracterizan adecuadamente a los hogares. La ENIGH también tiene también sus limitaciones que se explican en el apartado metodológico del capítulo 3, pero permite examinar el tipo de combustibles, la demanda total energética y las características sociodemográficas de los hogares, a la vez que hace posible implementar un modelo de regresión para examinar el peso que la estructura y composición de los hogares tiene sobre el consumo energético.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Esta tesis está estructurada de la siguiente manera. En el primer capítulo se presenta una revisión de los estudios que se han realizado en México y en otros países sobre el consumo de energía y su relación con las características sociodemográficas de la población. El segundo capítulo aborda los cambios de la población rural en los últimos años en México, así como en su consumo de energía total y por combustibles, para así poder contextualizar sus patrones de consumo. En el tercer capítulo se describe la metodología y las fuentes de información del presente trabajo, mientras que en el capítulo cuatro se presenta el análisis del modelo de regresión y finalmente se presentan las conclusiones.

1. Antecedentes

Los estudios realizados en México (Sheinbaum et al. 1996), y en otros países en desarrollo sugieren que los hogares rurales han aumentado sus niveles de consumo energético (Jiang, L & O'Neill, B. 2004, Pachauri 2004); ello ha ido acompañado de un cambio en el tipo de combustibles que utilizan, sustituyendo biomásas por combustibles modernos. Aunque esto parece contribuir a reducir el impacto ambiental del consumo de los hogares rurales, por otro lado el consumo de energía total per cápita ha ido en aumento. Estudios realizados en otros países sugieren que las características de los hogares pueden explicar los niveles de dicha demanda energética, en México los trabajos sobre comunidades rurales muestran los importantes cambios sociales y demográficos ocurridos en las últimas décadas, lo que podría ayudar a entender qué efectos tienen hoy en día la estructura y composición de los hogares sobre su consumo energético.

1.1 Transición energética: cambios en el tipo y volumen de combustibles en hogares rurales

Los estudios indican que la mayoría de la población que habita en zonas rurales, principalmente en países en vías de desarrollo, utilizan biomasa para cocinar, calentar agua y para calefacción (Jiang, L & O'Neill, B. 2004). El biocombustible más utilizado a nivel mundial es la leña y México no es la

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

excepción, hasta el año 2000 se estimaba que la leña era el principal combustible de uso residencial en México, representando alrededor del 40% de energía total suministrada o utilizada en nuestro país (Díaz, R. y Masera, O. 2002).¹

Sin embargo, según Jiang y O'Neill (2004), diversos estudios han advertido que el proceso de desarrollo económico está acompañado por un cambio en los patrones de consumo de combustibles en los hogares de los países en desarrollo. De tal forma que se genera una reducción del uso de biomasa y se aumenta el uso de combustibles modernos (v.gr. gas LP, gasolinas, etc.), a este fenómeno se le conoce como "transición energética". El impacto ambiental de dicha transición es que al sustituir combustibles tradicionales por modernos, estos son más limpios, no es necesario recolectarlos y se puede controlar la potencia de utilización que se requiere (Jiang y O'Neill 2004). De ahí que se espere que la transición energética disminuya el impacto ambiental de los hogares rurales en términos del tipo de combustibles que utilizan (menos biomásas), aunque también se ha encontrado que el consumo energético total aumenta durante dicha transición (Jiang y O'Neill 2004, Sheinbaum et al., 1996). Sin embargo, el consumo promedio de los hogares rurales es notablemente menor que el de los hogares urbanos, aun considerando su crecimiento en las décadas recientes.

¹ En algunos países de África y Asia utilizan también otras formas de biomasa como residuos de cosechas y estiércol.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Aún cuando la transición energética tiene varias interpretaciones en la literatura, comúnmente es definida como la disminución en el uso de biomasa. Los estudios existentes sugieren que se ha dado en distintas zonas rurales de países en desarrollo, pero no está claro hasta donde este fenómeno está presentándose en México. Sin embargo, es posible que la transición energética se esté dando en México debido a los cambios en la población rural y la estructura de los hogares que afectan sus prácticas de consumo. En México, como se mostrará en detalle en el siguiente capítulo, ha habido una sustitución parcial de combustibles tradicionales y se ha presentado un aumento en el consumo energético de los hogares rurales, donde el cambio en el ingreso es una variable clave para explicarlo (Díaz, R. y Masera, O. 2002, Sheinbaum et al., 1995). Pero poco se sabe sobre la influencia de los factores demográficos.

Los estudios realizados en otros países, sin embargo, muestran que las características sociodemográficas de los hogares son determinantes de la demanda energética. Pachauri (2000) realizó un estudio para determinar las necesidades de energía en el hogar, utilizando el total de la energía primaria y el gasto de consumo total privado. En éste se percata que las necesidades energéticas directas e indirectas de los hogares indios (de la India) han aumentado en términos totales y per cápita, algunos de los principales impulsores de este incremento son el aumento del gasto real per cápita, los efectos de estructura y actividad de la población. En otro de sus estudios basándose en encuestas de hogares, Pachauri (2004) señala que las características socioeconómicas demográficas y geográficas influyen en las

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

necesidades de energía del hogar; el gasto del hogar determina las variaciones del consumo energético, así como el tamaño de la vivienda y la edad del jefe de familia están relacionados con mayores requerimientos de energía en los hogares. Adicionalmente, otros trabajos también han documentado que el nivel de consumo está relacionado con la composición del hogar. En su trabajo sobre los hogares rurales en China, Jiang y O'Neill (2004) encuentran que el tamaño del hogar tiene un impacto significativo e importante sobre el consumo de energía.

Con todo esto, podemos resumir que la mayoría de los habitantes de zonas rurales de países en desarrollo dependen del uso de combustibles tradicionales a base de biomasa (materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía; la madera y estiércol son ejemplos de biomasa). El uso de este tipo de combustible tiene un impacto directamente sobre la salud, a consecuencia de la contaminación del aire y, por la deforestación y erosión del suelo. Pero poco a poco están sustituyendo en este sector la biomasa por combustibles tal vez menos contaminantes y aparte factores socio-demográficos tienen un impacto importante en el consumo de energéticos. Por lo que se puede decir que el consumo, en parte, está relacionado con las tendencias o los cambios de la población rural.

1.2 Cambios de las dinámicas de la población y hogares rurales en México

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

En México, se ha caracterizado a la población rural como la más vulnerable, por su condición de pobreza, Reyna y Hernández (2006). Desde la última década del siglo pasado, ha sufrido varias transformaciones en su forma de producción imponiendo nuevos patrones en el funcionamiento de los hogares rurales. Estos cambios son derivados de los procesos de industrialización o modernización, así como de la globalización y la liberación del mercado (Tratado de Libre Comercio TLC), Grammont (2006). En particular el TLC ha agudizado más la situación precaria de los hogares rurales sobre todo donde predominaba el abasto interno.

La situación precaria de los hogares rurales, donde predomina el abasto interno, se ha agudizado por el TLC, Bonfil (1996) indicaba al respecto, que a dos años de la puesta en vigor del TLC, el 83% de las tierras dedicadas a la agricultura eran de temporal y tan sólo el 17% estaban en condiciones de cultivo. Por su parte Appendini (2009) señala que los sujetos agropecuarios, catalogados como pequeños agricultores y de subsistencia han perdido su estabilidad económica frente a los procesos de apertura en la agricultura nacional y la disminución del precio de granos básicos. Otros factores que han contribuido al rezago de los habitantes del campo es la ausencia de políticas de desarrollo e inversiones públicas y privadas enfocadas al sector agrario (Appendini 2009, Bonfil 1996). La reforma de las políticas agrarias de los años noventa ha disminuido el subsidio a los productores, orillando a la población rural al abandono paulatino de la actividades agrícolas (Appendini 2009).

Los hogares rurales, como estrategia para asegurar su subsistencia, han incrementado sus actividades no vinculadas directamente a la tierra substituyéndolas por trabajo remunerado (comercio, maquila, agroindustria de

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

transformación, artesanía, y servicios, por mencionar algunos sectores). Estos cambios mencionados han contribuido a la existencia de la población directamente no vinculada con el campo; así Grammont (2006) se refiere a las familias no campesinas que habitan en comunidades rurales, que hoy en día conforman la mayoría de los hogares en el campo. Por su parte, Pacheco (2009, pp7) señala que, los estudios recientes del sector agropecuario se están viendo desde una nueva perspectiva a lo que han llamado la “nueva ruralidad” esto es a consecuencia, como ya hemos mencionado, de que cada vez es mayor el número de personas que no se dedican a actividades agropecuarias.

Las familias campesinas que se dedican a actividades agrícolas para contrarrestar la disminución de los precios de sus productos agrícolas, también han diversificado sus ocupaciones por actividades asalariadas. La agricultura se ha vuelto un trabajo complementario asignado de acuerdo a la edad, sexo y parentesco del integrante de la familia, Grammont (2006).

Como resultado de estos cambios económicos y sus consecuentes impactos en los estilos de vida, los patrones de consumo en las comunidades rurales están cambiando y se puede pensar que también el consumo de energía. Analizando las actividades de los miembros de los integrantes hogares rurales desde el punto de vista del sexo, encontramos que en las mujeres rurales recae la atención del hogar, ellas realizan un sinnúmero de actividades, se encargan de la preparación de alimentos, la recolección de materiales para combustible, el acarreo de agua para el hogar, la elaboración de ropa para la familia además de otras labores desencadenadas de su función reproductiva como el cuidado de los hijos.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Tradicionalmente, las mujeres participaban en las tareas del hogar y en algunas tareas productivas del campo como el cultivo y la crianza de animales. Por su parte los hombres jugaban un rol diferente, en ellos recaía la autoridad y la toma de decisiones, así como el sustento económico del hogar Bonfil (1996). Sin embargo, en años más recientes los roles de género se han venido alterando con un papel más importante de las mujeres en la generación de ingresos. Otro fenómeno donde la mujer ha sido participe y que también ha contribuido al cambio de las poblaciones rurales y que ha fungido como estrategia para asegurar la subsistencia de las familias rurales es la migración, que ha tenido como consecuencias, la desintegración de las fronteras de las áreas urbanas y rurales, tanto en términos geográficos como en la distinción de actividades productivas, adoptando nuevos patrones que determinan las actuales dinámicas familiares rurales. Además ha contribuido a cambios muy drásticos en la composición y evolución de los sistemas familiares rurales, encaminados en su mayoría por el aumento de la migración femenina. La tradicional salida a las ciudades de las mujeres en busca trabajo remunerado (fenómeno de larga data) ha traído transformaciones demográficas muy importantes como la posibilidad de retrasar el momento del matrimonio, escoger la pareja y, en pocos casos, incorporar medidas de planificación familiar (Bonfil, 1996).

Las mujeres han desempeñado un papel muy importante en la transformación de las áreas rurales, como anteriormente lo mencionamos, en ellas recae la atención del hogar. Al cambiar las mujeres del campo sus actividades, se puede pensar que podrían cambiar también sus patrones de consumo energético. En las comunidades rurales el combustible que

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

tradicionalmente utilizan para cocinar es la leña tal vez con los cambios que ha experimentado el campo están utilizando otros combustibles.

Además de los cambios demográficos y económicos, otros estudios han encontrado que la comprensión y percepción que las familias tienen sobre los problemas ambientales, también influyen sobre su consumo de electricidad, calefacción, agua, etc. (Jenssen 2006).

En resumen, a consecuencia de los cambios que está experimentando el sector rural de México se puede decir que sus características sociodemográficas se están modificando. Dado que la literatura muestra que dichas características son determinantes para el consumo de energía de los hogares rurales en otros países, cabría esperarse un comportamiento similar en México. Por lo que en el siguiente capítulo se estudia el consumo de energía de los hogares y los cambios y características de los hogares rurales.

2. Cambios en los Hogares Rurales y su Consumo Energético

Existen diferentes puntos de vista y definiciones alrededor de lo que se denomina población rural. Para algunos autores la población rural se constituye por campesinos, ganaderos y productores de tipo agropecuario; para otros, son los habitantes que viven en pequeñas localidades. En México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se considera como rural a una población que tiene menos de 2,500 habitantes. En este trabajo se toma esta última definición y conceptualmente se tomará como *hogar* a la unidad doméstica en la cual un conjunto de personas residen en una misma vivienda, que además comparten un sólo gasto para atender sus necesidades básicas principalmente su alimentación.

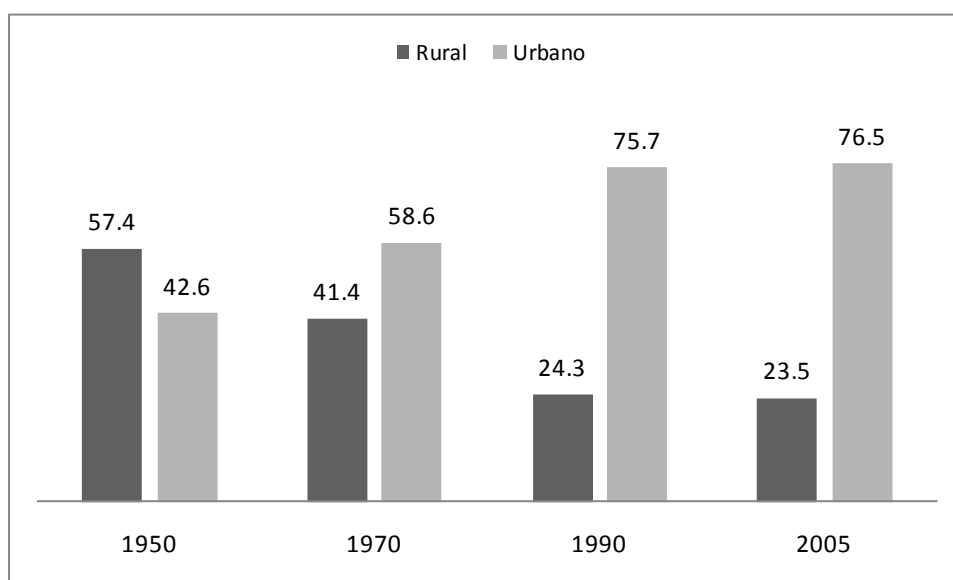
Según datos del (INEGI) durante el 2005, la población total de México alcanzó la cifra de 103,263, 388 habitantes; de los cuales sólo el 23.5 por ciento correspondían a la población rural. En términos de hogares, en el país había 24.8 millones de hogares, de los cuales 5.5 millones son hogares rurales. Estos números son el resultado de un periodo de cambios demográficos importantes en zonas rurales en las pasadas décadas tanto en el volumen de la población como en la composición y tamaño promedio de los hogares.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

2.1 Tendencias de población

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2005 la población total rural estimada de México fue de 24, 276,536 habitantes, que representan un 23.5 por ciento de una población total de 103 263 388 habitantes. En 1950 la población rural representaba más de la mitad de la población total de 25 791 017 habitantes, esto es el 57.4 por ciento del total; veinte años más tarde en 1970 la proporción de población rural se invierte ya que el 41.4 por ciento de un total de 48 225 238 de habitantes corresponde a la población de localidades de menos de 2,500 habitantes. Un cambio drástico se presenta en 1990, sólo el 24.3 por ciento corresponde a la población rural de una población de 81 249 645 habitantes. Gráfica (2.1)

Gráfica 2.1 Evolución de la población rural 1950-2005



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1950 - 1970, 1990 INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2005.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

El Consejo Nacional de Población (CONAPO), en “La situación demográfica de México (2006)” en el estudio: “Dinámica de los arreglos residenciales en México”, señala que a principios de los años setenta como resultado del descenso de mortalidad y las elevadas tasas de fecundidad que prevalecieron en décadas pasadas, la población total siguió incrementándose. Sin embargo, debido a las campañas de planificación familiar y los procesos socioeconómicos, en años posteriores se nota un decrecimiento en la tasa de fecundidad favoreciendo la reducción del tamaño de los hogares. En 1970 el promedio de miembros por hogar era de cinco, treinta años después, en el año 2000, disminuyó a 4.3 integrantes.

La tasa global de fecundidad a finales de los años sesenta se estimó en 8.2 hijos por mujer en el sector rural y 6.3 hijos en el medio urbano. Notablemente descendió la fecundidad en el sector rural en los quinquenios 1990-1995 con 4.5 hijos por mujer, y en 1995-2000 con 3.6 hijos por mujer. Esta tasas se acercaron pero siguieron siendo más altas que en las grandes ciudades (de más de 1 millón de habitantes) donde TGF fueron de 2.50 y 2.15 respectivamente (Véase Cuadro 2.1).

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 2.1 Indicadores demográficos de la población rural y urbana, 1990-2000

Período	TGF		Diferencia rural-urbano	Tasa de mortalidad infantil rural (mil)	Tasa de mortalidad infantil urbana (mil)	Diferencia rural-urbano
	Rural %	Urbana %				
1966-1970	8.2	6.3	1.9			
1970-1975	7.7	5.7	2.1	88.0	60.0	28.0
1975-1980	6.9	4.6	2.3	76.0	48.0	28.0
1981-1986	6.2	3.3	2.9	63.0	35.0	28.0
1987-1991	4.9	3	2	54.0	30.0	24.0
1991-1995	4.4	2.8	1.5	48.0	26.0	22.0
				Esperanza de vida rural	Esperanza de vida ciudades millonarias*	
1990-1995a	4.49	2.50 b	2.01	70.40	73.0	2.60
1995-2000a	3.59	2.15 b	1.44	71.39	74.2	2.81

Notas: a. Estimaciones del CONAPO 2003.

b. Corresponde a ciudades millonarias

Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población en La situación demográfica de México 1997 y 2003; y Núñez, L. (1998) citando ENP 1979, ENFES 1987, ENADID 1992, SSA 1989 y CONAPO 1994, 1996 y 1997.

*ciudades millonarias: Son ciudades de más de un millón de habitantes correspondientes al sector urbano.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

El número de hogares pasó de 12.0 millones a 23.3 millones de 1980 a 2000, significando un incremento de 86.3 por ciento en ese periodo. De 1980 a 2000, los hogares de la población rural tuvieron un crecimiento menos significativo comparado con el área urbana, pasaron de 3.8 millones a 5.2 millones representando un incremento de 35.2 por ciento, mientras que en ese mismo periodo los hogares urbanos se incrementaron un 110.4 por ciento. Para el año 2005 el número de hogares ascendió a 24.8, incrementándose 11.4 por ciento (respecto al año 2000), los hogares rurales se incrementaron un 5.8 por ciento y los urbanos un 13.1 por ciento respectivamente. (Véase Cuadro 2.2 y Gráfica 2.2).

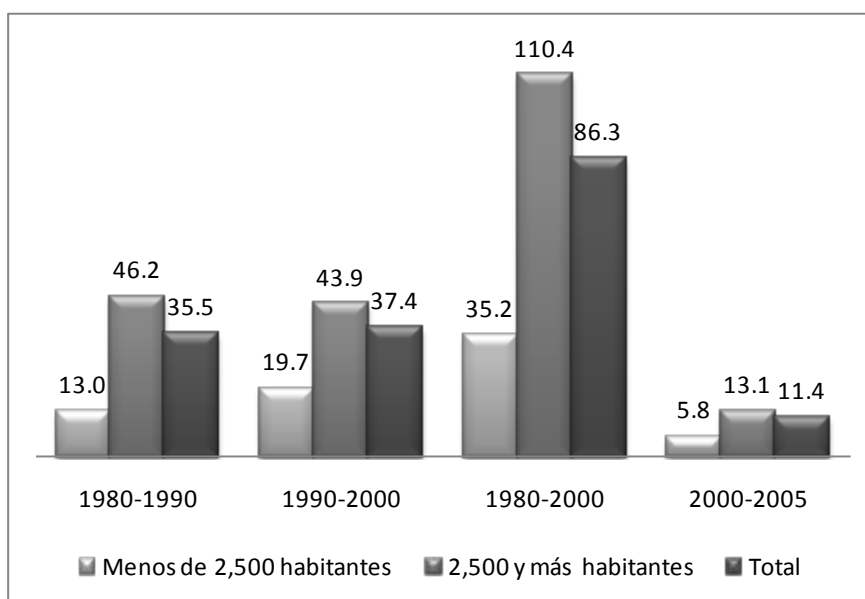
Cuadro 2.2 Número de hogares rurales vs urbanos (en porcentajes)

Años	1980	1990	2000	2005
hogares rurales	3.8	4.3	5.2	5.5
hogares urbanos	8.1	11.9	17.1	19.3
total de hogares	12.0	16.2	22.3	24.8

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1980-2000. Censo de Población y Vivienda, 2005. Número de hogares por millón

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Gráfica 2.2 Porcentaje de incrementos hogares



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1980-2000. Censo de Población y Vivienda, 2005.

2.2 Consumo de combustible en México

En México el consumo de energía residencial sólo representa aproximadamente el 16 por ciento del consumo final de energía, según datos del Balance Nacional de Energía de 2008 de la Secretaría de Energía (SENER). Este porcentaje abarca el consumo de combustibles en hogares rurales y urbanos. Uno de los combustibles que más se ocupa en los hogares de nuestro país es el gas LP; el 66.5 por ciento del consumo nacional de gas LP pertenece al sector residencial (ver Cuadro 2.3). El segundo combustible más utilizado de este sector es la leña, el 100 por ciento del consumo nacional de leña se le atribuye al sector residencial (Ver Cuadro 2.3), y representa alrededor del 33 por ciento del total del consumo de energía residencial (ver Gráfica 2.3) (SENER 2008).

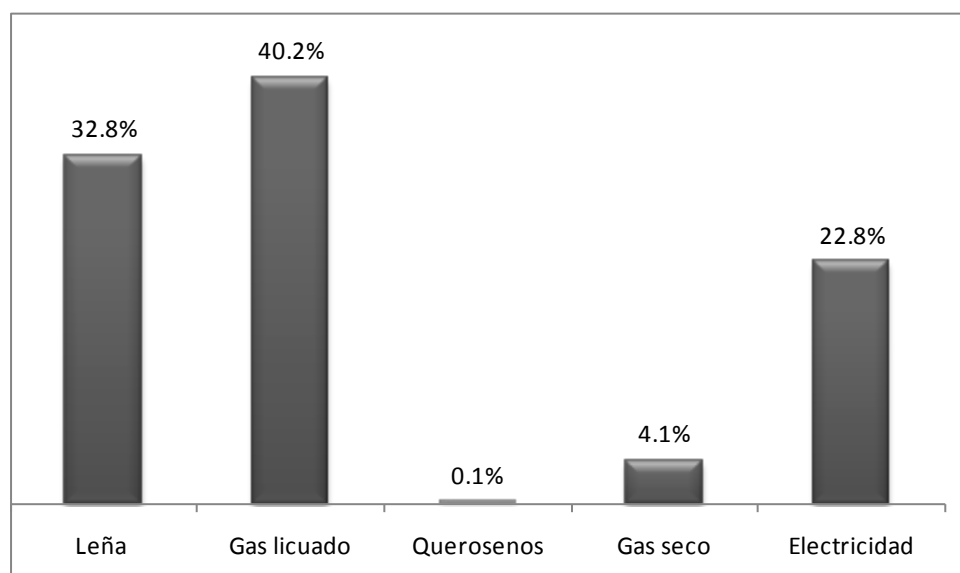
Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 2.3 Proporción del consumo de energía residencial respecto al consumo energético total por combustible.

Combustible	% consumo residencial del total
Leña	100.00
Gas licuado	66.50
Querosenos	0.64
Gas seco	6.52
Electricidad	25.80

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética, (SENER), Balance Nacional de Energía 2008.

Gráfica 2.3 Consumo de energía residencial por combustible



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética, (SENER), Balance Nacional de Energía 2008.

Pero a finales de los años noventa como consecuencia por una parte del constante incremento de GLP la gente recurrió al uso de la leña por lo que la demanda de gas LP disminuyó en el sector residencial en 0.5%. Las estimaciones indican que la población que usa leña representaba alrededor de

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

un 31 por ciento del sector residencial comprendiendo tanto el medio rural como el urbano en 1997, aunque en los últimos diez años, la leña ha venido perdiendo participación al pasar de 31% al 28% de 1997 a 2007. (SENER, 2008).

En el Balance General de Energía los datos del consumo de la leña son estimados. Díaz y Macera (2002), indican que los valores considerados en estudios realizados por ellos en los años de 1993, 2000 y también por Sheinbaum et al. (1996) son mayores a los reportados por la SENER, llegando a representar hasta el 45 por ciento del consumo total del sector residencial. El Cuadro 2.4, elaborado por Díaz y Macera (2002) resume los hallazgos de diversos estudios sobre el uso de leña en los hogares mexicanos (urbanos y rurales), en términos del volumen y poder calorífico. Como se puede apreciar, los estudios difieren en sus estimaciones de la demanda energética anual de manera importante, así como en el volumen y de hecho muchos de estos trabajos no estiman este último indicador. Esto muestra las limitaciones de información que existen para analizar el consumo energético de los hogares rurales.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 2.4 Estimaciones de consumo de leña en México

Estimación	Consumo energético (PJ/años)	Volumen (m ³ /año)
SARH (1981)	n.d. (1980)	17.3-27.6
Guzmán et al., (1985)	412 (1970)	33.0
	402 (1980)	32.0
SEMIP (1988)	293 (1988)	n.d.
Masera et al., (1993)	246 (1987)	23.2
INIFAP (Castillo et al., 1989)	n.d.	17.0
Masera (1993)	334 (1990)	34.6
Sheinbaum (1996)*	277 (1980)	n.d.
	274 (1990)	n.d.
Díaz y Masera (1999)	300 (1990)	n.d.
Díaz (200)	316 (1990)	29.4-34.3
	320 (2000)	n.d.
SENER (2002)	256 (2001)	n.d.
	338 (2001)	n.d.

Notas: El número entre paréntesis de la columna de consumo energético indica el año de estimación

* Incluye leña para cocción de alimentos y calentamiento de agua, n.d. significa no definido.

Los pocos estudios existentes sobre consumo energético en hogares rurales muestran que el consumo de combustibles modernos ha aumentado en las últimas décadas, principalmente el gas LP. Sin embargo, diversos trabajos también enfatizan que los altos niveles de consumo de leña que todavía predominan en hogares rurales. Utilizando datos censales para estimar el consumo de leña a nivel nacional, Díaz y Masera (2002) observan el uso de leña para cocinar no ha disminuido de forma considerable desde 1960, en términos numéricos. Los usuarios de leña en el año de 1960 eran 23.7 millones, que representaban el 67.9 por ciento del total de la población en México (ver Cuadro 2.5 y Cuadro 2.6). En 1990 había un total casi 27 millones de usuarios (ver Cuadro 2.5), aunque proporcionalmente estos sólo

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

significaban el 33.2 por ciento de la población total de ese año (ver Cuadro 2.6).

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 2.5 Población y viviendas usuarias de leña

Población y vivienda en México				Usuarios de leña			Usuarios exclusivos de leña			Usuarios mixtos		
Indicador	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
1960												
Población	34,923,129	17,705,118	17,218,011	23,708,908	6,490,897	17,218,011	22,617,314	5,409,081	17,208,233	1,091,594	1,081,816	9,778
Vivienda	6,409,096	3,123,598	3,285,498	4,313,773	1,028,186	3,285,588	4,115,124	831,492	3,283,632	198,649	196,694	1,956
Pers/viv	5.4	5.7	5.2	5.5	6.3	5.2	5.5	6.5	5.2	5.5	5.5	5.0
1970												
Población	48,225,238	28,308,556	19,916,682	27,026,047	7,405,155	19,620,892	21,252,909	5,696,273	15,556,636	5,773,138	1,708,882	4,064,256
Vivienda	8,286,369	4,864,160	3,422,209	4,659,019	1,271,230	3,387,630	3,663,788	977,869	2,685,919	995,231	293,361	701,711
Pers/viv	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
1980												
Población	66,365,920	43,910,048	22,513,556	26,802,406	5,944,333	20,858,074	19,864,432	4,245,952	15,618,480	6,937,974	1,698,381	5,239,594
Vivienda	12,074,609	8,172,459	3,902,150	4,655,615	1,051,593	3,604,900	3,450,479	751,138	2,699,341	1,205,136	300,455	905,559
Pers/viv	5.5	5.4	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.7	5.8
1990												
Población	81,249,645	57,959,683	23,289,962	26,968,307	6,141,534	20,826,773	18,663,572	4,094,365	14,569,207	8,304,735	2,047,169	6,257,566
Vivienda	16,197,802	11,870,435	4,327,367	4,903,650	1,199,681	3,703,969	3,393,698	827,468	2,566,230	1,509,952	372,213	1,137,739
Pers/viv	5	4.9	5.4	5.5	5.1	5.6	5.5	4.9	5.7	5.5	5.1	5.5

Fuente: Elaboración propia con datos presentados por Díaz (2000) y datos de INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1960-1990

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

A través del tiempo, el mayor consumo de leña se presenta en los hogares rurales. En 1960 la población rural que utilizaba exclusivamente leña para cocinar alcanzó los 17.2 millones, representando casi el cien por ciento de la población rural. En 1990 la población rural usuaria de leña aumentó a casi 21.0 millones de habitantes Cuadro 2.5, representando el 89.4 por ciento de la población total rural según las estimaciones de Díaz (2000) Cuadro 2.6. Con base en estas mismas estimaciones, se aprecia que los pobladores rurales representaban tanto en 1960 como en 1970 básicamente la misma proporción de usuarios de leña, alrededor del 72% como lo muestra la sexta columna del Cuadro 2.6. Asimismo, lo que permiten inferir estas estimaciones es que los hogares rurales aumentaron su consumo de otros combustibles, en tanto que la proporción de población con un consumo mixto de combustibles aumentó de manera muy pronunciada entre 1960 y 1990; de tal forma que esta proporción del consumo mixto de combustibles pasó de ser insignificante a alcanzar el 75% de esta en 1990. En contraste, los hogares urbanos disminuyeron su consumo de leña, por lo que su mezcla de combustibles disminuyó (ver Cuadro 2.6).

De acuerdo con Díaz (2000), más que una eliminación completa de la leña por otro combustible, se presenta un uso mixto de combustibles (leña-gas LP). En 1960 los usuarios mixtos eran tan solo alrededor de 1.1 millones de habitantes incrementándose en 1990 a 8.3 millones de usuarios del total de la población. Los usuarios mixtos rurales representaban el 0.9% del total de los usuarios mixtos, en 1990 sumaban 73.5% (ver Cuadro 2.6).

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 2.6 Distribución porcentual de los usuarios de leña por sector.

<i>Año</i>	<i>Usuarios</i>		<i>Sector Rural</i>	<i>Usuarios de</i>		<i>Usuarios mixtos</i>	
	<i>leña</i>	<i>leña exclusivos</i>	<i>usuarios leña</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>
1960	67.9	64.8	100.0	27.4	72.6	0.9	99.1
1970	56.0	44.1	98.5	27.4	72.6	70.4	29.6
1980	40.4	29.9	92.6	22.2	77.8	75.5	24.5
1990	33.2	23.0	89.4	22.8	77.2	75.3	24.7

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1960-1990 y datos de la tesis de Díaz Jiménez, R. (2000).

Por otra parte, el tamaño de la vivienda rural promedio que usaba leña se incremento en el periodo de 1960-1990 de 5.2 a 5.6 manteniéndose por arriba del promedio nacional que era de 5 integrantes. También el tamaño de las viviendas rurales de consumo mixto aumentó de 5.0 a 5.5 Díaz (2000). De acuerdo con Díaz y Maserá (2002), el ahorro de leña que obtienen los usuarios mixtos es relativamente pequeño, 16% en promedio. Esta mínima diferencia se debe a que las principales tareas energéticas (elaboración de tortillas, cocimiento de frijoles y otros platos tradicionales) se continúan realizando con leña y el gas sólo es usado para calentar los alimentos y elaborar algunas comidas de poca demanda energética.

En las últimas décadas la población rural en México ha disminuido, en 1960 la proporción de hogares rurales casi era la misma que los hogares urbanos pero para el año 2005 la población rural representaba menos de la cuarta parte la población total. Así mismo el número de integrantes promedio de las viviendas rurales ha disminuido. Por otra parte en México hay también evidencia de la ocurrencia de una transición energética ya que las poblaciones

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

rurales en los años sesenta utilizaban casi solo leña para cocinar y en las siguientes décadas aumentó paulatinamente la proporción de hogares que utilizan otros combustibles. Adicionalmente, los datos también sugieren un aumento en el consumo energético per cápita. Hasta dónde este nuevo patrón de consumo está relacionado con la estructura de los hogares rurales, como afirma la literatura, es algo que se examina en el siguiente capítulo.

3. Fuentes de Información y Metodología

El objetivo de este capítulo es presentar la metodología aplicada en la tesis y los datos empleados. Por un lado, se presenta la ENIGH 2008 y se describe su utilidad en la realización de este trabajo. Se muestran también los datos arrojados por la encuesta relacionados con la estructura del hogar y consumo de energía de una forma descriptiva. Posteriormente se explica el porqué se utiliza un modelo de regresión lineal para contestar la pregunta de investigación y por último se expone en forma detallada la construcción de las variables empleadas en el modelo.

3.1 *Especificando la encuesta*

Las encuestas demográficas recolectan datos de la población a nivel individual pero también a nivel hogar, estas son utilizadas generalmente como una fuente de datos para realizar análisis demográficos. Además son clasificadas como: prospectivas, las cuales registran datos demográficos y de otra índole durante un periodo de tiempo, esto es que la aplicación del cuestionario a un miembro del hogar de forma repetitiva en el periodo de estudio; y retrospectivas en las cuales el cuestionario se aplica una sola vez (Welti, 1997). Existen también las encuestas llamadas de momento o también conocidas como de sección cruzada; estas se realizan en un punto en el tiempo y la ENIGH entra en esta categoría.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

El objetivo de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto (ENIGH) aparte de facilitar datos relacionados con el ingreso y gasto en los hogares, es proporcionar información socio-demográfica, que se refieran a las características de la vivienda y del hogar. La ENIGH, como la conocemos, comenzó a levantarse propiamente en 1984, y a partir de 1992 se ha levantado cada dos años, aunque en el año 2005 hubo un levantamiento extraordinario (ENIGH, 2009).

La ENIGH tiene sus antecedentes en encuestas realizadas por la Dirección General de Estadística (DGE) para los años de 1956-1958, 1969-1970 y 1977. Para el año de 1963 y 1968, el Banco de México por su parte realizó una encuesta de *Ingreso y Gasto de los Hogares*; finalmente la DGE-INEGI desarrolló la Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares para los periodos: 1984, 1989, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006 y 2008. Para el estudio se utilizará esta última, la del año 2008.

El diseño de la muestra de la ENIGH es por un muestreo probabilístico, bietápico, estratificado y por conglomerados, la unidad a observar es el hogar y la última unidad observada es la vivienda (unidad de muestreo) (INEGI 2008, INEGI 2009). Los datos referidos son representativos tanto a nivel nacional como a nivel rural y urbano, de ahí que sea posible utilizarla en esta tesis para hacer un estudio sobre el consumo en los hogares rurales. Esto se hará a partir de estimar el *consumo energético* con base en su gasto reportado, dado que en la ENIGH 2008 cada hogar tiene un registro de ingreso y de gasto. La metodología de cálculo se explica más adelante.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

De acuerdo a estos datos se obtuvo que el número de hogares muestrales es de 29,468 a nivel nacional, cubriendo una muestra de 6,597 hogares rurales. Al expandir los datos se obtiene un total de 26,732,594 hogares, de los cuales 5,522,313 hogares son rurales y 21,210,281 son urbanos. Además de proporcionar datos sobre el consumo energético, la ENIGH permite caracterizar a los hogares en relación a un conjunto de variables que han sido relacionadas con su nivel de consumo, tales como el sexo del jefe del hogar, edad y ocupación, así como tamaño y estructura del hogar. En los siguientes apartados se explica con mayor detalle la medición del consumo y la operación de estas variables.

3.2 Análisis de la Encuesta Nacional de Ingreso y de Gasto en Hogares 2008

En primera instancia las bases correspondientes a la ENIGH 2008 se convirtieron en archivos de SPSS. En este software estadístico se realizaron algunas codificaciones para identificar a las variables relacionadas con el consumo de energía y se realizó el siguiente análisis.

3.2.1 Estructura de los hogares rurales

La ENIGH emplea la clasificación de hogares desarrollada por el INEGI que los cataloga en hogares familiares y no familiares:

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Hogares familiares.- Son aquéllos en los que, por lo menos, uno de los integrantes tiene relación de parentesco con el jefe del hogar, estos a su vez se clasifican en *nucleares, ampliados y compuestos*.

- **Hogar nuclear.**- están formados por el jefe, la esposa y los hijos o sólo la mamá o el papá con hijos; una pareja que vive junta y no tiene hijos también constituye un hogar nuclear.
- **Hogar ampliado.**- están formados por un hogar nuclear más otros parientes (tíos, primos, hermanos, suegros, sobrinos, cuñados, primos, amigos, huéspedes etcétera).
- **Compuesto.**- constituido por un hogar nuclear o ampliado, más personas sin parentesco con el jefe del hogar.

(INEGI) maneja la siguiente clasificación

Hogares no familiares.- Son aquellos en donde ninguno de los integrantes tiene relación de parentesco con el jefe del hogar; se clasifican en *corresidentes y unipersonales*:

- **Unipersonales.**- integrados por una sola persona.
- **Corresidentes.**- está formado por dos o más personas sin relaciones de parentesco (Jefe, amigos, huéspedes).

Cabe mencionar que estos conceptos son manejados por (INEGI).

Según datos de la ENIGH 2008 la mayoría de los hogares en México son nucleares (65.5 %), el 24.8 por ciento son hogares ampliados y el 8.8 por

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

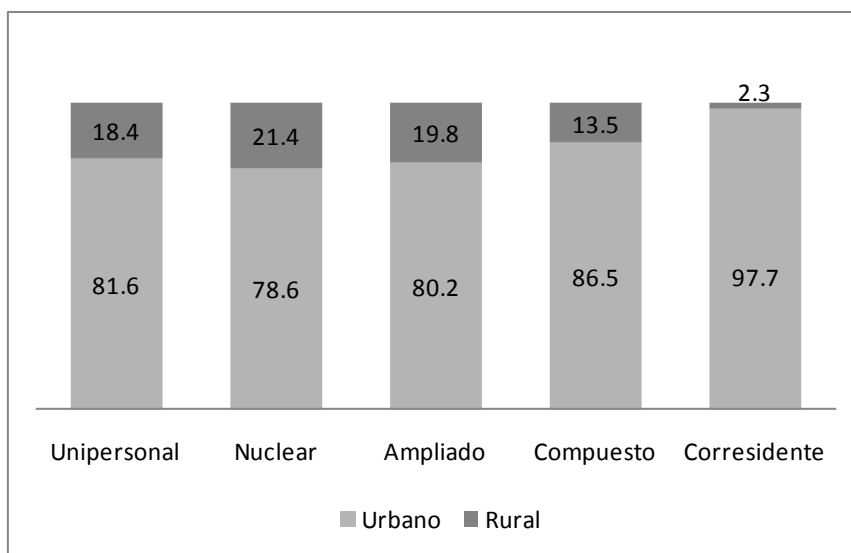
ciento son unipersonales, los hogares compuestos y corresidentes cada uno solo tiene una participación del 0.4 por ciento. La proporción de los hogares nucleares rurales es mayor a la de los hogares urbanos (Cuadro 3.1). De los hogares nucleares el 21.4 por ciento corresponde al sector rural, asimismo ampliado tiene una participación del 19.8 por ciento y el 18.4 por ciento es de los hogares unipersonales (Gráfica 3.1).

Cuadro 3.1 Tipo de hogar por sector

<i>Tipo de hogar</i>	<i>Urbano %</i>	<i>Rural%</i>	<i>Total</i>
Unipersonal	9.0	7.9	8.8
Nuclear	64.9	68.0	65.5
Ampliado	25.1	23.8	24.8
Compuesto	0.5	0.3	0.4
Corresidente	0.5	0.0	0.4

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

Gráfica 3.1 Porcentaje Tipo de Hogares



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cabe reiterar que en este trabajo se analizarán algunas características demográficas, como el sexo del jefe del hogar, edad, ocupación, estado civil presencia de menores de doce años y variables asociadas con el consumo de energía de los hogares rurales.

En los hogares rurales al igual que en los urbanos, la jefatura masculina es todavía predominante. En el total de los hogares, el 80.2 por ciento tienen como jefe a un varón, pero esta proporción varía notablemente dependiendo del tipo de hogar del que se trate. De acuerdo al Cuadro 3.2 los hogares unipersonales están encabezados casi en un cincuenta por ciento por mujeres, probablemente debido a la mayor edad que estos hogares tienen y la mayor supervivencia de mujeres a edades mayores. Además, las jefaturas femeninas también tienen una proporción notable (26%) entre los hogares ampliados y entre los hogares de corresidentes (66.7%) probablemente relacionado con sus estrategias y modos de vida en contextos de precariedad o inestabilidad económica (Appendini 2003).

Cuadro 3.2 Porcentaje por Sexo de Jefe de Hogar

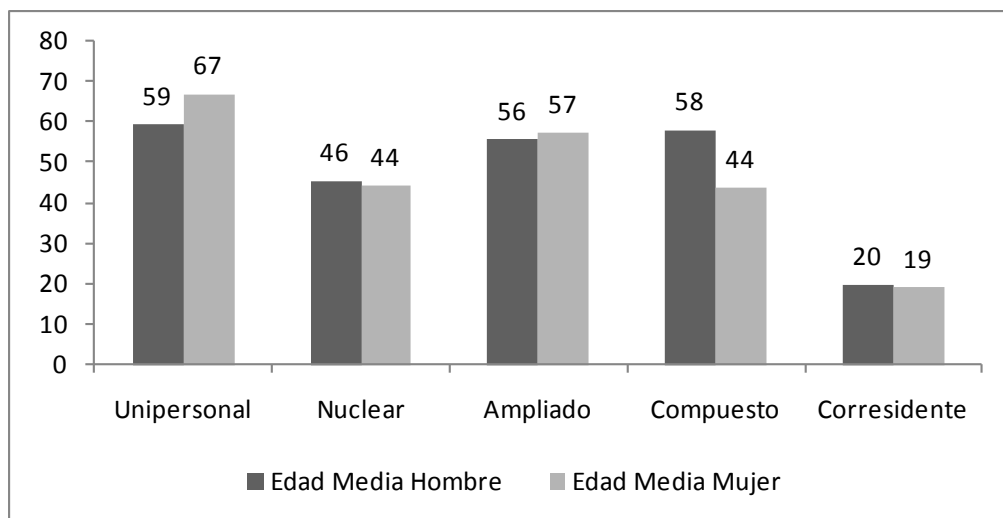
<i>Tipo de hogar</i>	<i>Hombre</i>	<i>Mujer</i>
Unipersonal	51.5	48.5
Nuclear	85.7	14.3
Ampliado	74.1	25.9
Compuesto	80.8	19.2
Corresidente	33.3	66.7
Total	80.2	19.8

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.
Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

La edad promedio de los hogares nucleares es de 45 años de edad, siendo los hombres los de mayor edad, con 46 años promedio. Por otro lado el promedio de edad de los jefes de los hogares unipersonales es de 63 años, donde las mujeres tienen mayor promedio de edad, 67 años. La mayor edad de los hogares unipersonales hace suponer que se trata de adultos mayores que viven solos tras la ausencia de la pareja, hijos u otros familiares. La mayor supervivencia promedio de las mujeres, explicaría la mayor edad promedio (Gráfica 3.2).

Gráfica 3.2 Edad Promedio del Jefe de Hogar



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.
Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Los hogares ampliados tienen un mayor porcentaje de niños alcanzando un 75 por ciento mientras que los compuestos alcanzan 61.5 por ciento, a su vez los hogares nucleares tienen 58 por ciento tienen presencia de niños (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Presencia de niños en el hogar

<u>Tipo de hogar</u>	<u>Sin niños</u>	<u>Con niños</u>
Unipersonal	100.0	0.0
Nuclear	42.0	58.0
Ampliado	25.1	74.9
Compuesto	38.5	61.5
Corresidente	100.0	0.0

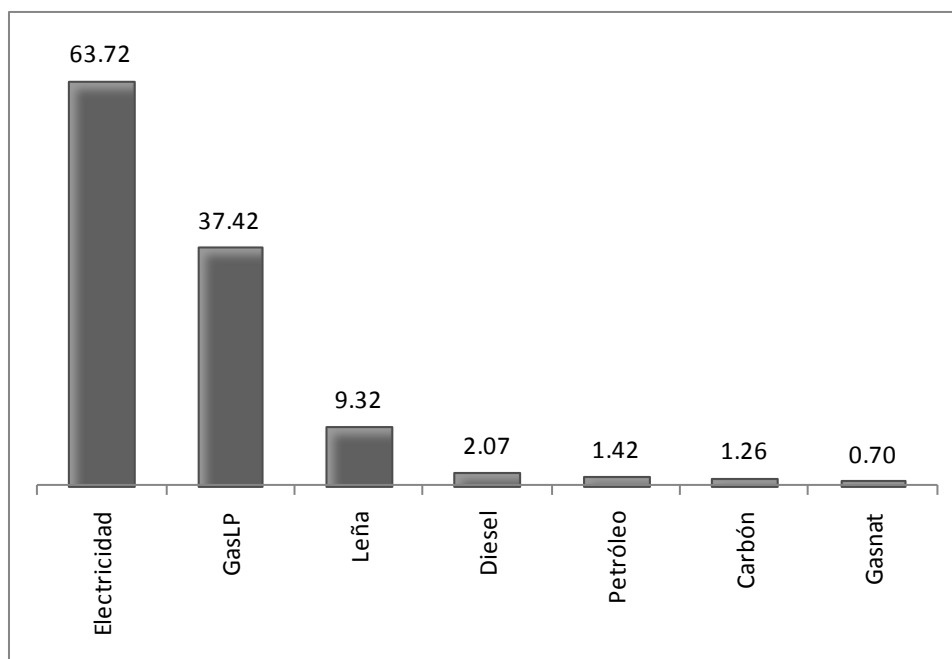
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.
Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

3.2.2 Consumo de energía

Al analizar el gasto en energía, es posible notar que el 61.83 por ciento de los hogares rurales declararon haber hecho un gasto monetario en electricidad. Este porcentaje puede explicarse tanto por la cobertura del servicio eléctrico en zonas rurales como por el hecho de que algunos hogares pudieron tener acceso al servicio sin haber efectuado un pago en el trimestre anterior a la encuesta. Lo que también se observa es que una buena proporción de los hogares rurales (37.5%) declararon gasto en Gas LP mostrando que su uso se extendió entre este medio. En contraste sólo una parte menor de los hogares (9.3%) declaró gasto en leña, lo que podría implicar una reducción en su uso pero también el hecho de que una parte de los hogares colectan este biocombustible en lugar de pagar por él (Gráfica 3.3).

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Gráfica 3.3 Consumo de Energía en Hogares Rurales



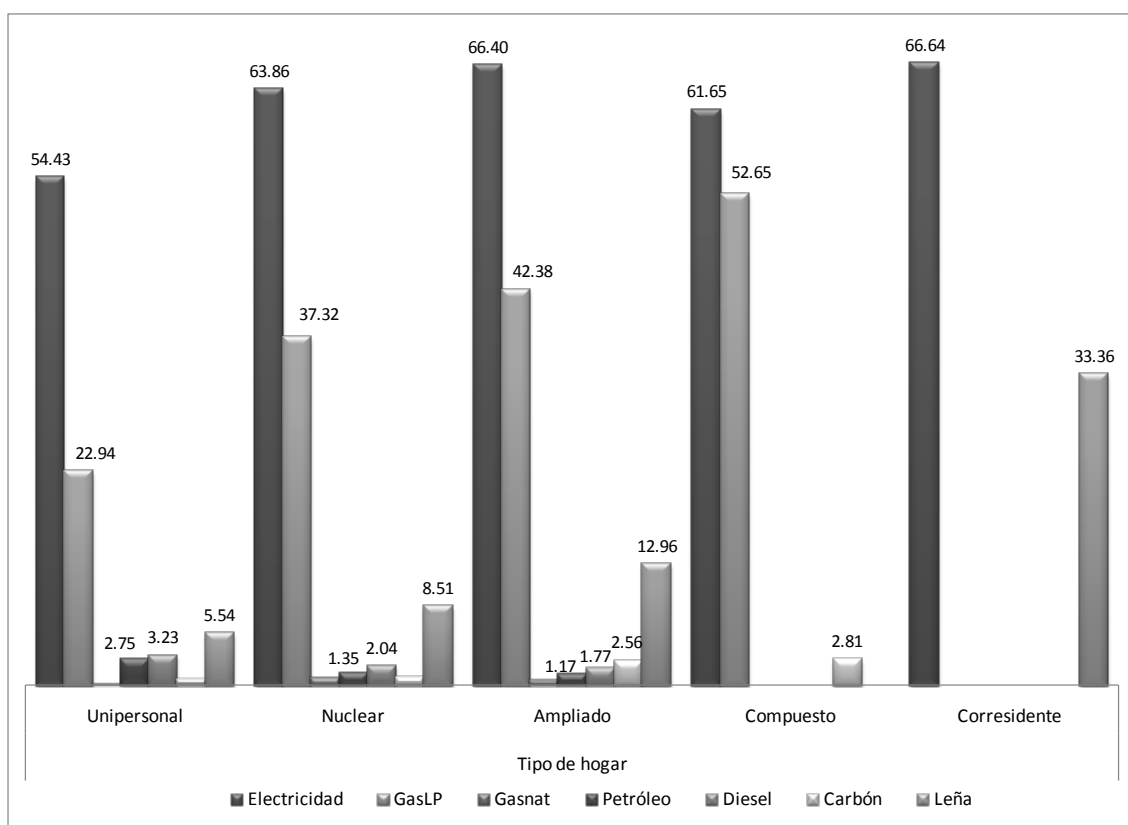
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

Al analizar el gasto en combustibles por tipo de hogar se aprecian patrones similares a lo señalado con anterioridad. La electricidad es el combustible en el que la mayor proporción de hogares efectuaron un gasto, independiente del tipo de hogar. Le sigue el Gas LP como el combustible, de los cuales los hogares compuestos tienen una mayor participación del 52.6 por ciento, lo que más nos llama la atención es que los hogares corresidentes no reportaron gasto en Gas LP, se podría pensar que los integrantes de este tipo de hogares son de personas que solo viven por temporadas, a consecuencia de trabajo tal vez por cosechas de temporal como por ejemplo la del café o la de la caña de azúcar y optan tal vez por otro tipo de combustible como la leña. El 33.4 por ciento de estos hogares corresidentes declararon gastar en leña

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

seguido de los hogares ampliados con una participación del 13 por ciento. La participación del gasto de leña en los otros hogares es baja tal vez porque recolectan este combustible, como ya se menciona. El gasto en los combustibles como petróleo, gas natural, carbón y diesel tienen un porcentaje bajo de participación, el 3.2 por ciento de los hogares nucleares declararon gastar en diesel, mientras el porcentaje de la declaración de gasto de carbón en los hogares compuestos y nucleares casi son similares 2.8 y 2.6 respectivamente. El 2.8 de los hogares unipersonales declararon gastar en petróleo. (Gráfica 3.4)

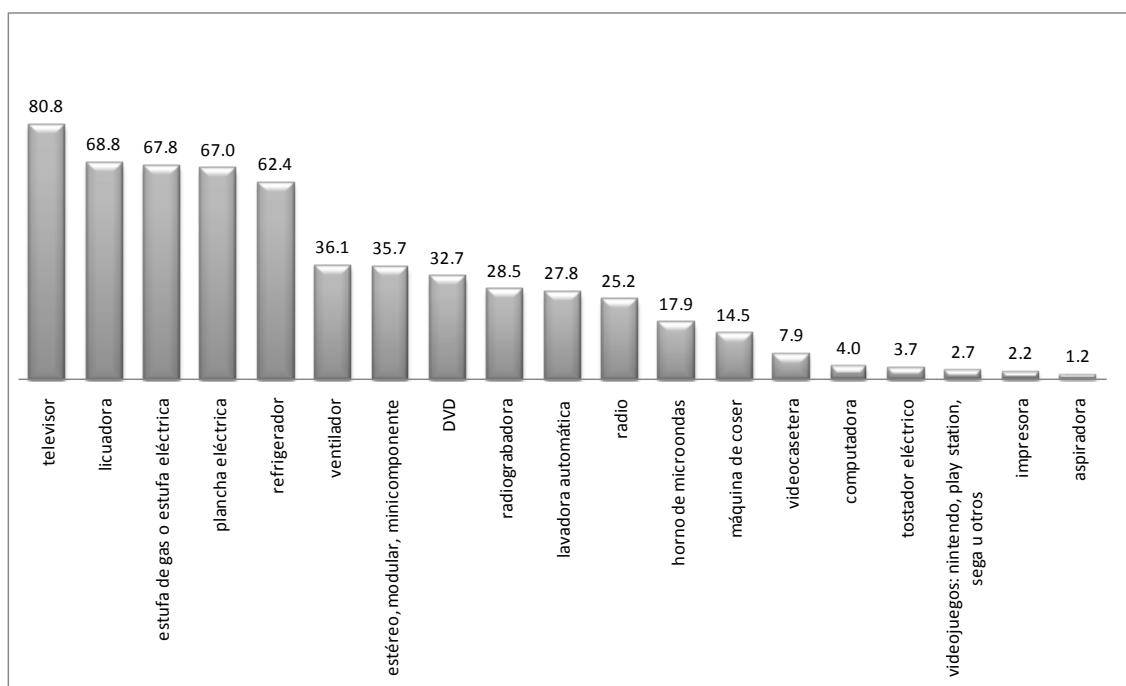
Gráfica 3.4 Consumo de Energía por tipo de Hogar



Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Acompañando a este patrón en el gasto energético existe un extenso acceso a aparatos electrónicos y bienes que demandan una mayor carga de energía que modos de vida tradicionales. Como se puede observar en la Gráfica 3.5 que el 80.8 por ciento de los hogares rurales cuentan con televisión y más del 60 por ciento cuentan con algún tipo de electrodomésticos. Además, el 67.8 por ciento de los hogares declararon tener estufa, aunque sólo una pequeña proporción cuenta con computadora u otros bienes informáticos.

Gráfica 3.5 Proporción de electrodomésticos en los hogares rurales



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008

A continuación se presenta cómo difiere el consumo medio energético a través de las características del hogar, su clase y tamaño, las principales variables de nuestro análisis. Se presentan los datos, tanto para el consumo total del hogar, como para el consumo per cápita. Al analizar la demanda *energética total* se observa que el consumo medio depende del tamaño del

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

hogar. Como es de esperarse el consumo promedio de un hogar nuclear es casi el doble que el de los hogares unipersonales. Los hogares ampliados, que regularmente tienen mayor número de integrantes, son los que tienen el mayor consumo medio de energía, mientras que los hogares compuestos tienen un nivel de consumo muy parecido al de los hogares nucleares. Cabe mencionar que el consumo medio de los hogares corresidentes es menor al de los hogares unipersonales, a pesar de que el consumo es de una persona y el corresidente podría integrarlo más de una persona.

Cuando se analizan las tendencias para el consumo energético per cápita se muestra una imagen distinta. Los hogares unipersonales tienen un gasto energético de más del doble de los hogares nucleares y (1.74) respecto de los hogares ampliados (Cuadro 3.4). Estos hogares, -ampliados, compuestos y corresidentes- tienen una demanda energética per cápita baja comparada también con los hogares nucleares. Ello apunta a las llamadas economías de escala, asociadas al tamaño de los hogares y que han sido documentadas en otros países (Pachauri, 2002 y 2004).

Cuadro 3.4 Promedio de consumo de energía y Promedio de consumo de energía per cápita por tipo de hogar

Tipo de hogar	Promedio consumo de energía	Promedio consumo de energía per cápita
unipersonal	3,733	3,733
nuclear	5,645	1,593
ampliado	7,296	1,361
compuesto	5,172	939
corresidente	1,327	651

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008 y datos de SENER. Balance General de Energía 2008. Estimación de Sánchez 2010.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

De hecho al examinar el consumo de energía per cápita por el tamaño del hogar se observa que a mayor tamaño el consumo tiende a disminuir, este comportamiento se muestra el Cuadro 3.5. Este resultado reafirma lo que la literatura dice al respecto de las economías de escalas (Pachauri, 2004).

Cuadro 3.5 Promedio de consumo de energía y Promedio de consumo de energía per cápita por # de integrantes del hogar

# Integranes del hogar	Promedio consumo de energía	Promedio consumo de energía per cápita
1	3,733	3,733
2	5,317	2,658
3	5,572	1,857
4	5,952	1,488
5	5,971	1,194
6	6,358	1,060
7	6,638	948
8	7,285	911
9	7,881	876
10	4,788	479
más de 11	16,158	1,063

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en Hogares ENIGH, 2008 y datos de SENER. Balance General de Energía 2008. Estimación de Sánchez 2010.

3.3 Análisis de regresión

Para modelar el consumo energético² de los hogares, se empleó un modelo de regresión lineal múltiple. Los primeros problemas prácticos de regresión se descubrieron en el siglo XVIII, relacionados con la navegación basada en la Astronomía. En 1805 Legendre desarrolló el método de mínimos cuadrados, pero Gauss afirmó que es de su autoría este método y en 1809 demuestra, que

² Se obtuvo a partir de las estimaciones realizadas para el proyecto “Desigualdad y determinantes socio-demográficos del consumo energético de los hogares urbanos en México” se explica con detalle en la sección 3.4 Descripción de datos para el modelo.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

mínimos cuadrados proporciona una solución óptima cuando los errores se distribuyen de manera normal. Francis Galton en 1889 emplea el término regresión al utilizar el modelo para explicar el fenómeno de que los hijos de padres altos, tienden a ser altos en su generación, pero no tan altos como lo fueron sus padres en la propia, por lo que hay un efecto de regresión (Zamora, 2009).

El modelo de regresión lineal es, probablemente, el modelo de su tipo más conocido en estadística. Se utiliza para explicar o modelar la relación entre una sola variable y , llamada dependiente o respuesta, y una o más variables independientes (predictivas o explicativas) x_1, x_2, \dots, x_k . Si $k = 1$, se trata de un modelo de regresión lineal simple y si $k > 1$, de un modelo de regresión lineal múltiple.

La variable de respuesta debe ser continua o numérica, pero los regresores pueden tener cualquier escala de medición (continua, discreta o categórica).

3.3.1 Objetivos del análisis de regresión

Existen varios objetivos dentro del análisis de regresión, entre otros:

- i. Determinar el efecto, o relación, entre las variables explicativas y la respuesta.
- ii. Predicción de una observación futura
- iii. Describir de manera general la estructura de los datos

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

3.3.2 Modelo de regresión lineal múltiple

El análisis de regresión múltiple permite que varios factores observados afecten o expliquen una variable de respuesta y . En general el modelo de regresión múltiple puede ser representado de la siguiente manera:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u$$

Como se puede observar, se ha propuesto una relación lineal entre la respuesta y y x_k variables explicativas, que es el primer supuesto sobre el modelo: La relación funcional entre las x_k variables independientes y y es una línea recta, donde β_0 es el intercepto, β_1 es el parámetro asociado a x_1 , β_2 es el parámetro a x_2 hasta β_k asociado a x_k .

La relación no es perfecta, ya que se agrega el término de error u . Dado que la parte aleatoria del modelo es la respuesta y , se supone que al error se le “carga” los errores de medición de esta respuesta, así como las perturbaciones que le pudieran ocasionar los términos omitidos en el modelo. Gauss desarrolló este modelo a partir de la teoría de errores de medición, que es de donde se desprenden los supuestos sobre este término:

- i. La esperanza de los errores es cero. $E(u | x_1, x_2, \dots, x_k) = 0$
- ii. La varianza de los errores es constante. $\text{var}(u | x_1, x_2, \dots, x_k) = \sigma^2$
- iii. Los errores no están correlacionados. $\text{cov}(x, u) = 0$,

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

A las variables se les pide que cumplan ciertos supuestos para que el modelo de regresión sea válido, por lo que a continuación se mencionan.

- Linealidad.- Con esto nos referimos a que nuestra variable de respuesta debe ser lineal ya que depende linealmente de la variables explicativas, de lo contrario se realizan transformaciones no lineales a nuestras variables.
- Normalidad .- Para que un modelo de regresión lineal sea válido se requiere que aparte de ser pequeños los residuos también tienen que distribuirse de manera normal
- Colinealidad.- Es cuando dos variables explicativas están estrechamente relacionadas y se incluyen en el modelo de regresión, lo cual genera un problema de estimación en tanto que afecta el tamaño de los errores estándares, tendiendo a hacerlos más grandes.

En esta tesis se aplica un modelo de regresión lineal múltiple estimado a través del método de mínimos cuadrados.

3.4 Descripción de los datos para el modelo

La investigación sobre la población y el ambiente ha avanzado institucional e intelectualmente y atravesando diversas disciplinas científicas, incluyendo la demografía. Como se comentó anteriormente en otros países se han hecho estudios considerando variables poblacionales, en México se han hecho

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

pocos trabajos sobre este tema con una perspectiva demográfica, se han realizado sobre todo estudios agregados a nivel nacional (ver por ejemplo Sheinbaum et al. 1996). Recientemente ha aumentado el interés por realizar estudios a nivel de los hogares, Sánchez (2010), analiza la relación entre variables demográficas y el consumo de energía en los hogares de México el cual fue la referencia para realizar este trabajo. Se reitera que en esta tesis se busca analizar la relación que existe entre el consumo de energía y el tipo y tamaño del hogar. Para el análisis de los datos involucrados con el consumo energético:

- a) Se construirá un indicador del nivel de consumo energético de los hogares utilizan con base el gasto que reportan en combustibles.
- b) Se analizarán los determinantes socio-demográficos de dicho nivel de consumo energético con base a un modelo de regresión lineal con particular atención a los efectos de la composición del hogar.

Por la forma en que se enlistan los datos en la base de la ENIGH 2008, la primera tarea es identificar los códigos referidos al consumo de energía, después se procederá a etiquetar la información y finalmente se realizará el análisis correspondiente.

Para resolver el problema se examinan los posibles factores socio-demográficos que podrían explicar el uso de energía en los hogares rurales. Como factor central explicativo se analiza la composición del hogar, a través de dos variables, el tamaño y el tipo de hogar, pero también se introduce una

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

variable que mide la presencia de niños menos de 12 años en el hogar. Además, en el modelo se considera el ingreso del hogar, el sexo del jefe del hogar y su condición de ocupación.

La variable de consumo energético se obtuvo a partir de las estimaciones realizadas para el proyecto “Desigualdad y determinantes socio demográficos del consumo energético de los hogares urbanos en México”³ y se calcula de la siguiente manera. Primero se calcula el gasto trimestral monetario y no monetario de los hogares en cada uno de los combustibles ('Energía eléctrica', 'Gas (LP)', 'Gas natural', 'Petróleo', 'Diesel', 'Carbón' y 'Leña'). Después se divide ese monto por el precio de los combustibles y luego se multiplica esa cantidad por el poder calorífico ⁴(con datos de los Balances de Energía anuales publicados por la Secretaría de Energía). Esta suma se divide por el tamaño del hogar para así obtener el consumo per cápita (Ver Sánchez 2010 y Jiang y O'Neill (2004) para una explicación más detallada del método).

Antes de correr nuestro modelo de regresión realizamos algunas transformaciones a nuestras variables que elegimos para nuestra investigación. A la variable dependiente se le aplicó una transformación logarítmica para que tuviera normalidad y con ella correr nuestro modelo. Varias de las variables explicativas se tradujeron en una serie de variables dicotómicas (dummys) para ser introducidas en el modelo, tal y como a continuación se explica.

³ Agradezco a la directora del proyecto, Landy Sánchez el acceso a los códigos del programa para la generación de la variable de consumo energético.

⁴ Las estadísticas presentadas en el Balance General de Energía están en términos del poder calorífico neto que es la cantidad total de calor que se libera en un proceso de combustión, excluyendo el calor no recuperable. Equivale al calor del proceso de combustión que se aprovecha en la práctica.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Para representar la composición o estructura o *clase de hogar*, que es una de nuestras variables principales se procedió a hacer la siguiente clasificación a) Unipersonal, b) Nuclear, c) Ampliado y d) Corresidente, esta última nos servirá como categoría de referencia. Se integró la variable cuantitativa tamaño del hogar que nos indica el número de integrantes del mismo. Posteriormente se integraron al modelo las variables dicotómicas, Jefe de hogar hombre, Jefe ocupado, Familia con niños y la variable cuantitativa logaritmo del ingreso per cápita del hogar. El modelo de regresión a estimar es el siguiente

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + u$$

Dónde:

x_1 = Sexo del jefe del hogar

x_2 = Condición de la ocupación del jefe del hogar

x_3 = Integrantes del hogar

x_4 = Clase de hogar

x_5 = Integrantes del hogar menores de 12 años

x_6 = Logaritmo Ingreso total per cápita

En este capítulo se encontró en el análisis descriptivo de los datos que los hogares rurales siguen un patrón muy parecido al de los hogares urbanos.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

En relación al tipo de hogar el sector rural el 68 por ciento de los hogares son nucleares con solo tres puntos arriba de los hogares urbanos, el 24 por ciento son ampliados, solo un punto arriba de los hogares urbanos. A mismo como en los urbanos la jefatura masculina sigue predominando en los hogares rurales y el mayor promedio de edad del jefe se encuentra en los hogares unipersonales y la menos en los corresidentes, si los hogares rurales están teniendo un patrón señalado anteriormente, como en el área urbana podríamos pensar que su consumo de energía también ya que el 64 por ciento de los hogares rurales declararon gastar en electricidad y 37 por ciento en gas LP y en leña que es el combustible tradicional de este sector solo el 9.3 por ciento de los hogares declararon gastar. Estos datos nos dan la pauta para analizar la relación entre la composición y el tamaño de los hogares rurales con el consumo de energía añadiendo otras características del mismo. La forma en que trataremos de contestar nuestra pregunta de investigación en mediante la aplicación de un modelo de regresión lineal, el cual se ha utilizado estudios de energía como se señaló anteriormente, por lo que en el siguiente capítulo se aplicara el modelo con las variables que hemos descrito en el presente capítulo.

4. Análisis de Resultados del Modelo

El objetivo del este capítulo es presentar los resultados del análisis de regresión el cual nos ayudará a contestar nuestra pregunta de investigación, cuáles son los factores que explican el nivel de consumo de energía de los hogares, me centro fundamentalmente en entender qué papel juega la composición del hogar. Se espera que nuestra variable dependiente consumo de energía sea explicada por nuestras variables de tipo y tamaño del hogar, esto es que sean variables significativas en nuestro modelo.

La hipótesis de investigación a explorar es que el consumo energético en los hogares rurales está relacionado significativamente con el número de integrantes y su composición, controlado por otras características sociodemográficas del hogar, porque pueden estar incidiendo en el fenómeno.

4.1 Resultado del modelo de regresión que considera sólo los datos completos disponibles

Como anteriormente se explicó, la variable dependiente es *Log del consumo per cápita de energía* y como variables explicativas nuestro modelo incluye: *Tamaño del hogar, tipo de hogar (Unipersonal, Nuclear, Ampliado)* la cuáles son nuestras variables principales y por otro lado tenemos *Jefe de hogar hombre, Jefe del hogar ocupado Compuesto, Familias con niños* y *Log per cápita de ingreso*. Cabe mencionar que introduzco estas variables siguiendo los estudios sobre la el tema de energía realizados en México y en otros países.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Se realizó un prueba de tolerancia y VIF de multicolinealidad, como podemos observar (Cuadro 4.1) no tenemos ningún problema de colinearidad, es decir ninguna de las variables rebasa el valor de cuatro, mejor aún ninguna rebasó el valor de uno, esto es que nuestras variables explicativas no están correlacionadas entre sí.

Cuadro 4.1 Resultados del VIF

	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
					VIF	Minimum Tolerance	Tolerance
edadh	.319(a)	703.226	0.000	0.320	0.997	1.003	0.997
jefe ocupado	-.079(a)	-149.997	0.000	-0.072	0.826	1.211	0.826
unipersonal	.214(a)	447.834	0.000	0.210	0.959	1.043	0.959
ampliado	-.116(a)	-242.801	0.000	-0.116	0.992	1.008	0.992
coresidente	-.027(a)	-57.421	0.000	-0.028	0.999	1.001	0.999
presencia menores	-.300(a)	-654.650	0.000	-0.300	0.993	1.007	0.993
INGRESO	.421(a)	967.888	0.000	0.422	0.997	1.003	0.997

El Cuadro 4.2 muestra los resultados del modelo de regresión, empleando los datos para los hogares rurales con datos completos. Para cada variable categórica se incluye la categoría de referencia. Dado que la variable dependiente está en la escala logarítmica, se incluye en el cuadro el calor exponencial de los coeficientes de las variables categóricas.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cuadro 4.2 Modelo de regresión lineal datos completos

Variable dependiente Log per capita de consumo de energía					
	Estimador	Error Estandar	Valor t	Pr(> t)	Exponencial de dummies
Jefe de hogar hombre	0.001	0.0163	0.07	0.942	1.001
Jefe de hogar mujer					
Jefe de hogar ocupado	-0.077	0.0162	-4.73	0.000	0.926
Jefe de hogar no ocupado					
Tamaño del hogar	-0.044	0.0037	-12.06	0.000	
Unipersonal	0.548	0.2090	2.62	0.009	1.729
Nuclear	0.472	0.2081	2.27	0.023	1.604
Ampliado	0.499	0.2085	2.39	0.017	1.647
Compuesto	0.278	0.2241	1.24	0.214	1.321
Corresidente , categoría de referencia					
Familias con niños	-0.063	0.0144	-4.40	0.000	0.939
Familias sin niños					
Log per capita de ingreso	0.184	0.0077	24.07	0.000	
(Intersección)	1.287	0.2191	5.87	0.000	
R-cuadrado Ajustada	0.250				

El ajuste del modelo (R2 ajustado) es moderado, sugiriendo que las variables independientes explican 24.85 por ciento de la variación en el consumo energético de los hogares rurales. Por otro lado, si consideramos los efectos de las variables podemos observar que el tipo de hogar tiene un efecto significativo sobre el consumo. Los hogares rurales unipersonales tienen un consumo de energía per cápita 73% mayor que los hogares corresidentes, así también el consumo de los hogares nucleares es un 60% y el de los hogares ampliados es 65% más alto que el de los corresidentes. Todos estos efectos son estadísticamente significativos, mientras que el consumo de los hogares compuestos no puede distinguirse estadísticamente del de los corresidentes, aunque también tiende a ser mayor (32%).

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Por otro lado, como los estudios sugieren, el tamaño del hogar disminuye significativamente la demanda de energía por cada miembro en que el hogar aumenta (4%). La literatura nos dice que esto se debe a que hay economías de escala en el consumo energético (Pachauri, 2004). Analizando la estructura familiar, tenemos que una familia con niños menores de doce años reduce su demanda de energía en un 6% en relación con las familias sin niños, esto puede estar relacionado con el momento del ciclo de vida familiar: aquellos hogares en momentos más avanzados del ciclo tienden a consumir más (Pachauri 2004, Sánchez 2010)

Mientras que no hay evidencia estadística de que el sexo del jefe del hogar evidencia tenga un impacto en el consumo de energía, los hogares con jefes ocupados tienen un consumo de energía 7% menor que los hogares con jefes no ocupados, este resultado podría ser que al quedarse en el hogar los jefes desocupados consumen más energía, en México los desocupados (as) tienden a ser gente que tiene mayor nivel educativo, capacidad de ahorro por cierto tiempo y se pueden dar el lujo de estar desocupados por mayor tiempo. Por último el ingreso per cápita contribuye positivamente y significativamente al consumo de energía per cápita, por cada 1% de incremento la variable explicativa ingreso, la variable dependiente consumo incrementa en 2 por ciento. Este resultado ya se esperaba ya que la literatura muestra que los ingresos de los hogares son claramente un factor determinante en uso de la energía, también el ingreso del hogar determina el tipo de combustible que puede comprar (Jiang y O'Neill 2004).

4.2 *Imputación de datos faltantes*

Como se recordara del análisis presentado en el capítulo anterior, un número importante de hogares no declararon gasto (monetario o no monetario) en diversos combustibles entre los hogares rurales, por lo que existe una considerable proporción de datos faltantes en la variable dependiente (23.4 por ciento). Eso nos lleva a la necesidad de considerar un método de imputación de datos faltantes y a fin de considerar si estos no tienen un efecto sobre los resultados antes presentados. Es decir, si los datos faltantes no afectan las estimaciones sobre cuál es la relación entre la composición y tamaño del hogar y el consumo energético.

4.2.1 *Clasificación de los distintos mecanismos de no-respuesta*

Cabe mencionar que hay varios mecanismos de ignorabilidad (no-respuesta) en los cuales se supone que la no-respuesta es aleatoria y que por ello existe un tipo de mecanismo que rige o genera a los datos faltantes, a continuación se presenta una clasificación de estos mecanismos:

Datos faltantes completamente al azar

Datos faltantes completamente al azar (missing completely at random, MCAR).-

Sea Y una variable dependiente, si la probabilidad de la no-respuesta de esta variable es independiente de la misma variable Y , y también es independiente de cualquier otra variable independiente X medida que determina a Y . Es decir los datos faltantes no están vinculados con los datos observados y con los

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

datos ausentes, este mecanismo también es conocido como no-respuesta completamente aleatoria (missing completely at random, MCAR). (Vargas y De la Vega, 2010)

Datos faltantes al azar

Datos faltantes al azar (missing at random, MAR.- Sea la no respuesta de una variable dependiente de interés Y , si la probabilidad de esta no-respuesta no depende de la variable dependiente Y cuando es controlada por otras variables independientes X , este mecanismo también se llama de no-respuesta aleatoria (missing at random o MAR). En otras palabras la distribución de los valores faltantes no depende de los valores perdidos en sí, solo se explican a partir de las variables observables es decir, pueden ser modelados por las mismas. (Vargas y De la Vega, 2010)

No Ignorable

Se conoce como no-respuesta no-ignorables (NI) a la no-respuesta de una variable dependiente en la cual la probabilidad de no-respuesta está vinculada con la variable dependiente Y , inclusive si es controlada por las variables independientes X . Esto es que existen variables independientes no medidas en el estudio que determinan tanto la variable dependiente como la no-respuesta es decir los valores faltantes dependen de variables no observables . A este mecanismo también se le llama No Ignorable (NI), (Vargas y De la Vega, 2010).

En nuestro caso consideramos que los datos faltantes de la base de la ENIGH 2008 son al azar, siguen un mecanismo de no-respuesta aleatoria

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

(missing at random o MAR), porque hay una relación entre los valores que me hacen falta en mi variable dependiente y los valores que tengo en mi variable explicativa, cuando controlamos con la variables explicativas que tenemos podemos explicar los valores que hacen falta, esto significaría que una parte del patrón esta explicado por los observables, los valores faltantes están relacionados con las variables explicativas, existe un patrón, pero este puede ser completamente explicado por las variables observables que se tienen en la base por lo que puedo explicar este por medio de un modelo que me prediga los datos. Al correr nuestro primer modelo de regresión lineal encontramos que había 1,572 datos faltantes que representa el 23.4 por ciento, revisamos la base y no encontramos algún patrón que siguieran los datos faltantes. Dada esta alta proporción de datos faltantes, se decidió no ignorarlos, como probablemente lo han hecho en algunas investigaciones, sino buscar un método para imputarlos y analizar si nuestro modelo mejora en su bondad de ajuste. Fundamentalmente lo que se busca es utilizar la información de los hogares que si declararon su consumo energético para, condicional en sus características socio-demográficas, imputar el valor esperado del consumo a los hogares que no lo hicieron.

Existen algoritmos para hacer las imputaciones como el EM, FILM y MI (Esperanza-Maximización, Máxima Verosimilitud con Información Completa e Imputaciones Múltiples). Para este trabajo utilizamos el algoritmo llamado de Esperanza-Maximización (EM) (Dempster, Laird, & Rubin, 1977). Este algoritmo se ejecuta en dos pasos, primero calcula los valores esperados (E) esperanza de los datos incompletos, dado los datos y valores estimados

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

actuales; y el segundo paso es la maximización (M) el cual se repite varias veces hasta llegar a lo óptimo. Para aplicar el algoritmo EM utilizamos la biblioteca llamada Amelia que se encuentra en el paquete estadístico R, que nos permitió realizar las imputaciones por medio de ese método (Vargas y De la Vega, 2010).

4.3 Variables utilizadas para la aplicación del algoritmo EM

La imputación realizada con el algoritmo de la librería Amelia utilizó las siguientes variables:

Jefe del hogar hombre.-Variable dummy (dicotómica) que indica el sexo masculino del jefe de hogar.

Jefe de hogar ocupado.- Variable dummy (dicotómica) que señala la *condición de la ocupación del jefe del hogar* en este caso es ocupado.

Tamaño del hogar.- Variable cuantitativa discreta indica el número miembros o integrantes del hogar.

Para la clase de hogar, se integraron las variables dummies (dicotómicas).- a) Unipersonal, b) Nuclear, c) Ampliado, d) Corresidente, que representan la estructura del hogar.

Familias con niños.- Variable dummy (dicotómica) indica la presencia miembros del hogar menores de 12 años, presencia de niños.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Log per cápita de ingreso.- Variable cuantitativa continua que corresponde al ingreso trimestral per cápita de los hogares, la cual se le efectuó una transformación a esta variable aplicando el logaritmo para normalizarla.

Gasto.- Variable cuantitativa de tipo continuo que corresponde al gasto trimestral per cápita de los hogares. Para poder integrarla al modelo se le efectuó una transformación a esta variable aplicando el logaritmo.

La variable cuantitativa *Edad* que indica la edad media de edad del jefe del hogar, se decidió incluirla por que indica una cualidad mas del jefe del hogar. También se incluyeron las variables dummies (dicotómicas) 1) Sin educación, 2) Educación básica y 3) Educación superior, que se formaron a partir de la variable categórica Educación del jefe del hogar.

Las variables cuantitativas continuas: Electricidad, GasLP, Gasnat, Petróleo, Diesel, Carbón, Leña; se eligieron para aplicar el método de imputación por que estas se generaron a partir de variables con códigos de energía del archivo gasto de la ENIGH 2008. Estas variables representan el gasto trimestral de cada energético. Para poderlas integrar al paquete de imputación se les realizó una transformación a cada variable aplicando el logaritmo.

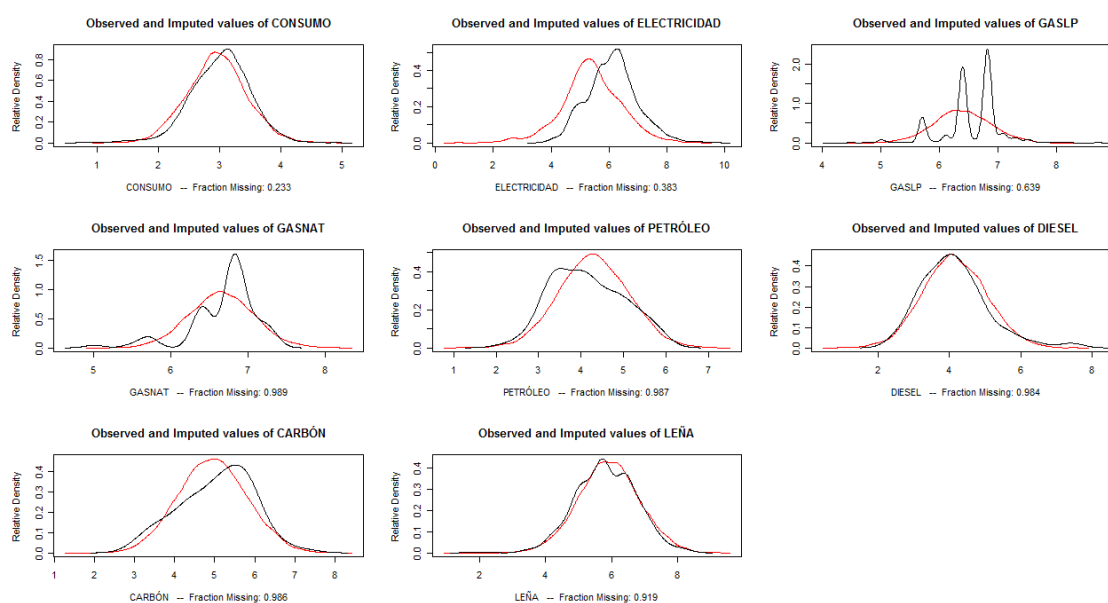
4.4 Resultados del modelo después de imputar datos

Una vez imputados los datos, obviamente, ya no se tuvieron casos faltantes en ninguna de las variables incluidas en el modelo. Para la mayoría de las variables, las distribuciones de las variables no se modificaron notablemente

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

después de la imputación (ver gráfica 4.1). Sin embargo, para algunas variables la imputación transforma su distribución de manera más importante. En las gráficas por combustibles se aprecia que en el caso de la electricidad, la línea roja (datos imputados) se distribuye más normalmente que los datos no imputados (línea negra). También en el caso de Gas LP y Gas natural, la imputación suavizó la distribución de los datos.

Gráfica 4.1 Distribución de las variables antes y después de la imputación



Con esta nueva base sin datos faltantes, se volvió a estimar el modelo de regresión presentado al inicio de este capítulo para ver si se llega a las mismas conclusiones de cómo afecta la composición del hogar al consumo energético.

El siguiente cuadro (4.3) muestra los resultados del modelo de regresión lineal del consumo energético de los hogares, después de imputados los datos.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Los resultados sugieren que la imputación mejoró sólo ligeramente la bondad de ajuste del modelo (en un 1%) y los resultados del modelo se sostienen tanto en términos de los tamaños, dirección y significancia de los coeficientes en comparación con el modelo previo a la imputación. Es decir, que este modelo también apoya la conclusión de que el tipo y tamaño del hogar afectan significativamente el nivel de consumo energético per cápita, después de controlar por otras características sociodemográficas relevantes.

Cuadro 4.3 Modelo de regresión lineal datos imputados

Variable dependiente Log per capita de consumo de energía					
	Estimador	Error Estandar	Valor t	Pr(> t)	Exponencial de dummies
Jefe de hogar hombre	-0.001	0.0143	-0.07	0.945	0.999
Jefe de hogar mujer					
Jefe de hogar ocupado	-0.078	0.0143	-5.47	0.000	0.925
Jefe de hogar no ocupado					
Tamaño del hogar	-0.042	0.0032	-13.09	0.000	
Unipersonal	0.538	0.2080	2.59	0.010	1.712
Nuclear	0.463	0.2073	2.23	0.026	1.589
Ampliado	0.478	0.2076	2.30	0.021	1.612
Compuesto	0.322	0.2199	1.47	0.143	1.380
Corresidente , categoría de referencia					
Familias con niños	-0.055	0.0127	-4.33	0.000	0.947
Familias sin niños					
Log per capita de ingreso	0.188	0.0066	28.71	0.000	
(Intersección)	1.248	0.2155	5.79	7.32E-09	
R-cuadrado Ajustada	0.259				

Los resultados del modelo de regresión lineal con datos imputados observamos que los efectos de las variables del tipo de hogar también son significativos sobre el consumo de energía. Los hogares rurales unipersonales

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

con un consumo de energía per cápita 71% mayor que los hogares corresidentes, dos puntos abajo comparado con el modelo de datos originales. El consumo de los hogares nucleares es un 59% y el de los hogares ampliados es 61% más alto que el de los corresidentes, uno y cuatro puntos debajo de los resultados del modelo original. Todos estos efectos son estadísticamente significativos, mientras que el consumo de los hogares compuestos no puede distinguirse estadísticamente del de los corresidentes, como en el modelo original, es mayor (38%), aumento siete puntos del modelo original.

Imputar datos faltantes es metodológicamente lo más adecuado. Lo que los resultados exhiben es que este modelo con los datos imputados muestran una mejora en la bondad y ajuste, además compruebo que los resultados son congruentes con los resultados hallados antes, aun después de imputar mis resultados en la relación entre las variables explicativas y la dependiente son consistentes. Podemos decir que los resultados encontrados no dependen del sesgo que se podría tener derivado de los datos faltantes.

En este capítulo se presento el resultado del modelo de regresión, el cual nos propone que nuestras variables dependientes explican 24.85 por ciento de la variación en el consumo energético de los hogares rurales. Observamos que nuestras principales variables: el tipo de hogar y tamaño del hogar, tienen un efecto significativo sobre el consumo. El tamaño del hogar disminuye significativamente la demanda de energía por cada miembro en que el hogar aumenta (4%). Con el ejercicio realizado de imputación de datos faltantes, obtuvimos una mejora ligera de la bondad de ajuste del modelo (en un 1%) nuestras variables importantes no tienen cambios relevantes y los

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

resultados del modelo se sostienen tanto en términos de los tamaños, dirección y significancia de los coeficientes. Podemos concluir que nuestra hipótesis son ciertas ya nuestra variables principales son significativas.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Conclusiones

Como se mencionó anteriormente en México en el 2008 el consumo de energía residencial se puede considerar que no es muy elevado representa el 16%. El combustible más utilizado en los hogares de nuestro país es el gas LP, con una participación de alrededor del 80 por ciento. El segundo combustible más utilizado de este sector es la leña, principalmente en hogares rurales, estimaciones de Díaz (2002) nos señalan que ha llegado a representar hasta el 45 por ciento del consumo total del sector residencial.

El patrón de consumo de energía de los hogares rurales en México está cambiando, tradicionalmente estos hogares dependían, como se señaló anteriormente, combustibles que incluían diferentes tipos de biomasa principalmente leña, que era utilizada especialmente para cocinar. Como es sabido este combustible tiene un efecto más fuerte en términos de impacto en la salud y ambiental debido a que tiene un poder calorífico más alto que otros tipos de combustible. Por medio del análisis descriptivo de los datos de la ENIGH 2008 encontramos que el 9.32 por ciento de los hogares rurales declararon gastar en leña y el 37.42 de los hogares declararon gastar en Gas LP, observamos que el principal combustible que al parecer utilizan los hogares rurales es el Gas LP. Como otros estudios señalan, es probable que no se esté dando una sustitución de la leña por otro combustible (Gas LP), sino que se está presentando un uso mixto de combustibles.

Esta tendencia nos muestra que los hogares rurales están cambiando evidentemente de tipo de combustible. Entonces podemos decir que en

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

términos de salud y en términos del efecto sobre el nivel de emisiones el impacto se está reduciendo. Se podría decir que México está pasando por transición energética, las poblaciones rurales en los años sesenta utilizaban casi solo leña para cocinar y en las siguientes décadas aumentó paulatinamente la proporción de hogares que utilizan otros combustibles.

En el sector rural en México las poblaciones rurales han disminuido, los hogares han cambiado en su estructura tamaño y composición, aparte de que sigue pasando por varios procesos de transformación y modernización también está pasando, en una etapa avanzada, por el fenómeno llamado “transición energética

Este trabajo busco mostrar, por medio de la información arrojada ENIGH 2008, si el consumo de energía de los hogares rurales está relacionado significativamente con el tamaño del hogar y su composición. Se analizó la relación del consumo de energía entre los tipos de hogares y su composición, controlada por otras características socio-demográficas.

Para contestar esta pregunta se utilizó el modelo de regresión lineal, ya que se ha utilizado en estudios de energía. Este modelo se utiliza en variables con distribución normal, tanto dependientes como la variable dependiente. Aparte que los coeficientes del modelo son algo sencillos de interpretar ya que representan el cambio porcentual del consumo de energía por el cambio del 1% en la variable explicativa continua, un ejemplo sería en nuestro caso es el ingreso per cápita de los hogares.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Cabe destacar que la estructura de los hogares es un factor importante dependiendo el tipo de hogar el consumo de energía varia y el tamaño del hogar disminuye significativamente la demanda de energía per cápita por cada miembro en el hogar aumenta. Por otro lado en la desigualdad del ingreso, tenemos que entre mayor sea el ingreso se incrementa el consumo de energía.

En nuestro trabajo encontramos que el tamaño del hogar tiene un efecto en términos de que conforme aumenta el tamaño del hogar disminuye el consumo energético, esto se puede asociar con economías de escala, la literatura nos indica que hay economías de escala en el consumo, aparte la literatura nos dice que el tamaño de los hogares rurales se está reduciendo. Pero si el tamaño del hogar se está reduciendo, entonces por nuestro resultado podemos decir que a menor tamaño de los hogares el consumo de energía irá aumentando. Esto tiene potenciales implicaciones ambientales, si la tendencia se sostiene a menores tamaño de hogar en el futuro lo que se puede esperar que el impacto ambiental en los hogares rurales va ir aumentando, simplemente por una tendencia poblacional.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

Bibliografía

- Appendini, Kirsten 2009, "Economic liberalization, changing livelihoods and gender dimensions in rural México". En Documento-taller de la FAO, *Workshop on Gaps, trends and current research in gender dimensions of agricultural and rural*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/ International Fund for Agricultural Development (IFAD)/ International Labour Office (ILO), Rome, March - 2 April 2009, pp 1-27.
- Appendini, Kirsten y Torres-Mazuera, Gabriela 2008. ¿Ruralidad sin agricultura? *Perspectivas multidisciplinarias de una realidad fragmentada*, El Colegio de México, pp13-26.
- Bonfil Sánchez, Paloma. 1996, "Las familias rurales ante las transformaciones socioeconómicas recientes" *Estudios agrarios*, México, vol. 2 No. 5 pp. 64-78.
- Bloom, David E. y Khanna, Tarun 2007, "La revolución urbana" *Revista Finanzas y desarrollo*, Fondo Monetario Internacional, Septiembre 2007, vol. 44, Número 3pp.9-14. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2007/09/pdf/bloom.pdf> consultado en agosto 2010,
- Díaz Jiménez, R. 2000, "Consumo de leña en el sector residencial de México, Evolución histórica y emisiones de CO2". *Tesis Maestría en Ingeniería (energética)*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Díaz, R. y Masera, O. 2002, "Uso de leña en México: situación actual, retos y oportunidades" , *Balance Nacional de Energía*. Secretaria de Energía, SENER México D. F. pp. 99-109.
- De Grammont, Hubert C. 2006, "La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos: de la Unidad Económica Campesina a la Unidad Familiar Pluriactiva." Quito: Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU).
- INEGI. 2009, *Diseño Muestral. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008*. México, D. F. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI),
- Jiang, L & O'Neill, B. 2004, "The energy transition in rural China" *International Journal Global Energy Issues*, vol. 21, pp. 2-26.
- Lerner, Susana 1984, "Cambios en la estructura agraria y dinámica poblacional. Introducción". *Memorias del congreso Latinoamericano de Población y Desarrollo, Vol. II*, México, UNAM/El Colegio de México/PISPAL.

Estimaciones del consumo energético de los hogares rurales en México con base en la ENIGH 2008

- Pachauri, S. & Spreng D. 2002, "Direct and indirect energy requirements of households in India", *Energy Policy*, vol. 30 pp. 511-523.
- Pachauri, S. 2004, "An analysis of cross- households in India", *Energy Policy*, vol. 30 pp. 511-523.
- Pacheco Gómez, Edith 2009, "¿Cómo ha evolucionado la población que labora en actividades agropecuarias en términos socio-demográficos?", El Colegio de México/CEDUA. Mimeo.
- Reyna Bernal, Angélica y Hernández Esquivel, Juan Carlos 2006, "Poblamiento, desarrollo rural y medio ambiente. Retos y prioridades de la política de población", *La situación demográfica de México 2006*, CONAPO, México.
- Sánchez, Landy 2010, "Inequality and Household Energy Consumption in Urban Mexico", El Colegio de México.
- SENER 2008, *Prospectiva del mercado de Gas LP 2008-2017*, SENER.
- SENER 2008, *Balance Nacional de Energía 2007*, SENER.
- Sheinbaum, C. Martínez, D & Rodríguez, L 1996, "Trends and Prospects in Mexican residential Energy", *Energy*, vol.21, No.6, pp. 493-504
- Vargas Delfino y De la Vega Jorge, 2010. Notas del Curso de Análisis de datos Faltantes (Nivel Básico).
- Wooldridge, Jeffery M., 2000, "Introductory econometrics: a modern approach", Michigan State University, South-Western College Publishing a division of Thomson Learning pp. 66-112.
- Zamora Muñoz José Salvador, 2009. Notas del Curso de Aplicaciones Estadísticas con R