



CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TÉSIS

JOSÉ MANUEL DEL MURO GUERRERO

Los Determinantes de la Decisiones de Transporte
de los Hogares en México: Un Estudio
Microeconómico

ÍNDICE

Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Introducción	1
Capítulo I	
Literatura Relevante	
Propiedad de Automóvil.....	3
Uso de Automóvil.....	6
Uso de Servicios de Camión.....	8
Uso de Servicios de Taxi y Metro.....	9
Capítulo II	
Metodología Econométrica	
Modelo de Probabilidad Lineal.....	11
Modelos Probit y Logit.....	13
Modelo de Regresión Censurado.....	18
Capítulo III	
Datos	
Capítulo IV	
Estimación y Resultados	
Propiedad de Automóvil.....	25
Uso de Automóvil.....	27
Uso de Servicios de Camión.....	29
Uso de Servicios de Taxi.....	31
Capítulo V	
Análisis Regional de las Decisiones de Transporte	
Propiedad de Automóvil.....	34
Uso de Automóvil.....	38
Uso de Servicios de Camión.....	40
Uso de Servicios de Taxi.....	43
Uso de Servicios de Metro.....	46
Conclusiones	49
Bibliografía	51

AGRADECIMIENTOS

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. (Fil. 4:13)

A Dios, quien me dio la vida, me regaló una familia muy bonita y amigos entrañables, quien me otorgó la oportunidad de estudiar la Maestría en Economía en El Colegio de México A.C. y quien en cada mañana me regala un día más con la esperanza de tener una vida mejor.

A mi Papá y Mamá, Diana - Ricardo, Oliver, Jorge-Marine y Jorgito Emilio porque Dios nos ha permitido estar juntos y porque con sus interminables palabras de comprensión, amor y aliento siempre me han apoyado en las metas que me he fijado.

A mi Asesor, el Profesor Esquivel, por la transmisión de su conocimiento, por sus inteligentes consejos, su inagotable solidaridad y sobretodo por su amistad, sin duda el mejor profesor que he tenido en mi vida académica.

A mis amigos Araceli, Katya, Karla, Gustavo, José Manuel y Oscar – Susy por su comprensión, compañerismo, consejos y por todos los momentos gratos que mutuamente nos hemos regalado.

A Máximo García Sánchez y Juan Francisco Islas por sus apreciables comentarios, disposición y ayuda en el desarrollo de este trabajo.

Al Revisor Anónimo por sus valiosas sugerencias que enriquecieron esta versión final.

RESUMEN

El presente estudio analiza los determinantes de las decisiones de transporte de los hogares en México a través de la estimación de las demandas tanto a nivel privado como público mediante el uso de metodologías econométricas de variable dependiente limitada. Por el lado de la demanda de transporte privado se estima la probabilidad de que un hogar posea un automóvil así como la demanda de su utilización, mientras que por el público se examina la demanda de transporte público a través del análisis del uso de servicios de camión, de taxi y metro en base a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México (2002). Además se realiza un análisis regional, calculando la elasticidad ingreso de los hogares a la demanda de los tipos de transporte separando el análisis en dos submuestras que corresponden a los hogares que poseen y los que no automóvil.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del trabajo es analizar los determinantes de las decisiones de transporte de los hogares en México a través de la estimación de las demandas tanto a nivel privado como público. Por el lado de la demanda de transporte privado se estima la probabilidad de que un hogar posea un automóvil así como la demanda de su utilización, mientras que por el público se examina la demanda de transporte público a través del análisis del uso de servicios de camión, de taxi y metro.

El estudio de los determinantes de las decisiones de transporte es importante en la planeación de nuevas obras de infraestructura vial, en el estudio de la conducta de los agentes así como en el diseño de políticas fiscales, ambientales y de crecimiento urbano de tal manera que sean más eficientes las correcciones de ciertas externalidades producidas por crecimiento de las ciudades.

El presente estudio hace uso de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México (2002), que presenta datos de sección cruzada a nivel nacional para 17,129 hogares para localidades de 2,500 habitantes y más y localidades de menos de 2,500 habitantes, acerca de las características sociodemográficas de los hogares, ingresos percibidos, gastos realizados, condiciones de actividad, educación, vivienda y transporte (entre otras).

El análisis aquí realizado se basa en la metodología generada en la literatura relevante sobre demanda de transporte, utilizando el modelo probit para estimar la probabilidad de que un hogar tenga un auto y el modelo Tobit en la estimación de las demandas de servicios de automóvil y de transporte público.

En el Capítulo I se realiza una breve revisión de la literatura que ha tenido gran influencia en los estudios de los determinantes de las decisiones de transporte de los hogares. Se exponen las metodologías empleadas, las variables que han sido utilizadas así como la naturaleza de los datos y los resultados más importantes que se han obtenido.

En el Capítulo II se explican las metodologías a utilizar en las estimaciones de los capítulos subsecuentes. Se describe la naturaleza de los modelos probit, logit y Tobit, así como la derivación de las funciones de máxima verosimilitud, explicando los componentes y la interpretación de los efectos marginales producto de las estimaciones.

Finalmente, en los Capítulos III y IV se presentan los resultados de las estimaciones realizadas a nivel nacional y regional, separando el análisis en dos submuestras que corresponden a los hogares que poseen y los que no.

CAPÍTULO I

LITERATURA RELEVANTE

De diversas maneras ha sido estudiada la demanda de transporte tanto público como privado, con distintas metodologías que han hecho evolucionar la literatura de transporte tanto en nuevas técnicas econométricas como en mejoras de modelos y en la elección de los factores que la afectan.

En esta sección se analizan algunos de los artículos más importantes en el estudio de la demanda de transporte de los hogares y que han diferido tanto en metodologías como en utilización de variables. Primeramente se describen los artículos que han analizado la probabilidad de que un hogar tenga un automóvil para posteriormente estudiar los que han tratado la demanda de uso de autos y finalmente se analizan los que estudian la demanda de transporte público, específicamente en utilización de servicios de camión, taxi y metro.

Propiedad de Automóvil

Una gran cantidad de artículos que han dedicado su análisis al transporte se han enfocado al estudio de la propiedad de automóvil en los hogares a través de la utilización de modelos de variable dependiente limitada y otras especificaciones incorporando nuevas alternativas en el tratamiento de los datos.

Algunos de ellos han empleado especificaciones del modelo logit abordándolo de diferentes maneras. Cragg y Uhler (1970) y Thobani (1982) utilizaron datos de sección cruzada para desarrollar sus estudios, sin embargo, el primero de ellos, a diferencia del segundo, hace un análisis multiperíodo¹ estimando la probabilidad de que un hogar adquiera un auto y la probabilidad de que se quede con él después de un período de tiempo. A partir de un modelo de adaptación del enfoque Lancaster², se sugiere que la naturaleza de la solución

¹ Para los años 1961, 1962 y 1963

² El enfoque Lancaster tiene la particularidad de que el problema de unidades de consumo se expresa como multiperíodo no lineal

del modelo depende crucialmente de las relaciones entre los costos, el valor y los usos que se le da al automóvil, además del ingreso disponible. Otro estudio con especificación del modelo logit, es el de Jaumandreu y Moral (2001), quienes, a diferencia de Cragg y Uhler (1970) y Thobani (1982) utilizan datos en series de tiempo para estimar las elasticidades precio (propia y cruzadas) de la demanda para un extenso número de modelos de autos distintos.

Thobani (1982) estudió la propiedad de automóvil tomando en consideración el tiempo de traslado al lugar de trabajo. Estimó la probabilidad conjunta de que un individuo realice una cierta elección de modo de transporte como una función de los atributos de los modos y de las características sociodemográficas del individuo e indica que la decisión de comprar un auto se realiza simultáneamente con la decisión del modo (de transporte) de ir a trabajar. Por su parte, Jaumandreu y Moral (2001), suponen un gran número de consumidores, una variedad de productos y una función de densidad de probabilidad que caracteriza la distribución del ingreso entre consumidores y estiman las demandas para 164 modelos de autos señalando que los autos con menos atributos tienden a mostrar elasticidades más bajas, mientras más alto sea el nivel de ingreso.

Hanly y Dargay (2000) y Nolan (2002) modelan la propiedad de automóviles tanto en Gran Bretaña como en Irlanda (datos de la Ciudad de Dublín) por medio de un modelo probit³. El primero de ellos, utiliza datos en panel e investiga la influencia de las decisiones pasadas en las elecciones presentes, es decir, el impacto que tiene el hecho de que el hogar ya cuente con al menos un auto o bien, que el hogar haya tenido alguna vez un auto. El segundo, a través de datos de sección cruzada analiza la probabilidad de que un hogar posea un automóvil y estima las elasticidades de demanda para algunas variables independientes continuas.

³ Hanly y Dargay (2002) utilizan una especificación *ordered probit*

De las especificaciones utilizadas por Hanly y Dargay (2000)⁴, encuentran que el número de autos previos (que tiene o ha tenido el hogar) es un determinante importante en la adquisición de autos nuevos, además el modelo sin estado de dependencia⁵ muestra una fuerte heterogeneidad que tiene un efecto sustancial en los coeficientes estimados. Nolan (2002) encuentra que de acuerdo con la elasticidad ingreso de la demanda, la posesión de un auto es un bien de lujo y establece que otros factores (distintos al ingreso) pueden ser importantes en su estimación.

Existen pocos artículos que utilizan el modelo tobit en la estimación de la propiedad de autos, en uno de los primeros artículos que dedican completamente su análisis a la demanda de automóviles, Bennett (1967) utilizó un modelo básico de consumo e incorporando los gastos de consumo de los hogares⁶, el ingreso y otras variables sociodemográficas obtuvo resultados de la elasticidad ingreso del gasto de consumo en automóviles que eran significativamente distintos a los obtenidos por otros autores previamente. Encontró que el consumo de autos crece con el ingreso, no igual para todos los estratos, sino que crece a una tasa menor en los hogares de alto ingreso que en los de bajo ingreso. La razón principal en las diferencias en los resultados era la utilización de la (para entonces) nueva metodología.

En la década de los 90's, surgieron nuevos artículos empleando otro tipo de metodologías a las que venían aplicándose regularmente. Galal Said (1992) desarrolla un modelo utilizando una base de datos de sección cruzada, en el que las probabilidades de que un hogar posea un auto se modelan como función de las características sociodemográficas relevantes del hogar a través de un Modelo Lineal Generalizado. Usando esta metodología con el objetivo de separar las diferencias de grupos raciales en la región de estudio⁷ y de esta

⁴ Se utilizaron dos especificaciones distintas de la variable de estado (variable dependiente en este caso), en la primera se usó el primer rezago del número de autos que posee el hogar (Y_{t-1}^i), que implica que el impacto de la variable de estado es la misma para todos los niveles, mientras que en la segunda se incluyeron dummies rezagadas para los distintos niveles de propiedad de autos en el período anterior. Se estimaron seis modelos, tres que incluyeron heterogeneidad no observada y tres que incluyeron un componente invariante específico de tiempo en el término de error.

⁵ El término estado de dependencia es la situación del hogar con respecto al número de autos que posee, previo a la compra de un auto

⁶ El autor utiliza las encuestas anuales de 1955 a 1957 de la Survey of Consumer Finances

⁷ Las tres grandes grupos que se analizan son Kuwaitíes, Árabes y Asiáticos

forma analizar por separado la estimación de la media del número de autos en los hogares, así como su desviación estándar. Button, Ngoe y Hine (1993) emplean Mínimos Cuadrados Múltiples (MCM)⁸ con un enfoque cuasi-logístico para determinar la influencia de distintos factores económicos en la propiedad de autos para algunos países de bajo ingreso. Dargay y Vythoukias (1999) dedican su artículo a la estimación de un modelo de propiedad de automóvil a través de un enfoque dinámico. Ellos utilizan un conjunto de datos pseudo panel⁹ para analizar el impacto en el tiempo de variables sociodemográficas y económicas sobre la propiedad de autos experimentando un mejor ajuste en especificaciones de efectos fijos y efectos aleatorios que con Mínimos Cuadrados Ordinarios y otras especificaciones que incluyen procesos autorregresivos de orden 1.

Uso de Automóvil

Algunos estudios después de haber estimado la probabilidad de que un hogar tenga un auto, calculan la demanda de uso del automóvil en los que toman en cuenta la distancia que recorren los agentes hacia los lugares de trabajo, variables sociodemográficas y económicas desde un enfoque urbano en la mayoría de los casos, aplicando diferentes metodologías econométricas como Tobit, Método Generalizado de Momentos, Mínimos Cuadrados no Ponderados, entre otros.

Entre los estudios que utilizan el modelo Tobit se encuentra el de Nolan (2002), que estima los coeficientes a través de la maximización de la Función de Máxima Verosimilitud y ajusta la posible no normalidad de la variable dependiente¹⁰ a través de una transformación del seno hiperbólico inverso. Johansson-Stenman (2002) utilizó una especificación en la

⁸ Realizan también un análisis empleando *pooled log-linear* en el que el nivel de saturación no se asume, los resultados son similares por lo que se respaldan los resultados obtenidos por éste método

⁹ Pseudo panel es una forma de datos introducida a la estimaciones de demanda de bienes realizada por Deaton (1985), que está construida de una serie repetida de datos de sección cruzada. De acuerdo a Dargay (1998), este tipo de metodología trata los promedios dentro de *cohorts* como observaciones de un panel. Por medio de la utilización de información de distintas muestras independientes de sección cruzada de la población recogida sobre el tiempo, es posible investigar la dinámica de la conducta de elección a nivel individual, con lo que de cierta manera se elude la necesidad de un panel. Los resultados que se obtienen de este tipo de metodología sugieren que la aplicación de datos de sección cruzada proveen una base fructífera para la exploración de la dinámica de la conducta de elección de los individuos en materia de transporte, sin embargo, esta forma de tratamiento de los datos tiene un *trade-off* entre el tamaño y el número de los *cohorts* que de cualquier manera llevará a una pérdida de eficiencia ya sea dentro del *cohort* o entre *cohorts*.

¹⁰ Usando el Gasto en Gasolina que realiza el hogar como proxy del uso de auto

que la probabilidad de una observación cero se supone es independiente del modelo de regresión para observaciones positivas, por lo que se estiman separadamente las tres decisiones que debe tomar el individuo en este problema –tener o no auto, conducir o no conducir una vez que sí se tiene auto y cuánto manejar dada una distancia conducida mayor a cero-. Además, el autor analiza una controversia entre los estudios micro versus los macro, esto debido a que las magnitudes de las elasticidades realizadas en los diferentes estudios difieren entre sí¹¹, argumenta que una de las posibles explicaciones son los cambios estructurales que siguen a los períodos de alto ingreso, es decir, la demanda de transporte depende directamente del ingreso pero indirectamente de la infraestructura (resultado de esos cambios estructurales).

La mayoría de las estimaciones de la demanda de uso de auto se han realizado por Mínimos Cuadrados, Henshe, Milthorp y Smith (1990) utilizan una estimación de dos etapas debido a la complejidad de la función de verosimilitud conjunta resultante del proceso de maximización de la función de utilidad. Estiman primeramente la elección discreta (decisión de adquirir un auto) para después calcular un índice que evalúa la presencia de autoselección¹². Button, Ngoe y Hine (1993) adoptaron una estructura de modelación enfocada a reflejar la no linealidad de las variables independientes¹³ al estimar la demanda de uso de automóvil (Kilómetros recorridos por vehículo) incorporando un efecto del tiempo en el uso del automóvil.

Labeaga y López (1997) y Golob, Bunch y Brownstone (1997) sugieren el uso de nueva metodología en la estimación de la demanda de uso de auto, el primero calcula las elasticidades ingreso y precio a través de una especificación Almost Ideal Model (AIM) de Deaton y Muelbauer (1980), en la cual las participaciones de gasto se relacionan con el logaritmo de los precios y del gasto real. Las estimaciones se realizaron mediante el uso de Within Groups (WG) y por Método Generalizado de Momentos (GMM). El segundo por su parte, describe un nuevo modelo de conducta de uso de automóvil tomando en cuenta el

¹¹ Regularmente las elasticidades en estudios macro son más grandes

¹² Selectividad ocurre si un individuo al escoger un vehículo, lo utiliza más o menos que los individuos idénticos (escogidos aleatoriamente de la muestra)

¹³ Se utilizaron como variables independientes ingreso, precio de la gasolina y grado de urbanización.

tipo de auto, estimando por Mínimos Cuadrados no Ponderados (NWLS), tanto en efectos within, between y across la demanda de uso de auto. Finalmente presentan un método de pronóstico que toma en cuenta la heterogeneidad (derivada de factores de estilos de vida) de los hogares.

Uso de Servicios de Camión

Entre las alternativas de medios de transporte público urbano, el camión es la opción más utilizada por la mayoría de la población en las grandes ciudades, por lo que es muy importante conocer la demanda del servicio y estimar las elasticidades ingreso y precios con el objetivo de que sean de utilidad en el diseño de las políticas sobre precios, de concesión y de calidad.

En un estudio sobre la demanda de servicios locales de camión, Dargay y Hanly (2002) estiman elasticidades precio a través de datos de transporte urbano en Inglaterra. Estas elasticidades se estiman en base a modelos econométricos dinámicos que relacionan viajes (en camión) con variables demográficas y económicas. Los autores usan dos modelos básicos para la estimación, uno para hacer estimaciones a corto plazo y el otro para largo plazo, en ambas se consideran funciones lineales. Obtienen las elasticidades haciendo uso de los Modelos de Efectos Fijos y de Efectos Aleatorios, resultando, después de varias pruebas de especificación, que debe enfocarse la importancia hacia interceptos individuales (Modelo de Efectos Aleatorios).

García (2002)¹⁴, mediante el uso de un modelo logit multinomial, estima la probabilidad de que una persona elija viajar en camión dentro de la ciudad, cuando las alternativas han sido transportarse en auto, en tren subterráneo o ferrocarril, mientras que Sartori (2001)¹⁵, realiza un estudio de demanda directa bajo una especificación lineal y una doble-logarítmica.

Aunque las variables dependientes son distintas, los autores estiman distintos tipos de elasticidades, mientras que García (2002) estima elasticidades ingreso y cruzadas (con

¹⁴ Estudio realizado para la Ciudad de Buenos Aires

¹⁵ Estudio realizado para la Ciudad de Córdoba

respecto a los demás modos de transporte seleccionados para el estudio), Sartori (2001) estima las elasticidades precio, cruzadas e incluso, la elasticidad de la calidad de los servicios de transporte. Las elasticidades ingresos arrojaron para Sartori (2001), que el uso de camión como transporte es un bien normal, mientras que para los resultados de García (2002) es un bien inferior.

Uso de Servicios de Taxi y Metro

La literatura enfocada a la demanda de taxi y de metro no es tan extensa como lo es para propiedad de automóvil y de su uso, sin embargo, estos temas han sido incluidos en artículos dedicados a la demanda de transporte urbano de diversas ciudades tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo.

En un estudio dedicado a la obtención de elasticidades de demanda para servicios de transporte primario en Australia, tales como número de viajes, frecuencia de servicios y tarifas, Douglas, Franzmann y Frost (2003) analizan diversas características ligadas al servicio de taxi preferida como una alternativa *second best*¹⁶, se estiman las elasticidades precio propio y cruzadas (con respecto a la tarifa de camión, metro, ferry) mediante el uso de datos de dos encuestas realizadas, una para propietarios de automóvil y otra para no propietarios, de tal manera que han podido separar el efecto de la propiedad de automóvil, a nivel de días de la semana, en horas pico y no horas pico. El enfoque de este artículo no solamente permite analizar el estudio convencional de demanda de autos versus demanda de transporte urbano sino que extiende el estudio tomando en cuenta otras formas de transportarse como caminar, uso de bicicleta o taxi.

Nolan (2000) utilizó una especificación econométrica de variable dependiente censurada para estimar la demanda de servicios de taxi considerando muestras para hogares con y sin auto. Calculó además las elasticidades ingreso, número de adultos y número de niños para describir los efectos que tienen estas variables en el uso de taxi en la Ciudad de Dublín y de

¹⁶ Los autores establecen como *first best* las alternativas de transporte convencionales como automóvil, transporte colectivo urbano (camión), *ferry* y metro.

esta manera analizar si este modo de transportarse es usado para trasladarse al lugar de trabajo o simplemente como transporte en el tiempo libre de las personas.

García Ferrer et. al (2002) realizan la estimación de la demanda de boletos de metro a través de un Modelo Dinámico Generalizado (MDG) ARIMA y de un Modelo de Regresión Dinámica Harmónico (MRDH), calculan las elasticidades a nivel agregado y desagregado y describen metodologías de pronósticos de demanda condicionados a cambios en los modos de transporte de la gente que proporcionan resultados confiables.

Algunos estudios incorporan conjuntamente algunos tipos de servicios de transporte de tipo urbano, Borins (1984) analiza los determinantes del uso de metro en la Ciudad de Toronto. Estima las elasticidades cruzadas entre metro y expressway especificando una función de utilidad mediante los datos de uso de transporte a través de un modelo de simulaciones dinámicas. Por otra parte, García (2002) estima distintas tasas de verosimilitud para el caso de personas que utilizan tanto metro como camión. Además, calcula tanto las elasticidades ingreso agregadas de la probabilidad de elección respecto a distintas características a través del modelo logit multinomial¹⁷ como las tasas marginales de sustitución entre tiempos de viaje y tarifas.

¹⁷ Para evitar sesgo de agregación, se estimaron las elasticidades para cada uno de los individuos y después se agregaron ponderando cada elasticidad por la probabilidad de elección estimada para cada individuo

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

En esta sección se describen las metodologías a aplicar en los capítulos subsecuentes además del Modelo de Probabilidad Lineal (MPL), el cual, fue la base para los modelos de variable dependiente binaria.

Se especifica cada uno de los modelos y además, se presentan las funciones de máxima verosimilitud, así como una descripción del desarrollo para obtener los efectos marginales de cada uno de los modelos.

Modelo de Probabilidad Lineal (MPL)

El Modelo de Probabilidad Lineal expresa una variable dicotómica y_i como una función lineal de las variables explicativas \mathbf{x} , y se interpreta como una probabilidad condicional de que el evento ocurra, dado \mathbf{x} , esto es, $\Pr(y_i=1|\mathbf{x})$.

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si éxito} \\ 0 & \text{si fracaso} \end{cases}$$

Considérese el siguiente modelo¹⁸:

$$y_i = \alpha + \sum_k \beta_k X_k \quad (1)$$

de donde se puede observar que:

$$\beta_k = \frac{\partial E(y_i | X_i)}{\partial X_k} \quad (2)$$

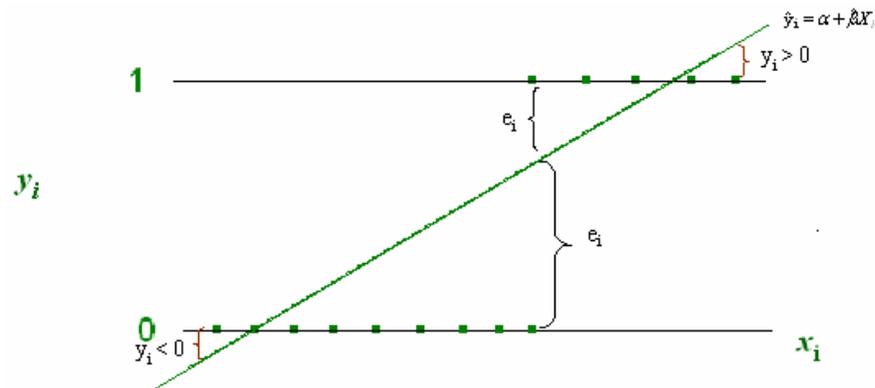
¹⁸ Apuntes del Curso Econometría III. Dr. Gerardo Esquivel Hernández. El Colegio de México A.C.

β_k es el cambio marginal de un cambio en X_k en la probabilidad de que ocurra cierto evento y_i .

En este modelo, la interpretación de β_k es muy directa, lo que lo hace ventajoso y que fue la razón por la que se comenzó a utilizar pero tiene algunas dificultades, que se detallarán a continuación.

Considérese la modelación de la probabilidad de que un hogar con ciertas características sociodemográficas y económicas posean un automóvil. Se tiene, que la variable dependiente toma el valor de uno si el hogar tiene al menos un auto y toma el valor de cero en otro caso. En general, a valores bajos del ingreso del hogar, la participación en el mercado de autos es cero y a una determinada cantidad de ingreso mayores, la posesión de un auto toma el valor de uno.

Gráfica 1



En la Gráfica 1 se muestra que el Modelo de Probabilidad Lineal ajusta muy mal, hay errores muy grandes en la parte media, además, \hat{y}_i puede ser mayor que uno o menor que cero, lo que no tiene sentido, pues debe cumplirse que $0 \leq \Pr(y_i=1|x) \leq 1$, es decir, se estaría diciendo que la probabilidad de que un hogar posea un auto es mayor que uno o menor que cero.

Algunos autores indican que si se obtienen resultados mayores que uno, se fije el estimado en uno y si es menor que cero se fije en cero, pero se obtendrían estimadores sesgados.

Ahora bien, sean,

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si éxito} \\ 0 & \text{si fracaso} \end{cases} \quad \text{y} \quad u_i = \begin{cases} 1 - \beta X_i & \text{si } y_i=1 \\ -\beta X_i & \text{si } y_i=0 \end{cases}$$

Además que,

$$u_i = 1 - \beta X_i \quad \text{ocurre con probabilidad } \pi_i$$

$$u_i = -\beta X_i \quad \text{ocurre con probabilidad } (1 - \pi_i)$$

$$E(u_i) = (1 - \beta X_i)\pi_i + (-\beta X_i)(1 - \pi_i)$$

$$\Rightarrow \pi_i = \beta X_i \quad (3)$$

Y ahora para obtener la varianza, supóngase que,

u_i	$f(u_i)$
$1 - \beta X_i$	βX_i
$-\beta X_i$	$1 - \beta X_i$

Entonces,

$$E(u_i^2) = \beta X_i (1 - \beta X_i)^2 + (1 - \beta X_i)(-\beta X_i)$$

$$E(u_i^2) = [E(y_i | X_i)][1 - E(y_i | X_i)] \quad (4)$$

Lo que implica que no es homoscedástico, se viola un supuesto que se traduce en estimadores insesgados, no son eficientes aunque son consistentes, aunque puede corregirse este error.

Modelos Probit y Logit

Debido a los defectos intrínsecos que el Modelo de Probabilidad Lineal tiene para algunas aplicaciones se deben considerar otras alternativas. Una forma que se puede aplicar es la transformación de $\beta' \mathbf{x}$ en una probabilidad, de tal manera que:

$$\Pr(y_i=1)=G(\beta' \mathbf{x}) \quad (5)$$

Una alternativa natural de una función G que transforma $\beta' \mathbf{x}$ en un valor entre cero y uno de una manera sencilla es a través de una función de distribución (fd), o una función de densidad acumulada (fda), de hecho, los modelos de respuesta binaria se definen de esta manera¹⁹.

Considérese nuevamente que:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si éxito} \\ 0 & \text{si fracaso} \end{cases}$$

Se realizará el supuesto de que la variable posesión de un auto se distribuye normal, dígase, $y_i \sim N(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$.

Por lo que tendremos un modelo de respuesta de variable binaria de la forma:

$$P(y=1|\mathbf{x}) = G(\mathbf{x}\beta) \equiv p(\mathbf{x}) \quad (6)$$

Donde \mathbf{x} es un vector de $1 \times K$, y β es $K \times 1$ y se toma el primer elemento de \mathbf{x} como la unidad.

El modelo de la ecuación (6) se conoce generalmente como un modelo índice debido a que restringe la forma en la cual la probabilidad de respuesta depende de \mathbf{x} : $p(\mathbf{x})$ es una función de \mathbf{x} solamente a lo largo del índice $\mathbf{x}\beta = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$. La función G mapea el índice en la probabilidad de respuesta.

¹⁹ Para un mejor análisis, véase Wooldrich, J. *Econometric Analysis of Cross Section Data*

Los modelos donde G es una función de densidad acumulada (fda) se puede derivar de un modelo de variable latente:

$$y^* = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} + \varepsilon, \quad y = [y^* > 0] \quad (7)$$

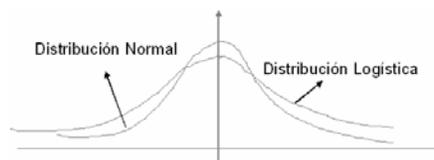
donde ε es una variable continua independiente de \mathbf{x} y que se distribuye simétricamente sobre cero. Si G es la fda de ε , entonces, debido a que la función de distribución de probabilidad (fdp) es simétrica sobre cero, $1 - G(-z) = G(z)$ para todos los números reales z . Por lo tanto,

$$P(y=1|\mathbf{x}) = P(y^* > 0|\mathbf{x}) = P(\varepsilon > -\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}|\mathbf{x}) = 1 - G(-\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) = G(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}), \quad (8)$$

que es la ecuación (6).

Las dos funciones más utilizadas para esta alternativa son la función de distribución normal estándar y la logística:

Gráfica 2



Como se observa en la gráfica anterior, la distribución normal es más ensanchada que la distribución logística, es decir tiene una menor varianza, aunque eso depende del valor donde se evalúa y la distribución logística es más “ancha” que la normal.

Si se escoge como función índice a la distribución normal estándar, de tal manera que, $0 \leq \Pr(y_i=1|\mathbf{x}) \leq 1$, se tiene el modelo Probit:

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{\beta'x \rightarrow \infty} P[y=1] = 1 \\ \lim_{\beta'x \rightarrow 0} P[y=1] = 0 \end{array} \right\} \Pr(y_i = 1) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi(z) dz = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz = \Phi(\beta' X) \quad (9)$$

Al escoger a la distribución logística como función índice, y de la misma manera se tiene que $0 \leq \Pr(y_i=1|\mathbf{x}) \leq 1$, entonces se da lugar al modelo logit:

$$\Pr(y_i = 1 | \mathbf{x}) = \Lambda(\beta' \mathbf{x}) = \frac{\exp(\beta' \mathbf{x})}{1 + \exp(\beta' \mathbf{x})} = \frac{1}{1 + \exp(-\beta' \mathbf{x})} \quad (10)$$

Es claro ver que cuando $\beta' \mathbf{x} \rightarrow \infty$ entonces $\Pr(y_i=1|\mathbf{x}) \rightarrow 1$ y cuando $\beta' \mathbf{x} \rightarrow 0$ entonces $\Pr(y_i=1|\mathbf{x}) \rightarrow 0$.

Estimación Máxima Verosimilitud de los Modelos Índice de Respuesta Binaria

Para estimar el modelo de máxima verosimilitud (condicional), se requiere la función logarítmica de la función de verosimilitud para cada i . La densidad de y_i dado \mathbf{x}_i se puede escribir como:

$$f(y|\mathbf{x}_i;\boldsymbol{\beta}) = [G(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})]^y [1-G(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})]^{1-y} \quad (11)$$

El logaritmo de la verosimilitud para cada observación i es una función del vector $K \times 1$ de parámetros y los datos (\mathbf{x}_i, y_i) :

$$l_i(\boldsymbol{\beta}) = y_i \log [G(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})] + (1-y_i) \log [1-G(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})] \quad (12)$$

Si se restringe a que $G(\cdot)$ esté entre cero y uno para asegurar que $l_i(\boldsymbol{\beta})$ esté bien definida para todos los valores de $\boldsymbol{\beta}$.

El logaritmo de la verosimilitud para una muestra de tamaño N es $L(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^N l_i(\boldsymbol{\beta})$, y el

Estimador de Máxima Verosimilitud (EMV) de $\boldsymbol{\beta}$, denotado como $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, maximiza el logaritmo de la verosimilitud.

Si $G(\cdot)$ es la fda de la distribución normal estándar, entonces $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es el estimador **probit**; si $G(\cdot)$ es la fda de la distribución logística, entonces $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es el estimador **logit**. De los resultados generales de máxima verosimilitud se sabe que $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es consistente y asintóticamente normal.

Una característica importante de los modelos logit y probit es que las funciones de verosimilitud son globalmente cóncavas, por lo tanto, al optimizar no debe haber preocupación sobre discriminar entre un máximo local o global cuando se trata de encontrar los valores de los parámetros que maximizan la función de verosimilitud, pues serán los mismos.

Efectos Marginales

Recuérdese que en el modelo de probabilidad lineal, $\beta_k = \frac{\partial E(y_i | X_i)}{\partial X_k}$, es decir, la interpretación de β_k es muy directa, que indica que el efecto marginal es constante, no depende de donde se esté evaluando.

En los modelos logit y probit, el cálculo del cambio en la probabilidad de éxito del evento que se está analizando con respecto a las variables independientes no es tan simple como lo es en el MPL, en este caso la derivada de la probabilidad con respecto a una específica X_k en el conjunto de las variables x es:

$$\frac{\partial E(y | X)}{\partial X_k} = G(B'x)\beta_k \quad (13)$$

Para el modelo probit:

$$\frac{\partial E(y | X)}{\partial X_k} = \phi(B'x)\beta_k \quad (14)$$

donde $\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$ es la normal estándar.

Para el modelo logit:

$$\frac{\partial E(y | X)}{\partial X_k} = [\Lambda(B'x)][1 - \Lambda(B'x)]\beta_k \quad (15)$$

Al comparar este efecto marginal con el obtenido en el MPL (β_k), se tiene que este varía con el nivel de X y de las demás variables en el modelo.

Cabe señalar que no se puede limitar a estas dos alternativas solamente, de hecho cualquier función con las propiedades que se describieron puede ser útil. Aunque los modelos Probit y logit son lo más utilizados y los que se han descrito en mayor detalle.

Modelo de Regresión Censurado

Se dice que una variable dependiente es censurada cuando la variable a ser explicada es parcialmente continua pero tiene una masa de probabilidad positiva en uno ó más puntos.

Al tener una muestra con gran cantidad de observaciones con respuesta cero pueden producirse, dependiendo de lo que se analice, coeficientes sub o sobreestimados, pues se presentan diferencias entre las observaciones límite (valor cero) y las observaciones no límite (valor continuo). Una posible solución a este problema es simplemente eliminar las observaciones cero, sin embargo, se producirían estimadores sesgados e inconsistentes. Otra alternativa es la recomendada por Greene (2001), quien indica que se pueden estimar los parámetros y dividirlos por el porcentaje de observaciones no límite de la muestra.

Las aplicaciones de regresión censurada pueden clasificarse en dos categorías. La primera es el caso en el que las observaciones de la variable dependiente tienen significado cuantitativo y están censurados por arriba o por debajo de algún valor a , es decir, que no es observable para una parte de la población. La segunda es cuando la variable a explicar es una elección y toma valores de cero con una probabilidad positiva y es una variable aleatoria continua sobre valores estrictamente positivos.

Algunos ejemplos que pueden considerarse en la primera clasificación están, entre otros, la demanda de cigarrillos y de autos, la estimación del salario de reserva y el consumo. Para la segunda aplicación se encuentra la cobertura de seguros de vida y las contribuciones a cuentas de retiro.

La especificación general del modelo Tobit (1958) se realiza en términos de una función índice o variable latente –ya descrita en la sección anterior- cuya versión continua está dada por:

$$y_i^* = \mathbf{x}'_i \beta + \varepsilon_i \quad (16)$$

Que establece que la variable (censurada) observada está dada por:

$$\begin{aligned} y_i &= 0 \text{ si } y_i^* \leq 0, \\ y_i &= y_i^* \text{ si } y_i^* > 0 \\ y_i^* &\sim N[\mu, \sigma^2] \end{aligned}$$

En general, supongamos que:

$$\begin{aligned} y_i &= a \text{ si } y_i^* \leq a, \\ y_i &= y_i^* \text{ si } y_i^* > a \end{aligned}$$

La esperanza de la variable es,

$$E[y_i] = a\Phi\left(\frac{x'_i \beta}{\sigma}\right) + [\mu + \sigma\lambda_i] \left[1 - \Phi\left(\frac{x'_i \beta}{\sigma}\right)\right] \quad (17)$$

donde,

$\Phi\left(\frac{x'_i \beta}{\sigma}\right)$ es la función de distribución acumulada.

Para el caso de la especificación Tobit $a=0$, es decir,

$$E[y_i | x_i] = \Phi\left(\frac{x'_i \beta}{\sigma}\right) (\beta' x_i + \sigma\lambda_i) \quad (18)$$

donde,

$\lambda_i = \frac{\phi(\cdot)}{\Phi(\cdot)}$ y se conoce como el Coeficiente Inverso de Mills

Estimación Máxima Verosimilitud del Modelo Tobit

Sea $\{(\mathbf{x}_i, y_i): i=1,2,\dots,N\}$ una muestra aleatoria de observaciones para distintas variables independientes y de la variable a explicar. Sea además $f(0|\mathbf{x}_i)=P(y_i=0|\mathbf{x}_i)=1-\Phi(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta}/\sigma)$. Además, para $y>0$, $P(y_i \leq y|\mathbf{x}_i)=P(y_i^* \leq y|\mathbf{x}_i)$ que implica que $f(y|\mathbf{x}_i)=f^*(y|\mathbf{x}_i)$.

donde $f^*(y|\mathbf{x}_i)$ es la densidad de y_i^* dado \mathbf{x}_i y $y_i^*|\mathbf{x}_i \sim N[\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta},\sigma^2]$.

Por lo anterior,

$$f^*(y|\mathbf{x}_i) = \frac{1}{\sigma} \phi[(y - \mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})/\sigma]$$

Ahora, por simplificación se utilizará la función indicadora $I[\cdot]$ para denotar la $f(y_i|\mathbf{x}_i)$, entonces,

$$f(y|\mathbf{x}_i) = \{1 - \Phi(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta}/\sigma)\}^{I[y=0]} \{(1/\sigma)\phi[(y - \mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})/\sigma]\}^{I[y>0]} \quad (19)$$

donde la densidad es cero para $y<0$.

Por lo que el logaritmo de la función de verosimilitud es,

$$\ell_i(\boldsymbol{\beta}, \sigma^2) = I[y_i = 0] \log[1 - \Phi(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta}/\sigma)] + I[y_i > 0] \{\log \phi[(y_i - \mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta})/\sigma]\} \quad (20)$$

Efectos Marginales

Al igual que para las especificaciones logit y probit, los coeficientes no tienen una interpretación directa como lo es en el Modelo de Probabilidad Lineal. En este caso, el efecto de una variable \mathbf{x} sobre la esperanza de la variable y , dado \mathbf{x} , está dado por:

$$\frac{\partial E[y|\mathbf{x}]}{\partial \mathbf{x}} = \boldsymbol{\beta} \times \Pr[a < y^* < b] \quad (21)$$

donde a y b son constantes que indican los valores en los que está censurada la variable dependiente.

La ecuación (21) indica que el efecto marginal de la variable x en la esperanza de la variable dependiente condicionada a x es el valor del parámetro multiplicado por la probabilidad de que la variable latente esté entre los valores que censuran las observaciones no límite.

CAPÍTULO III

DATOS

La base de datos utilizada se construyó a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2002. La ENIGH se aplicó a 19,856 viviendas en todas las Entidades Federativas de la República Mexicana y está diseñada para presentar información a nivel nacional y para localidades de 2,500 habitantes y más y localidades de menos de 2,500 habitantes. El presente estudio toma en cuenta a 17,129 hogares, a quienes se les realizaron visitas y a cuyos representantes se les aplicaron los cuestionarios que contienen información acerca de características sociodemográficas de los miembros del hogar, condiciones de actividad, educación, vivienda, transporte y sobre la situación de sus ingresos percibidos así como de los gastos realizados²⁰.

Debido a que los datos son de sección cruzada en un punto en el tiempo, no se pueden estimar las elasticidades precio²¹ (cruzadas o propias), por lo que se realiza un análisis sobre la elasticidad ingreso y otros factores que influyen en las decisiones de transporte de los hogares.

Para el análisis de los determinantes de las decisiones de transporte de los hogares se han incluido variables incorporadas en otros estudios que se han dividido en tres tipos: variables de transporte, que incluyen los gastos anuales *per cápita* de los hogares en gasolina, camión, taxi y metro²², además de una variable dummy que toma el valor de uno si el hogar posee al menos un automóvil y de 0 si no. El siguiente grupo de variables están constituidas en variables de ingreso y sociodemográficas del hogar, entre ellas, como en Nolan (2002), el gasto per cápita del hogar como proxy del ingreso, así como el número de adultos y niños en el hogar. El último grupo de variables corresponde a características del jefe de hogar y

²⁰ En el Cuadro 1 se presenta la descripción de las variables principales de los hogares

²¹ Aunque puede construirse un *pseudo-panel* y calcular estas elasticidades

²² Solamente se incluyeron los gastos en metro para Distrito Federal, Estado de México y Nuevo León, para el Estado de Jalisco, los registros de estos gastos eran muy pequeños por lo que se decidió no incluirlos.

que influyen en gran medida en las decisiones de transporte de los hogares, entre estas se incluyen género, estado civil, edad y educación.

Como puede observarse en el Cuadro 2, según la muestra de la ENIGH indica que poco más del 31% de los hogares en México poseen un automóvil y que los hogares gastan en promedio aproximadamente 7.4 % de su ingreso en transporte. En particular, los hogares que tienen al menos un automóvil, gastan casi el 10% de sus ingresos en transporte, mientras que los hogares que no tienen auto, su gasto en transporte es de alrededor del 5.3% y se observa que los hogares que no tienen auto gastan en transporte público significativamente más que los que tienen auto.

Sin duda, la variable más consistente en los estudios sobre determinantes de transporte es el ingreso, que en algunos estudios se ha estudiado el efecto lineal y no lineal²³, así como también se ha estimado su elasticidad en diversos estudios. En el Cuadro 3 se presenta que el promedio de ingreso (gasto) de los hogares a nivel nacional es de 17,664 pesos per cápita anuales. Los hogares con auto tienen un ingreso de más del doble que los hogares que no tienen auto y el tamaño del hogar promedio es de 4 personas, no habiendo mucha diferencia en la composición entre los hogares con y sin auto.

Con respecto a algunas variables del jefe de hogar, poco más del 80% de los jefes de familia son hombres y los hogares que tienen al menos un auto, solamente el 11% de ellos el jefe de familia es mujer. En lo referente al estado civil del jefe de hogar, la muestra indica que casi en tres cuartas partes de los hogares el jefe de familia es casado y que cerca del 85% de los hogares que tienen auto son casados, mientras que para los hogares sin auto, los solteros representan más del 30%.

El Cuadro 4 también muestra que casi la mitad de los hogares están encabezados por personas de entre 30 y 40 años de edad, es decir, la etapa en la que existe una relativa mayor estabilidad laboral de las personas en México. De los poseedores de autos, más de la

²³ En Cragg y Uhler (1970) se encontró evidencia de la no linealidad en la estimación de propiedad de automóvil

mitad están en el mismo rango de edad, mientras que para los hogares sin auto es de menos de la mitad (45%).

Sobre la educación de los jefes de familia, en su mayoría sólo estudiaron educación básica²⁴, pues representan poco más del 63% de la muestra. Esto quiere decir que aproximadamente 75% de la muestra ha alcanzado a lo más, solamente la educación media básica, mientras que solamente poco más del 10% de ellos tienen una licenciatura.

El 23% de los jefes de familia que tienen al menos un auto han estudiado licenciatura, mientras que solamente 4% de los hogares que no tienen autos corresponden al mismo nivel de educación. Asimismo, de los hogares que no tienen auto, el 22% no tienen instrucción y de los que tienen auto, solamente el 6% no han recibido ningún tipo de educación.

²⁴ En México, la educación básica está conformada tanto por los estudios de primaria como los de secundaria

Cuadro 1 Definición de Variables

Nombre de la Variable	Definición
<i>Variables de Transporte</i>	
AUTO	=1 si el hogar tiene uno ó más autos; =0 de otra forma
GASOL	Total del gasto anual per cápita del hogar en gasolina (miles)
BUS	Total del gasto anual per cápita del hogar en camión (miles)
TAXI	Total del gasto anual per cápita del hogar en taxi (miles)
METRO	Total del gasto anual per cápita del hogar en metro (miles)
<i>Variables de Ingreso y Sociodemográficas del Hogar</i>	
INGRESO	Total del gasto anual per cápita del hogar (miles)
ADULTOS	Número de personas mayores de 18 años que viven en el hogar
NIÑOS	Número de personas menores de 18 años que viven en el hogar
<i>Variables del Jefe de Hogar</i>	
GENERO	=1 si el jefe de hogar es hombre; =0 de otra forma
CASADO	=1 si el jefe de hogar es casado; =0 de otra forma
TREINTA	=1 si el jefe de hogar tiene entre 30 y 39 años de edad; =0 de otra forma
CUARENTA	=1 si el jefe de hogar tiene entre 40 y 49 años de edad; =0 de otra forma
CINCUENTA	=1 si el jefe de hogar tiene entre 50 y 59 años de edad; =0 de otra forma
SESENTA	=1 si el jefe de hogar tiene más de 60 años de edad; =0 de otra forma
<i>(Categoría Base: Jefes de hogar entre 20 y 29 años de edad)</i>	
PRIM	=1 si el jefe de hogar tiene estudios de educación primaria; =0 de otra forma
SECUND	=1 si el jefe de hogar tiene estudios de educación secundaria; =0 de otra forma
PREPA	=1 si el jefe de hogar tiene estudios de educación preparatoria; =0 de otra forma
LIC	=1 si el jefe de hogar tiene estudios de Licenciatura; =0 de otra forma
POSG	=1 si el jefe de hogar tiene estudios de posgrado; =0 de otra forma
<i>(Categoría Base: Jefes de hogar sin educación)</i>	
<i>Variables Regionales</i>	
NORESTE	=1 si el hogar pertenece a las Entidades Federativas 05, 10, 19, 24, 28, 32; =0 de otra forma
NOROESTE	=1 si el hogar pertenece a las Entidades Federativas 02, 03, 08, 25, 26; =0 de otra forma
CENTRO_OCC	=1 si el hogar pertenece a las Entidades Federativas 01, 06, 11, 14, 16, 18; =0 de otra forma
CENTRO_SUR	=1 si el hogar pertenece a las Entidades Federativas 09, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 29; =0 de otra forma
SURESTE	=1 si el hogar pertenece a las Entidades Federativas 04, 07, 20, 23, 27, 30, 31 ; =0 de otra forma
ZMCM	=1 si el hogar pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; =0 de otra forma
ZMGDL	=1 si el hogar pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; =0 de otra forma
ZMMTY	=1 si el hogar pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; =0 de otra forma
DF_NORTE	=1 Si el hogar pertenece a las Delegaciones 002, 005, del Distrito Federal; =0 de otra forma
DF_SUR	=1 Si el hogar pertenece a las Delegaciones 003, 009, 012, 013 del Distrito Federal; =0 de otra forma
DF_CENTRO	=1 Si el hogar pertenece a las Delegaciones 014, 015, 016, 017 del Distrito Federal; =0 de otra forma
DF_ORIENTE	=1 Si el hogar pertenece a las Delegaciones 006, 007, 011 del Distrito Federal; =0 de otra forma
DF_PONIENTE	=1 Si el hogar pertenece a las Delegaciones 004, 008, 010 del Distrito Federal; =0 de otra forma

CAPÍTULO IV

ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de las estimaciones de los diferentes modelos utilizados para analizar los determinantes en las decisiones de transporte de los hogares en México, la probabilidad de que un hogar posea un auto en función de sus características sociodemográficas y económicas. Después, se examinan los resultados de la estimación del uso del automóvil para posteriormente analizar la demanda de transporte público, tanto para el uso de servicio de camión como el de taxi separando la muestra para hogares con y sin auto.

Propiedad de Automóvil

Primeramente se analizan los resultados obtenidos del Modelo de Regresión Probit para la propiedad de automóvil. Se corrió el siguiente modelo a través de una especificación probit:

$$\Pr(\text{auto}=1)=G(\beta'x)$$

donde β es la matriz de coeficientes y x es la matriz de variables independientes.

En general, para la estimación de la probabilidad de que un hogar posea un auto el modelo se ha ajustado muy bien, los coeficientes tienen los signos esperados y coinciden con los obtenidos por otros autores en anteriores estudios. Los resultados presentados en el Cuadro 5 indican que, como era de esperarse, el coeficiente asociado al ingreso es positivo, es decir, que ante un aumento del mil pesos en el ingreso del hogar, la probabilidad de que el hogar posea un auto crece en uno por ciento, aunque también debe señalarse que el signo en el parámetro del ingreso al cuadrado es negativo, lo que quiere decir que el efecto del ingreso decrece conforme aumenta en magnitud.²⁵

También, se puede observar que el efecto tanto del número de adultos como el de niños es positivo, sin embargo, al igual que en el resultado obtenido por Hanly – Dargay (2000) y

²⁵ El efecto total del ingreso sería negativo ($\beta_1 + 2\beta_2I < 0$) solamente para los hogares con ingreso *per cápita* de 330,000 pesos anuales, que equivalen al 0.04 por ciento de la muestra total, lo cual no es relevante para la muestra completa.

Bennett (1967), el efecto que produce un adulto adicional es mayor que el de un niño, esto puede ser debido a diversos factores como puede ser la mayor necesidad de movilidad que en general tienen los adultos.

Cuadro 5 Modelo de Regresión Probit para la Propiedad de Automóvil (Nacional)

<i>Variable</i>	<i>Efecto Marginal</i>
INGRESO	0.0132 (37.41)***
ADULTOS	0.1800 (14.11)***
NIÑOS	0.0662 (9.90)***
GÉNERO	0.0766 (5.34)***
CASADO	0.1197 (9.04)***
TREINTA	0.1281 (8.92)***
CUARENTA	0.1449 (9.71)***
CINCUENTA	0.1782 (10.57)***
SESENTA	0.1857 (10.77)***
PRIM	0.1444 (10.96)***
SECUND	0.2211 (13.45)***
PREPA	0.3068 (15.17)***
LIC	0.3942 (19.26)***
POSG	0.4692 (7.19)***
INGRESO_SQ	-0.00002 (24.53)***
ADULTOS_SQ	-0.0177 (10.48)***
NIÑOS_SQ	0.0092 (8.09)***
Número de Observaciones	17,129
R Cuadrada	0.2352
Predict	0.2809

El Cuadro 5 también muestra que tanto los jefes de familia hombres como los solteros tienen significativamente una mayor probabilidad de poseer un automóvil, el primero, coincidiendo con lo calculado por Nolan (2002).

Con respecto a las variables binarias específicas del jefe de familia, conforma va aumentando la edad, con respecto a los jefes de hogar que tienen entre 20 y 29 años de edad, la probabilidad aumenta consistentemente hasta cuando el jefe de hogar está entre 50 y 59 años de edad y este patrón continúa para los jefes de familia mayores. Esto es contrario a lo encontrado por Cragg y Uhler (1979) y Bennett (1967), que encontraron que conforme aumenta la edad se incrementa la probabilidad de tener un carro pero en forma decreciente, y coincide con lo estimado por Nolan (2002), quien indica que en cualquier caso, conforme aumenta la edad del jefe de familia, el hogar va siendo más probable en poseer un auto.

Finalmente, conforme se eleva el grado de educación, la probabilidad de tener un auto va en ascenso, por ejemplo, un jefe de familia que termina los estudios relacionados a una licenciatura tiene 47% mayor de probabilidad de tener un auto con respecto a uno que no ha recibido ningún tipo de educación.

Uso de Automóvil

El Cuadro 6 muestra los efectos marginales obtenidos de la estimación tobit para el uso de autos en México. El Cuadro muestra que, al igual que Hensher *et al* (1990), el ingreso tiene un impacto positivo, aunque decreciente, en el uso del auto por los miembros del hogar²⁶. La elasticidad ingreso para la muestra utilizada indica que la demanda por uso de carro se puede catalogar como un bien necesario²⁷, que es similar a los encontrado por Labeaga y López (1997) para España y Johansson-Stenman (2001) para Suecia.

Como se esperaba, tanto un adulto como un niño adicional, incrementan la demanda de uso de auto en forma decreciente, lo cual quiere decir que al haber un adulto o niño adicional en el hogar, se incrementa la demanda de servicio del o los automóviles en el hogar en 0.9345 y 0.1709 respectivamente, pero el segundo (adulto o niño) adicional hará que aumente la

²⁶ El efecto total del ingreso podría ser negativo solamente para el 0.05% de los hogares de la muestra en estudio.

²⁷ Bien necesario es aquel que ante un aumento en el ingreso, su demanda aumenta en menor proporción al aumento en el ingreso

demanda pero en una magnitud menor como lo indica el signo negativo del los coeficientes asociados a los términos cuadráticos de estas variables .

Coincidiendo con las estimaciones de Golob *et al* (1997) y Johansson – Stenman (2001), los jefes de familia hombres hacen mayor uso de los autos del hogar. El primero de ellos encontró que los jefes de hogar hombres recorren más kilómetros en auto que las mujeres jefes de hogar, mientras que el segundo, muestra que en general, los hombres usan el auto del hogar 70% más que lo que lo hacen las mujeres, lo que es casi similar al resultado obtenido en las estimaciones del Cuadro 6. Este cuadro muestra también que los jefes de familia casados usan más los autos que los solteros.

Cuadro 6 Modelo de Regresión Tobit para el Uso de Automóvil (Nacional)

<i>Variable</i>	<i>Efecto Marginal</i>
INGRESO	0.1102 (49.09)***
ADULTOS	0.9345 (9.44)***
NIÑOS	0.1709 (3.29)***
GÉNERO	0.7853 (6.76)***
CASADO	0.6942 (6.42)***
TREINTA	0.8688 (7.98)***
CUARENTA	1.023 (9.19)***
CINCUENTA	1.2856 (10.49)***
SESENTA	1.1883 (9.37)***
PRIM	1.1477 (10.57)***
SECUND	1.6683 (13.41)***
PREPA	2.1559 (15.03)***
LIC	2.6167 (18.69)***
POSG	1.9698 (6.86)***
INGRESO_SQ	-0.0002 (25.56)***
ADULTOS_SQ	-0.0955 (7.19)***
NIÑOS_SQ	-0.0330 (3.60)***
ELASTICIDAD INGRESO	0.5793
Número de Observaciones	17,129
R Cuadrada	0.2688

Con respecto a la edad del jefe de familia, los coeficientes estimados indican que no hay un patrón constante, se presentan incrementos en los treinta, cuarenta y en los cincuenta mientras que se disminuye el uso del auto después de que el jefe de hogar cumple 60 años (respecto a los jefes de familia no base). Estos resultados difieren a los encontrados por Hensher *et al* (1990), Nolan (2002) y Johansson-Stenmann (2001), quienes indican que hay un impacto lineal de la edad sobre el uso de auto, es decir, que conforme aumenta la edad, hay un consistente incremento en el uso del auto o los autos del hogar.

Uso de Servicios de Camión

En algunos estudios, las estimaciones de la elasticidad ingreso, catalogan al uso de camión como un bien inferior, entre ellos, Dargay y Hanly (2002) y García (2002), quienes encontraron signo negativo en la elasticidad ingreso. Los resultados aquí estimados son consistentes a los obtenidos por Nolan (2002), que muestran que el uso de camión es un bien necesario. Los signos de los coeficientes tanto del ingreso como del término cuadrático de la misma variable señalan que conforme aumenta el ingreso, el uso de camión aumenta aunque cada vez menos²⁸.

Tanto para la muestra de hogares con auto como las que no tienen, entre más adultos haya, el uso de camión aumenta. El efecto del número de adultos en la demanda de servicios de camión es mayor en la muestra para hogares que tienen auto, esto puede ser explicado debido al mayor número de adultos en promedio en este tipo de hogar (2.75 adultos) con respecto a los que en promedio se tiene en la muestra de hogares sin auto. Considerando la muestra completa, la presencia de niños en el hogar disminuye el uso de camión, la presencia de un niño adicional en el hogar disminuirá el uso de camión en poco más de 4%, resultado que coincide con lo obtenido por Bergantino (1997).

Tanto para las variables GÉNERO y CASADO, los resultados para las dos muestras ocurren resultados similares, tanto en los hogares que no tienen auto como en los que sí las jefes de familia utilizan más camión que los encabezados por los hombres. Por otro lado,

²⁸ El efecto total del ingreso podría ser negativo solamente para el 6 por ciento de los hogares de la muestra en estudio.

mientras los casados sin auto gastan más en servicios de camión, los solteros con auto dan mayor uso a este servicio. Mientras que para algunos estudios, los coeficientes asociados a la edad no son significativos, como en el caso de Nolan (2002), en general, para el presente estudio, el uso de camión aumenta hasta la edad de cuarenta años de edad del jefe de hogar (con respecto como lo hacen los jefes de familia de 21 a 30 años) y para los cabezas de hogar de sesenta años se realiza en menor proporción. Para ambas muestras (tanto con como sin auto) se presenta un aumento en la demanda de autos cuando los jefes de familia se encuentran entre treinta y cuarenta años de edad²⁹, y para ambas también se presenta que después de los cuarenta años comienza a disminuir la demanda por servicios de camión.

Cuadro 7 Modelo de Regresión Tobit para el Uso de Camión (Nacional)

<i>Variable</i>	<i>Muestra Completa</i>	<i>Sin auto</i>	<i>Con auto</i>
INGRESO	0.0287 (13.99)***	0.0777 (28.65)***	0.0079 (2.65)***
ADULTOS	0.2602 (6.12)***	0.3972 (8.15)***	0.6104 (7.94)***
NIÑOS	-0.0440 (-1.90)**	0.0670 (2.54)***	0.0506 (1.24)
GÉNERO	-0.2721 (-5.48)***	-0.2829 (-5.30)***	-0.0111 (-0.11)
CASADO	-0.1511 (-3.16)***	0.0920 (1.76)**	-0.1673 (1.81)**
TREINTA	0.0872 (1.82)**	0.1732 (3.30)***	0.1568 (1.68)**
CUARENTA	0.1829 (3.70)***	0.2702 (4.92)***	0.2885 (3.06)***
CINCUENTA	-0.0139 (-0.26)	0.1477 (2.43)***	0.1022 (0.98)
SESENTA	-0.4016 (-7.13)***	-0.1839 (-2.99)***	-0.2840 (-2.54)***
PRIM	0.2393 (5.60)***	0.1933 (4.36)***	-0.1568 (1.46)*
SECUND	0.5659 (10.96)***	0.5484 (9.83)***	0.4072 (3.54)***
PREPA	0.4541 (7.05)***	0.4800 (6.42)***	0.4305 (3.48)***
LIC	0.0812 (1.23)	0.3432 (4.01)***	0.2399 (2.01)***
POSG	-0.4664 (-2.57)***	0.1629 (0.38)	-0.0369 (-0.18)
INGRESO_SQ	-0.0003 (-14.76)***	-0.0006 (-21.59)***	-0.0001 (-4.37)***
ADULTOS_SQ	-0.0095 (-1.68)**	-0.0291 (-4.35)***	-0.0416 (-4.35)***
NIÑOS_SQ	0.0044 (-1.14)	-0.0157 (-3.67)***	-0.0097 (-1.31)*
ELASTICIDAD INGRESO	0.3312	0.4858	0.2650

²⁹ De acuerdo con los estadísticos para cada una de las edades, los jefes de familia de treinta años, gastan en promedio 25% menos en camión que los de cuarenta años

El Cuadro 7 muestra los resultados de la estimación referente al nivel de educación del jefe del hogar. Se observa que para la muestra completa, con respecto a alguien que no ha recibido ningún tipo de educación, la diferencia va disminuyendo después de terminar la educación básica³⁰. Por ejemplo, mientras un jefe de hogar con educación preparatoria gasta casi 50% más que el que no tiene instrucción, un jefe de familia con estudios de licenciatura gasta aproximadamente 8% más en camión con respecto a lo que gasta un jefe de familia sin educación formal, esto puede ser explicado debido a que como se indicó anteriormente, entre mayor nivel de estudio del jefe de hogar existe una mayor probabilidad de posesión de automóvil.

Uso de Servicios de Taxi

Para la estimación de la demanda de servicios de taxi, las diferencias entre las muestras con auto y sin auto se hacen aún más evidentes, caso contrario a lo que ocurre en el estudio de Nolan (2002), sin embargo se coincide en que la elasticidad ingreso de la muestra de hogares con auto es más alta que la de aquellos sin auto.

El efecto que tiene el ingreso en el uso de taxi es significativamente más alto (poco más de ocho veces más grande) en la muestra con hogares sin auto que los que lo tienen. Para la muestra completa, ante un incremento en el ingreso de 1%, aproximadamente se gastará un 5% más en servicios de taxi, coeficiente muy pequeño, pues en otros estudios se ha mostrado que el incremento en el uso de taxi es de más del 50%³¹.

Tanto el número de adultos como el de niños tienen un impacto positivo en el uso de servicios de taxi, aunque tiene mayor impacto la incorporación de un adulto al hogar que el que produce una persona menor de 18 años de edad.

Para la muestra completa, se puede decir que, como era de esperarse, que las mujeres jefes de hogar hacen mayor uso de servicios de taxi, aproximadamente 50% más que los hombres, esto puede ser explicado debido a la mayor seguridad de los taxis y la

³⁰ En México, la educación básica comprende tanto Educación Primaria como Secundaria

³¹ El efecto total del ingreso podría ser negativo solamente para el 0.05 por ciento de los hogares de la muestra en estudio.

incorporación de las mujeres al mercado de trabajo u otros factores asociados a la seguridad e idiosincrasia. Esto coincide con la muestra de hogares que no tienen auto, sin embargo es de mayor magnitud, las mujeres que no tienen auto tienden a gastar 52% en taxi que lo que lo hacen los hombres sin carro. De la misma forma, para la muestra de hogares con auto, los jefes de familia hombres tienden a gastar 15% menos en taxi que lo que hacen las mujeres que poseen un auto.

Como lo muestra el Cuadro 8, en general los jefes de hogar solteros gastan más en taxi que los casados. En la separación de muestras de hogares, los resultados indican que los casados sin auto gastan un 19% más que lo que lo hacen los solteros sin auto, mientras que los solteros con carro tienden a gastar un 3% más que los casados con auto (aunque el parámetro no es significativo).

Con respecto a la edad, se puede decir que los jefes de familia menores de treinta años gastan significativamente más que cualquier otro rango de edad, lo que persiste en la muestra para hogares sin auto, mientras que para los hogares que sí lo tienen ocurre lo contrario.

Finalmente, entre mayor nivel de educación se tenga, mayor es el gasto en servicios de taxi (a excepción de los jefes de hogar con posgrado), esto es consistente tanto para los jefes de familia sin auto como para los que lo tienen. Por ejemplo, un jefe de familia que tiene estudios de licenciatura, en promedio gasta casi 45% más en taxi que lo que lo hace un jefe de familia que no ha recibido ningún tipo de educación. Estos efectos de educación no son tan altos como los estimados para países con mayor grado de desarrollo, explicados principalmente por la menor diferencia de ingresos en este tipo de países.

Cuadro 8 Modelo de Regresión Tobit para Uso de Taxi (Nacional)

<i>Variable</i>	<i>Muestra Completa</i>	<i>Sin auto</i>	<i>Con auto</i>
INGRESO	0.0557 (17.56)***	0.1647 (23.08)***	0.0203 (5.63)***
ADULTOS	0.3153 (2.64)***	0.8953 (5.91)***	0.4158 (2.28)***
NIÑOS	0.1864 (2.55)***	0.6237 (7.18)***	0.1677 (1.36)*
GÉNERO	-0.4953 (-3.56)***	-0.5183 (-3.40)***	-0.1532 (-0.60)
CASADO	-0.2404 (-1.78)**	0.1899 (1.26)*	0.0263 (0.11)
TREINTA	-0.3231 (-2.40)***	-0.2660 (-1.79)**	0.1162 (0.47)
CUARENTA	-0.3542 (-2.56)***	-0.4153 (-2.66)***	0.3595 (1.45)**
CINCUENTA	-0.4566 (-2.97)***	-0.2696 (-1.55)*	0.1424 (0.53)
SESENTA	-0.5195 (-3.29)***	-0.1743 (-0.99)	0.1334 (0.47)
PRIM	0.4247 (3.18)***	0.1866 (1.33)*	0.3836 (1.20)*
SECUND	0.6631 (4.26)***	0.3101 (1.83)**	0.7271 (2.17)***
PREPA	0.8672 (4.74)***	0.5698 (2.72)***	0.8063 (2.28)***
LIC	0.4347 (2.38)***	0.5246 (2.31)***	0.7645 (2.26)***
POSG	-0.6770 (1.60)*	-1.6776 (-1.67)**	0.5351 (1.12)*
INGRESO_SQ	-0.0001 (-11.34)***	-0.0006 (-12.85)***	-0.00005 (-3.83)***
ADULTOS_SQ	-0.0069 (-0.44)	-0.0873 (-4.13)***	-0.0072 (0.32)
NIÑOS_SQ	-0.0464 (-3.38)***	-0.0856 (-5.54)***	-0.0584 (-2.12)***
ELASTICIDAD INGRESO	0.5568	0.6486	0.5494
Número de Observaciones	17,129	11,751	5,378
R Cuadrada	0.2552	0.1767	0.1057

CAPÍTULO V

ANÁLISIS REGIONAL DE LAS DECISIONES DE TRANSPORTE

A continuación se hace un análisis regional de las decisiones de transporte de los hogares en México, se analizan los resultados obtenidos en las estimaciones realizadas a nivel regional y por Entidad Federativa, además de la inclusión de un análisis de los determinantes del uso de metro en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México a través de la especificación tobit, puesto que también se presenta una gran cantidad de “ceros” en la muestra, de la misma forma que se hace el análisis tanto para los hogares que cuenta con automóvil como para los que no.

Propiedad de Automóvil

Como en el capítulo anterior, se estimó a través de un modelo probit, la probabilidad de que un hogar posea un auto dadas sus condiciones socioeconómicas y demográficas para cada una de las regiones en que se dividió al país.

El Cuadro 9 muestra tanto la probabilidad media de que un hogar posea un automóvil (estimada) en las diferentes regiones de México, así como el ingreso medio.

Cuadro 9 Probabilidad Media de Poseer un Automóvil e Ingreso Medio

<i>Región</i>	<i>Probabilidad Media</i>	<i>Ingreso Medio</i>
Noroeste	0.5411	24.3207
Noreste	0.3048	15.4343
Sureste	0.1530	15.7611
Centro Sur	0.2030	18.0190
Centro Occidente	0.3757	17.3971

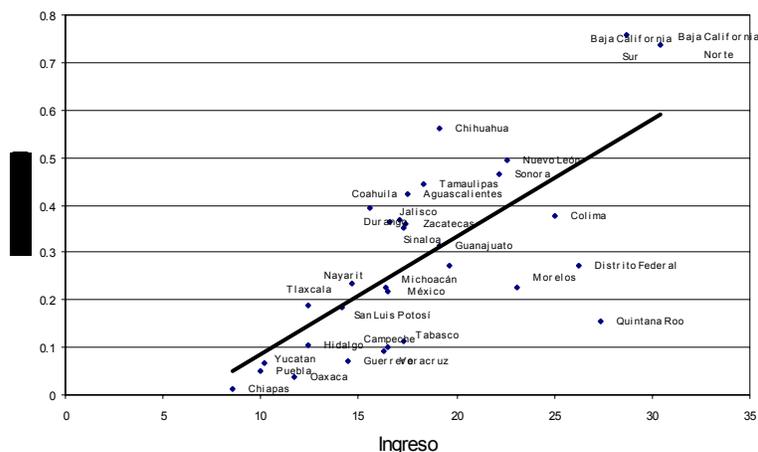
Como se puede observar en el Cuadro 9, la Región Noroeste, región en la que también el ingreso medio del hogar es más alto en México, tiene la mayor probabilidad de que un hogar posea al menos un automóvil. Como se analizó en el capítulo anterior, se sabe que

una las variables que más impacta en la decisión de comprar un auto es el ingreso, sin embargo, existen otros factores que pueden explicar que la Región Noroeste esté no solamente un poco arriba de las regiones en la probabilidad de tener un auto, sino que la probabilidad esté entre 16 y 24 por ciento arriba de la probabilidad en las regiones Centro Occidente y Noreste. Uno de esos factores más importantes es la aprobación de la ley de regularización de autos usados de 2001, en donde hasta la fecha, se han regularizado entre 2 y 2.5 millones de vehículos provenientes de Estados Unidos. En el Norte del país es donde ha proliferado en mayor magnitud la legalización de los llamados “autos chocolate”.

Como puede observarse en la Gráfica 3, el ingreso medio del hogar está en función directa con la probabilidad de tener un automóvil. Para las Entidades Federativas con menor ingreso (i.e. Chiapas, Oaxaca, Puebla) se tiene una probabilidad media muy baja, mientras que para los de ingreso medio, como Guanajuato y Sinaloa la probabilidad es intermedia, así como para los estados con mayor nivel de ingreso promedio, la probabilidad de que un hogar tenga un carro es muy alta (i.e. Nuevo León, Sonora, Baja California).

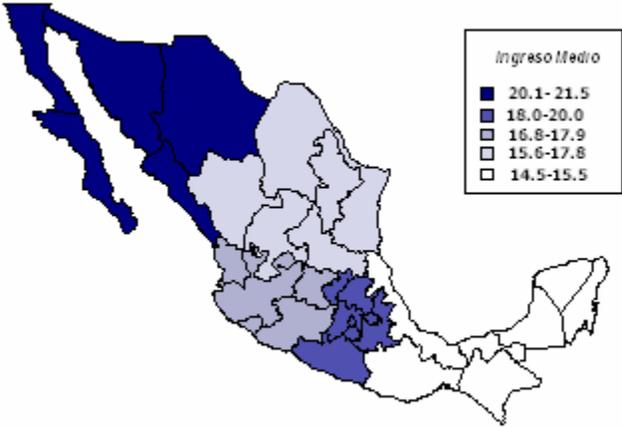
Tanto los resultados del Cuadro 9 como las gráficas 3, 4 y 5 permiten identificar la clara relación positiva del ingreso en la probabilidad de tener un carro.

Gráfica 3
Probabilidad de tener un auto e Ingreso Medio del Hogar

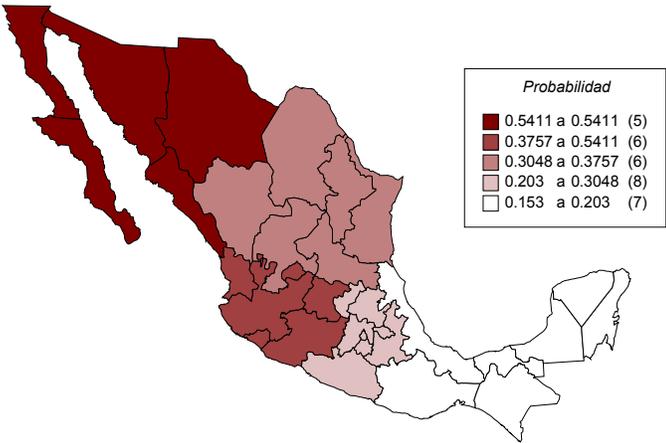


En las Gráfica 4 y 5 se muestra que entre más al sur está una Región, el ingreso medio disminuye así como la probabilidad de poseer un automóvil.

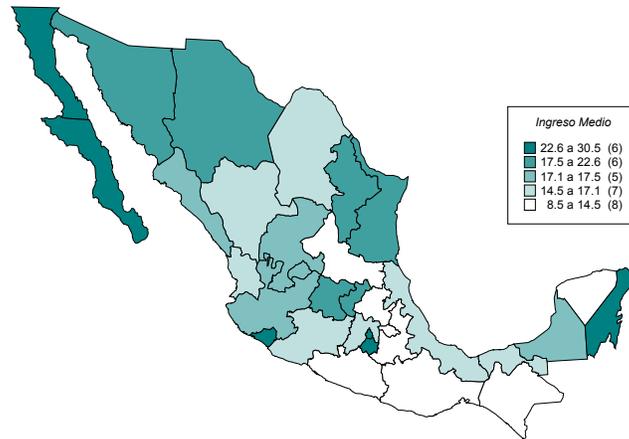
Gráfica 4
Ingreso Medio por Hogar (Por Región)



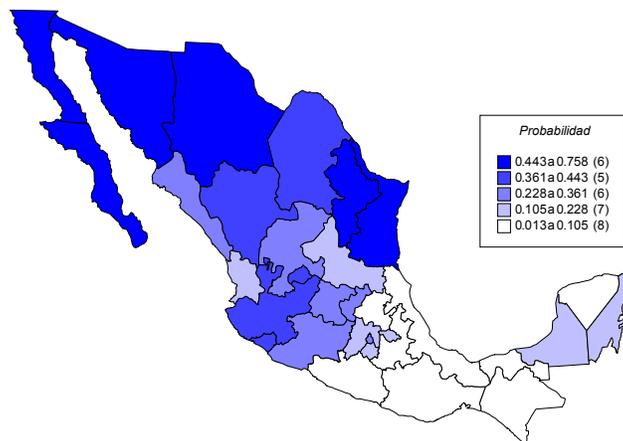
Gráfica 5
Probabilidad Media de posesión de auto por Hogar (Por Región)



Gráfica 6
Ingreso promedio por Hogar (Por Entidad Federativa)



Gráfica 7
Probabilidad Media de que un Hogar posea un Auto



En las Gráficas 6 y 7 se presentan rangos de ingreso medio y de probabilidad media de poseer un automóvil por Entidad Federativa. Como puede observarse, los estados de la Región Centro Sur presentan ingresos medios bajos que se traducen en muy baja probabilidad de existencia de un auto en el hogar. Es de particular interés que en la Región

Norte del país, los ingresos predominantemente intermedios o altos, hacen que la probabilidad de que un hogar tenga un carro sean altas para casi todos, es decir, los estados de esta región pasan de un ingreso intermedio a una alta probabilidad, o bien, los de alto ingreso permanecen en nivel alto de probabilidad, situación que no ocurre en la Región Centro Sur. La mayoría de los estados en esta tienen ingresos medios bajos y prevalecen en un nivel bajo con respecto a la probabilidad y solamente aumenta de nivel bajo de ingreso a intermedio en probabilidad para el estado de Tlaxcala. Esta situación puede ser explicada debido a la mayor cercanía de los estados del norte con la frontera, donde el uso de la ley de regulación de autos usados (o *autos chocolate*) se ha incrementado. Así pues, el mayor nivel de ingreso de los estados del norte y la cercanía a un mercado de autos usados de mayor magnitud, que produce que los hogares tengan un mayor acceso a ese mercado, repercute en la probabilidad de que los hogares del norte del país tengan probabilidades más altas de poseer un automóvil, situación que no ocurre con los estados del centro sur.

Uso de Automóvil

En el capítulo anterior se realizó el análisis de las estimaciones a nivel nacional, en esta sección se hará región por región de tal manera que serán evidentes los factores más importantes para cada una de ellas a fin de hacer un comparativo de los determinantes de la demanda de uso de automóvil.

Como puede observarse en el Cuadro 10 la Región en la que el ingreso juega un papel más importante en la determinación de la demanda de servicio de automóvil es en la Región Sureste, que coincide con aquella cuyo ingreso es el más bajo para todo el país, mientras que en la Región Occidente no juega un papel tan importante ya que por cada mil pesos de ingreso más para el hogar solamente se incrementa el consumo en cerca de 9%, poco más de la mitad de lo que ocurre en la Región Sureste, cuyo aumento en el uso de auto es de 13.3%.

Para todas las regiones, de acuerdo al valor de la elasticidad ingreso, el uso de automóvil en el hogar es un bien necesario, aunque en distintos grados, por ejemplo, para la Región Centro Occidente es un bien necesario, sin embargo estaría cerca de convertirse en un bien inferior.

Cuadro 10 Modelo Tobit para uso de Automóvil (Regiones)

<i>Variable</i>	<i>Región Noroeste</i> <i>(Efecto Marginal)</i>	<i>Región Noreste</i> <i>(Efecto Marginal)</i>	<i>Región Sureste</i> <i>(Efecto Marginal)</i>	<i>Región Centro Sur</i> <i>(Efecto Marginal)</i>	<i>Región Centro Occidente</i> <i>(Efecto Marginal)</i>
INGRESO	0.1229 (20.97)***	0.1193 (21.68)***	0.1327 (16.31)***	0.1042 (24.25)***	0.0881 (22.24)***
ADULTOS	0.5371 (1.87)**	0.5863 (3.08)***	1.6488 (5.39)***	1.0922 (5.89)***	1.1195 (5.13)***
NIÑOS	0.2949 (2.10)***	0.2475 (2.27)***	0.2419 (1.48)*	0.1174 (1.09)	-0.0143 (-0.16)
GÉNERO	0.9930 (3.65)***	0.7401 (3.05)***	1.3341 (3.80)***	0.4223 (1.68)**	0.6879 (3.31)***
CASADO	0.8089 (3.01)***	0.4480 (2.02)***	0.4801 (1.52)*	1.0327 (4.43)***	0.6637 (3.40)***
TREINTA	0.6142 (2.23)***	0.8872 (3.96)***	1.7730 (5.45)***	0.6521 (2.84)***	1.7786 (4.08)***
CUARENTA	1.0720 (3.89)***	0.9394 (4.10)***	1.7102 (5.15)***	0.6382 (2.71)***	1.1482 (5.78)***
CINCUENTA	1.5037 (4.96)***	0.9975 (3.94)***	2.2199 (6.07)***	0.7328 (2.82)***	1.3181 (6.08)***
SESENTA	1.2037 (3.78)***	0.9831 (3.83)***	2.1262 (5.47)***	1.0576 (3.98)***	0.8522 (3.79)***
PRIM	0.6677 (2.12)***	1.1155 (5.12)***	1.2445 (3.60)***	1.3772 (5.69)***	0.9238 (5.27)***
SECUND	1.4351 (4.22)***	1.3098 (5.02)***	2.2984 (5.91)***	1.8804 (7.05)***	1.4810 (6.91)***
PREPA	1.6495 (4.29)***	1.9769 (6.38)***	2.7678 (6.38)***	2.7628 (9.32)***	1.6968 (6.52)***
LIC	1.2359 (3.26)***	2.2891 (7.83)***	4.1314 (9.59)***	3.3585 (11.36)***	1.9824 (8.20)***
POSG	0.1645 (0.24)	1.9406 (2.87)***	2.7833 (3.33)***	2.8814 (5.34)***	2.1695 (3.84)***
INGRESO_SQ	-0.0002 (-10.96)***	-0.0002 (-10.43)***	-0.0003 (-8.29)***	-0.0002 (-13.63)***	-0.0001 (-11.87)***
ADULTOS_SQ	-0.0503 (-1.24)	-0.0475 (-1.90)**	-0.1872 (-4.46)***	-0.0891 (-3.82)***	-0.1404 (-4.44)***
NIÑOS_SQ	-0.0428 (-1.62)**	-0.0517 (-2.65)***	-0.0510 (-1.60)**	-0.0301 (-1.51)*	-0.0083 (-0.58)
Número de Observaciones	1,981	3,072	3,775	4,909	3,392
R Cuadrada	0.1307	0.1697	0.1717	0.1827	0.1410

Para las regiones en estudio, un mayor número tanto de adultos como de niños, incrementa la demanda de uso de auto, a excepción de la regiones Centro Sur y Occidente donde el efecto de un niño adicional parece ser no relevante, esto puede ser debido a un mayor acceso (o de mayor grado de desarrollo) de servicios públicos o servicios de transporte escolar, donde es más evidente en las ciudades del Bajío.

Se coincide en todas las regiones en estudio en relación a las variables GÉNERO Y CASADO, en las cinco los jefes de familia hombres hacen más uso del auto que las mujeres, haciendo esto más evidente en la Región Sureste y en las regiones del norte del país, caso contrario a la Región Centro Sur, en donde los jefes de familia hombres hacen

uso del auto respecto de las mujeres (jefes de hogar) en menor proporción que en las otras regiones. Esto podría ser consecuencia de los patrones culturales sobre género aún persistente en la región norte del país, este impacto (de los patrones culturales) suele ser de menor intensidad en los lugares donde existe mayor cantidad de poblaciones urbanas, caso de la Región Centro Sur (Distrito Federal y Estado de México principalmente).

De igual manera para la variable CASADO, se coincide en el signo de los coeficientes y las diferencias en magnitud no son tan distintas como para la variable GÉNERO. En cada una de las regiones los casados utilizan más auto que los solteros, siendo de entre 44% y 80% más el uso de auto de estos con respecto a los solteros (exceptuando la región Centro Sur).

Con respecto a la edad del jefe de familia, se tiene un patrón similar en todas las regiones. Este patrón consiste en general, en un aumento de uso de automóvil entre los treinta y los cuarenta años de edad, disminuyendo y volviendo a crecer entre los cincuenta y los sesenta años. Para las tres regiones que están más al norte de México (Noroeste, Noreste y Centro Occidente), el uso de auto por parte del jefe de familia se acentúa a los 50 años de edad mientras que para el resto sucede a los 60.

Finalmente, para el último conjunto de variables relativas al jefe de familia, la educación, para casi la totalidad de las regiones alcanzan la cima en los jefes de familia que tienen un grado de escolaridad de licenciatura. El patrón seguido en general, tomando como base a los jefes de familia que no han recibido instrucción, es que conforme aumenta el grado de educación aumenta la demanda de uso de auto (con respecto a la base) y aunque cuando el jefe de familia tiene posgrado aumenta el uso de auto, no es tan grande la diferencia que cuando el jefe de hogar ha estudiado licenciatura.

Uso de Servicios de Camión

El Cuadro 11 muestra los valores de la elasticidad ingreso de la demanda de servicios de camión para las cinco regiones en estudio. Puede observarse que debido al valor de la elasticidad ingreso que el uso de camión es un bien necesario para todos los casos, oscilando entre 0.29 (Región Noreste) y 0.42 (Región Noroeste).

Cuadro 11 Elasticidad Ingreso Servicios de Camión

<i>Región</i>	<i>Muestra Completa</i>	<i>Sin Auto</i>	<i>Con Auto</i>
Noroeste	0.4212	0.6079	0.4683
Noreste	0.2930	0.4771	0.0062
Sureste	0.3622	0.4844	0.2931
Centro Sur	0.3374	0.4774	0.2443
Centro Occidente	0.3559	0.5166	0.2291

Se puede observar claramente en el Cuadro 11 que los valores de las elasticidades ingreso para los hogares que no tienen auto son consistentemente más altas que las de los hogares que sí tienen auto. En la Región Noroeste se presenta la elasticidad ingreso más alta para los hogares sin auto, que implica que ante un cambio de una unidad porcentual en el ingreso cambia en el mismo sentido la demanda de servicios de camión en poco más de 61%. Además, para todas las regiones la demanda de camión sigue siendo un bien necesario.

Con respecto a los hogares que tienen al menos un carro, el valor de la elasticidad ingreso de la Región Noreste indica que para los estados que la conforman, el uso de camión está a punto de convertirse en un bien inferior, mientras que para las demás regiones continúa siendo un bien necesario.

Los resultados del Cuadro 12 muestran que en todas las regiones el número de adultos en el hogar es un factor para que aumente la demanda de camión, esto aunado a la alta probabilidad de tener un auto y por consiguiente de su uso, hace que entre mayor número de adultos exista en un hogar o bien utilizan más el auto o hacen mayor uso de servicios de camión.

El hecho de que haya un niño adicional en el hogar disminuye la demanda de usos de camión en las regiones a excepción de lo que sucede en la Región Sureste, aunque es muy bajo el valor (y no significativo).

Uno de los resultados más consistentes en el Cuadro 12 es el relativo al género, que indica que las mujeres jefes de familia hacen mayor uso de los servicios de camión, quienes utilizan entre 17 y 55 por ciento más camión que los hombres. Con respecto al estado civil del jefe de familia se ha encontrado que a excepción de la región Noreste los jefes de familia solteros utilizan entre 5 y 49% más servicios de camión que los casados.

Cuadro 12 Modelo Tobit de Uso de Servicios de Camión (Por Región)

Variable	Región Noroeste	Región Noreste	Región Suroeste	Región Centro Sur	Región Centro Occidente
	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)
INGRESO	0.0254 (3.74)***	0.0395 (4.82)***	0.0598 (9.70)***	0.0259 (9.11)***	0.0284 (5.79)***
ADULTOS	0.2938 (1.80)**	0.0055 (0.05)	0.3351 (3.53)***	0.1868 (3.03)***	0.3661 (3.67)***
NIÑOS	-0.0220 (-0.28)	-0.0778 (-0.96)	0.0616 (1.15)	-0.07811 (-2.29)***	-0.3031 (-0.61)
GÉNERO	-0.1739 (-1.15)	-0.5452 (-3.42)***	-0.2769 (-2.54)***	-0.1976 (-2.62)***	-0.2549 (-2.32)***
CASADO	-0.4851 (3.14)***	0.0520 (0.34)	-0.0692 (-0.66)	-0.0560 (-0.78)	-0.2425 (-2.33)***
TREINTA	-0.1871 (-1.19)	0.1521 (1.03)	-0.0207 (-0.20)	0.2226 (3.05)***	-0.1659 (-1.60)*
CUARENTA	0.0287 (0.18)	0.3198 (2.12)***	0.0939 (0.88)	0.3374 (4.44)***	-0.2513 (-2.31)***
CINCUENTA	0.1749 (-1.01)	-0.0261 (-0.15)	-0.0975 (-0.82)	0.1230 (1.47)*	-0.2634 (-2.23)***
SESENTA	-0.6827 (-3.76)***	-0.6012 (-3.44)***	-0.2779 (-2.25)***	-0.2590 (-3.03)***	-0.6324 (-5.17)***
PRIM	0.5618 (3.14)***	0.1968 (1.45)*	0.2532 (2.69)***	0.3848 (6.23)***	-0.0976 (-1.09)
SECUND	0.7932 (4.05)***	0.6810 (4.08)***	0.6080 (5.33)***	0.5267 (7.13)***	0.0892 (0.78)
PREPA	0.7870 (3.47)***	0.4304 (1.99)***	0.2347 (1.66)*	0.4567 (4.99)***	0.0747 (0.50)
LIC	0.2752 (1.20)	0.1348 (0.64)	-0.0435 (-0.29)	0.0921 (0.96)	-0.1147 (-0.80)
POSG	0.0395 (0.08)	0.5517 (0.92)	-1.2702 (-2.40)***	-0.5695 (-2.22)***	-0.8356 (-1.98)***
INGRESO_SQ	-0.0004 (-5.2)***	-0.0006 (-5.47)***	-0.0006 (-8.51)***	-0.0002 (-9.81)***	-0.0002 (-4.98)***
ADULTOS_SQ	-0.0199 (-0.86)	-0.0199 (-1.27)*	-0.0246 (-1.90)**	-0.0053 (-0.66)	-0.0207 (-1.52)**
NIÑOS_SQ	-0.0016 (0.11)	-0.0113 (-0.87)***	0.0165 (1.72)**	-0.0052 (-0.92)	0.0047 (0.62)
Elasticidad Ingreso	0.4212	0.2930	0.3622	0.3374	0.3559

Los coeficientes asociados a las variables *dummies* de edad, el patrón es distinto en todas las regiones en estudio, mientras que en la región Centro Sur el impacto va creciendo hasta que el jefe de hogar está entre 50-59 años de edad, a partir de los sesenta comienza a

disminuir (en relación con los jefes de hogar entre 20 y 29 años de edad), en la Región Centro Occidente, los jefes de familia con edad entre 20 y 29 años, utilizan en mayor proporción los servicios de camión con respecto a todos los demás rangos de edad en estudio. Las personas de sesenta años utilizan entre 27 y 68% menos que lo que lo hacen los jefes de familia entre 20 y 29 años de edad, dato importante por el que se puede pronosticar la cantidad de viajes (en camión) que realiza la gente de la tercera edad y tomar decisiones de “gratuidad”, además de la importancia de la modernización de las unidades hacia las personas mayores.

Finalmente, para la educación de los jefes de hogar, como era de esperarse el patrón es distinto para cada una de las regiones. Para el caso de la Región Centro Sur, los jefes de familia con primaria usan más camión aproximadamente 38% más que los que no han recibido ningún tipo de educación, así como los de secundaria en un 53% más, para que comience a disminuir su uso en el caso en el que los jefe de familia tienen estudios de preparatoria y los jefes de familia que realizaron estudios de posgrado usan 57% menos camión en comparación a los que no tienen ningún tipo de educación formal.

Para las regiones Noroeste y Noreste, conforme se incrementa la preparación más allá de la educación secundaria comienza a disminuir la utilización de los servicios de camión (respecto de la base). Los jefes de hogar con educación preparatoria utilizan entre 43 y 79% (respectivamente,) más camión que lo que lo hacen los jefes de familia sin educación.

Uso de Servicios de Taxi

De acuerdo con el Cuadro 13, existe en la Región Noroeste una elasticidad de 83.4 por ciento, que indica que ante un incremento porcentual en el ingreso se traduce en un cambio casi de la misma magnitud en la demanda de servicios de taxi.

Para el caso de la Región Noreste, la elasticidad ingreso de la demanda de taxi es mayor para los hogares que tienen auto, mientras que estos aumentan un 88.2% su gasto en taxi ante un cambio de uno por ciento en su ingreso, los que no tienen auto solamente lo hacen en 81.6%.

Caso contrario a lo que ocurre en estas dos regiones sucede en las Centro Sur y en Sureste, donde se presenta que la elasticidad ingreso de la demanda de servicios de taxi es mayor en los hogares que no tienen auto que en la que los tienen.

Tomando en consideración solamente a los hogares sin auto de todas las regiones, el Cuadro 13 permite identificar que en la zona Noroeste se tiene la elasticidad más alta, en la que ante un cambio marginal en el ingreso, los hogares en promedio aumentan su gasto en taxi casi en la misma magnitud.

Cuadro 13 Elasticidad Ingreso para Servicios de Taxi (Regiones)

<i>Región</i>	<i>Muestra Completa</i>	<i>Sin Auto</i>	<i>Con Auto</i>
Noroeste	0.8340	0.9901	-
Noreste	0.7235	0.8156	0.8821
Sureste	0.6268	0.6982	0.5354
Centro Sur	0.5102	0.5820	0.5209
Centro Occidente	0.2599	0.3630	0.3679

En el Cuadro 14 se observa que en la Región Centro Sur, el número de adultos en el hogar hace que aumente muy poco la demanda de taxi, que va en contra de lo que se podría esperar, aunque una de las posibles causas es que en la Región Centro Sur existe un mayor acceso a distintos tipos de transporte en el que los hogares pueden discriminar de acuerdo al precio. Con respecto al número de niños en el hogar, el Cuadro 14 muestra que en todas las regiones esta variable tiene un impacto positivo en la demanda de uso de taxi, es decir que ante la llegada de un niño adicional al hogar, la demanda por servicios de taxi aumenta entre 7 y 39%.

En referencia a la variable de género, se identifica que en todas las regiones las mujeres jefes de hogar demandan mayores servicios de taxi. Con respecto al estado civil, se observa que la variable no es relevante a excepción de lo que sucede en la región Centro Occidente, cuyo parámetro indica que los solteros utilizan en mayor proporción los servicios de taxi.

Cuadro 14 Modelo Tobit de Uso de Taxi (Regional)

Variable	Región Noroeste	Región Noreste	Región Sureste	Región Centro Sur	Región Centro Occidente
	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)	(Efecto Marginal)
INGRESO	0.0534 (3.0) ***	0.0852 (7.25) ***	0.1211 (12.69) ***	0.0625 (10.76) ***	0.0673 (6.55) ***
ADULTOS	1.7567 (2.3) ***	0.5989 (2.18) ***	0.3230 (1.62) **	0.0608 (0.26)	0.1802 (0.72)
NIÑOS	0.1275 (0.3)	0.2532 (1.65) **	0.3946 (2.90) ***	0.3844 (2.40) ***	0.0784 (0.60)
GÉNERO	-1.2965 (-2.1) ***	-0.4471 (-1.59) **	-0.6108 (-2.63) ***	-0.3660 (-1.20)	-0.2337 (-0.86)
CASADO	-0.4562 (-0.7)	-0.1606 (-0.59)	-0.0546 (-0.24)	-0.2630 (-0.90)	-0.4309 (-1.67) **
TREINTA	-0.1786 (-0.3)	-0.4695 (-1.71) **	-0.3704 (-1.71) **	-0.2751 (-0.93)	-0.3594 (-1.34) *
CUARENTA	-1.6457 (-2.6) ***	-0.0896 (-0.33)	-0.5274 (-2.35) ***	-0.1928 (-0.63)	-0.3789 (-1.36) *
CINCUENTA	-1.4059 (-2.1) ***	-0.3613 (-1.18)	-0.9129 (-3.53) ***	0.0279 (0.08)	-0.2968 (-0.99)
SESENTA	-1.6848 (-2.4) ***	-0.3226 (-1.04)	-0.5706 (-2.14) ***	-0.2116 (-0.61)	-0.4407 (-1.44) **
PRIM	0.7715 (1.0)	0.3789 (1.39) *	0.3627 (1.55) *	0.7785 (2.71) ***	-0.1152 (-0.50)
SECUND	0.2152 (0.3)	0.6538 (2.01) ***	0.6073 (2.25) ***	1.1731 (3.61) ***	-0.4606 (-1.51) **
PREPA	0.4019 (0.4)	-0.0576 (-0.14)	0.7994 (2.59) ***	1.2963 (3.44) ***	0.1036 (0.29)
LIC	0.0832 (0.1)	0.3582 (0.95)	-0.2651 (-0.82)	1.0009 (2.62) ***	-0.1129 (-0.33)
POSG	0.7904 (0.5)	-1.4533 (-1.20)	-2.3080 (-2.73) ***	-1.0321 (-1.19)	-0.1815 (-0.22)
INGRESO_SQ	-0.0002 (-1.8) **	-0.0006 (-5.68) ***	-0.0006 (-8.40) ***	-0.0001 (-7.22) ***	-0.0003 (-4.32) ***
ADULTOS_SQ	-0.2014 (-1.8) **	-0.0639 (-1.61) **	-0.0066 (-0.25)	0.0319 (1.06)	-0.0062 (-0.18)
NIÑOS_SQ	-0.0808 (-0.9)	-0.0511 (-1.68) **	-0.0747 (-2.68) ***	-0.0918 (-2.88) ***	-0.0023 (-0.11)
Elasticidad Ingreso	0.9757	0.8142	0.4291	0.5113	0.2599

En referencia a la edad del jefe de hogar, se observa consistentemente que los que están en el rango de referencia (20-29 años de edad) utilizan con mayor intensidad los servicios de taxi; con respecto a los jefes de familia entre los 30 y 39 años de edad, el uso de este medio de transporte es entre 17 y 47 por ciento mayor; en relación a los que están entre 40 y 49 años de edad la utilización es mayor entre 37 y 52 por ciento y lo utilizan entre 44 y 168 por ciento más que los cabezas de familia mayores de 60 años de edad.

En la Región Centro Sur del país, el nivel de educación es significativo y sigue un patrón en el que los jefes de familia, al terminar la educación primaria, hacen uso en poco menos de 80% con respecto a los que no han recibido ningún tipo de instrucción. En la región Sureste ocurre lo mismo (las magnitudes son muy cercanas entre ellas), al terminar la educación básica comienza a darse un crecimiento en el uso de este tipo de transporte y cuando los jefes de familia han terminado la educación profesional, gastan menos que los que no tienen ninguna instrucción.

Uso de Servicios de Metro

A continuación se realiza un análisis breve de los resultados obtenidos de la estimación del modelo de regresión tobit para el uso de servicios de Metro en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), que comprende tanto las 16 Delegaciones como 34 Municipios pertenecientes al Estado de México.

El análisis se realizó tomando en cuenta solamente a la ZMCM debido a que las muestras de la ENIGH 2002 para las demás Zonas Metropolitanas (de la Ciudad de Monterrey y de la Ciudad de Guadalajara) del país no son lo suficientemente grandes y no alcanzan convergencia en las estimaciones realizadas.

Los datos del Cuadro 15 muestran que en general, en la ZMCM, el uso de servicios de metro es un bien necesario, lo mismo que ocurre en la mayoría de las regiones dentro del Distrito Federal, a excepción de la Región Oriente, la cual tiene uno de los ingresos medios por hogar más bajos dentro del Distrito Federal³².

³² Las submuestras no alcanzaron convergencia por lo que no se incluyeron estas estimaciones.

Cuadro 15 Elasticidades ingreso en la ZMCM

<i>Entidad</i>	<i>Elasticidad Ingreso</i>	<i>Ingreso Medio (Por Hogar)</i>
ZMCM	0.1045	23.4459
DF	0.0637	26.2843
DF Norte	0.1465	23.8855
DF Sur	0.1447	25.5153
DF Oriente	-0.2845	22.6109
DF Poniente	-	20.7394
DF Centro	0.1822	41.9909

Como puede observarse en el Cuadro 16, en general para todas las entidades y todas las regiones en las que se dividió al Distrito Federal, el número de adultos en el hogar tiene un impacto positivo en el uso de servicios de metro, siendo el más fuerte el que se presenta en la Región Centro y el más pequeño en la Región Oriente, una de las Regiones con menor nivel de ingreso dentro del DF. La (no) significancia estadística de los parámetros asociados a la variable referente al número de niños en el hogar indica que no existe una relación (estadística) entre ésta y el uso de servicios de metro en la zona Metropolitana del Valle de México.

En todas las regiones los jefes de familia solteros utilizan en mayor proporción los servicios de metro en referencia a la magnitud como lo hacen los jefes de familia casados. En la ZMCM en su conjunto, el total del DF y al interior de las regiones del Distrito Federal (significativas), los jefes de hogar solteros utilizan entre 23% y 59% más metro que los casados.

Por último, para las variables asociadas a la edad y al nivel de educación de los jefes de familia, se puede observar en el Cuadro 16 que en general, las variables no son significativas, sin embargo, para la Zona Metropolitana del Valle de México en general, se identifica que los jefes de familia con rango de edad entre 20 y 29 años de edad, utilizan en mayor proporción los servicios de metro entre 1 y 13 por ciento más que los demás rangos de edad en estudio. Además, los jefes de hogar con primaria terminada, utilizan los servicios de metro 17 por ciento más que los cabezas de familia sin instrucción y que los

que terminaron al menos una licenciatura los utilizan en 17 y 27 por ciento mayor magnitud.

Cuadro 16 Modelo Tobit para uso de servicios de Metro (ZMCM)

<i>Variable</i>	<i>ZMCM</i>	<i>DF</i>	<i>México</i>	<i>DF Norte</i>	<i>DF Sur</i>	<i>DF Oriente</i>	<i>DF Poniente</i>	<i>DF Centro</i>
INGRESO	0.0020 (1.37)**	0.0002 (0.10)	0.0175 (3.94)***	-0.0061 (-1.01)	0.0061 (1.29)*	0.0099 (1.83)**	0.0306 (2.35)***	-0.0005 (-0.13)
ADULTOS	0.2091 (3.73)***	0.2136 (3.12)***	0.2073 (2.28)***	0.3129 (1.72)**	0.2017 (1.68)**	0.1266 (1.11)	0.4991 (2.22)***	0.8151 (2.55)***
NIÑOS	-0.0382 (-1.16)	-0.0433 (-1.00)	0.0444 (0.82)	-0.0021 (-0.02)	-0.1181 (-1.66)**	0.1395 (1.73)**	-0.0317 (-0.30)	-0.1379 (-0.88)
GENERO	0.0463 (0.73)	0.0423 (0.58)	0.0184 (0.14)	0.1202 (0.91)	0.0746 (0.51)	-0.1229 (-0.98)	-0.1249 (-0.39)	0.2799 (1.31)
CASADO	-0.2077 (-3.40)***	-0.2755 (-3.84)***	0.0055 (0.05)	-0.4624 (-3.29)***	-0.2316 (-1.70)**	-0.0264 (-0.22)	0.0535 (0.17)	-0.5888 (-2.58)***
TREINTA	-0.0084 (-0.14)	-0.0265 (-0.35)	-0.0081 (-0.08)	0.2836 (1.64)**	0.0379 (0.29)	-0.1908 (-1.51)**	-0.2813 (-1.74)**	-0.0881 (-0.31)
CUARENTA	-0.0136 (-0.22)	-0.0374 (-0.49)	0.0430 (0.41)	0.3009 (1.73)**	-0.2153 (-1.51)*	-0.0985 (-0.79)	-0.4078 (-2.20)***	-0.0850 (-0.31)
CINCUENTA	-0.0235 (-0.34)	-0.0503 (-0.60)	0.0360 (0.30)	0.1460 (0.75)	-0.1039 (-0.69)	-0.0439 (-0.31)	-0.2080 (-1.12)	-0.1519 (-0.52)
SESENTA	-0.1286 (-1.76)**	-0.1676 (-1.92)**	-0.1019 (-0.78)	0.0120 (0.06)	-0.1933 (-1.22)	-0.1728 (-1.13)	-0.3191 (-1.30)	-0.2614 (-0.89)
PRIM	0.1700 (2.25)***	0.1138 (1.25)	0.3347 (2.57)***	0.4415 (1.94)**	-0.0600 (-0.43)	-0.0351 (-0.22)	0.0182 (0.08)	0.4070 (0.96)
SECUND	0.1321 (1.63)**	0.0848 (0.87)	0.2989 (2.11)***	0.5263 (2.22)***	-0.0418 (-0.28)	-0.1621 (-0.90)	0.0279 (0.12)	0.1748 (0.40)
PREPA	0.3058 (3.47)***	0.2853 (2.74)***	0.3017 (1.85)**	0.5555 (2.21)***	0.0985 (0.60)	0.1839 (0.97)	-0.1063 (-0.36)	0.5432 (1.22)
LIC	0.1745 (1.91)**	0.1433 (1.33)*	0.1779 (1.07)	0.5544 (2.13)***	-0.0540 (-0.32)	0.0069 (0.03)	-0.2007 (-0.64)	0.3240 (0.74)
POSG	0.2738 (1.70)**	0.2317 (1.32)*	0.1901 (0.44)	0.0456 (0.07)	0.1058 (0.41)	0.2395 (0.66)	-0.0003 (-2.06)***	0.4618 (0.82)
INGRESO_SQ	0.0000 (-1.39)*	0.0000 (-0.51)	-0.0001 (-3.28)***	0.0001 (0.95)	-0.0001 (-1.61)**	-0.0001 (-1.96)***	-0.0457 (-1.46)*	0.0000 (0.02)
ADULTOS_SQ	-0.0158 (-2.15)***	(-0.0157 (-1.72)**	-0.0171 (-1.50)*	-0.0349 (-1.28)*	-0.0125 (-0.83)	-0.0025 (-0.18)	0.0075 (0.34)	-0.1213 (-2.30)***
NIÑOS_SQ	-0.0036 (-0.53)	-0.0065 (-0.65)	-0.0120 (-1.21)	-0.0301 (-1.14)	0.0164 (1.04)	-0.0432 (-2.30)***	-1.1808 (-2.63)***	0.0275 (0.69)
ELASTICIDAD INGRESO	0.1045	0.0674	-	0.1465	0.1447	-0.2845	-	0.1822

CONCLUSIONES

En este estudio se han examinado los determinantes de las decisiones en las demandas de transporte privado y público de los hogares a través del uso de los modelos probit y Tobit, utilizando variables económicas y sociodemográficas que han sido utilizadas en otros estudios anteriores.

La variable más importante en la decisión de transporte de los hogares ha sido el ingreso. Aquí, se obtuvieron las elasticidades ingreso que coinciden con otros calculados previamente en el sentido de que tanto el uso del automóvil como la demanda de servicios de camión y taxi en México, son bienes necesarios.

En la mayoría de las estimaciones, los modelos se ajustaron suficientemente bien produciendo coeficientes significativos y con signos esperados. En las estimaciones realizadas se obtuvo que la probabilidad de que un hogar posea un automóvil en México es de 28.1% dadas las medias de las características de los hogares. De la misma forma, se puede concluir que en la Región Noroeste del país se presenta la mayor probabilidad de que un hogar tenga un auto, así como en la Región Sureste es en la que se presenta la menor. Además, conforme más al sur se encuentra una Entidad Federativa, la probabilidad de poseer un carro va disminuyendo.

Dados los resultados producidos en las estimaciones de la demanda de uso de automóvil, puede decirse que en México los jefes de familia hombres utilizan más el automóvil del hogar que las mujeres y que los casados lo hacen en mayor proporción que los solteros, haciéndose más evidente esta diferencia en las regiones Sureste y Noroeste para el caso del género y en las regiones Centro Sur y Noroeste en relación al estado civil del jefe de familia.

De la misma forma, puede concluirse que dadas las características tomadas en cuenta, que a nivel nacional las mujeres jefes de familia utilizan más servicios de camión que los hombres y en general, más los solteros que los casados. Con respecto a las variables de

educación se obtuvo que los jefes de hogar con solamente la educación básica son los que más utilizan estos servicios. Los resultados indican además que en la Región Noreste, las mujeres jefes de familia utilizan los servicios de camión 55% más que los hombres y que en la Región Noroeste los solteros usan casi 50% más estos servicios que los jefes de hogar casados.

Con respecto a los servicios de taxi, se concluye que a nivel nacional, los jefes de familia entre 20 y 29 años de edad son los que más lo utilizan; además los solteros y las mujeres jefes de hogar hacen uso de este servicio 24 y 49 por ciento más que los hombres y los casados respectivamente.

Finalmente, para las estimaciones de la demanda de servicios de metro en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se obtuvo que en general entre más adultos en los hogares se realiza mayor uso del metro y que tanto los hombres como los solteros utilizan en mayor proporción este servicio.

Puede decirse además que los jefes de familia que tienen cierto nivel de educación utilizan más metro que los que no tienen instrucción, aunque esta relación no es lineal, pues la diferencia en uso es mayor la que se presenta en los jefes de familia con estudios de preparatoria, licenciatura y posgrado.

BIBLIOGRAFÍA

Benett, W., 1967. Cross-Section studies of the consumption of automobiles in the United States, *American Economic Review*, Vol. 57 (4), pp. 841-850.

Bergantino, A., 1967. Estimating Engel Curves for transporte expenditures: Evidence from UK Household budget data. *International Journal of Transport Economics*, Vol. 24 (2), pp. 279-305.

Cragg, J. y Uhler, R., 1970. The demand for automobiles, *Canadian Journal of Economics*, Vol. 3 (3), pp. 386-406.

Cragg, J., 1971. Some statistical models for limited dependent variable with application to the demand for durable goods. *Econometrica*, Vol. 39 (5), pp. 829-844.

Dargay, J. y Hanly, M., 2002. The demand for local bus services in England. *Journal of Transport Economics and Policy*. Vol. 36 (1), pp. 73-91.

Dargay, J. y Vithoukias, P., 1999. Estimation of a dynamic car ownership model. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 33 (3), pp.287-302.

De Rus, G. 1996. Public transport demand elasticities in Spain. *Journal of Transport Economics and Policy*. Vol. 24 (2), pp. 189-201.

Douglas, N. J., Franzmann, L. J. y Frost, T. W., 2003. The estimation of demand parameters for primary public transport service in Brisbane attributes. *Próximo a publicación*.

García, P. 2002. A microeconomic approach to the determinants of travel mode choice. *Centro de Estudios para la Producción*. Gobierno de Argentina.

García-Ferrer, A., Bujosa, M., De Juan, A. Y Poncela, P., 2002. Demand forecast and elasticities estimation of public transport. *Mimeo*.

Golob, T.F., Bunch, D.S. y Brownstone, D., 1997. A vehicle use forecasting model based on revealed and stated vehicle type choice and utilisation data, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31 (1), pp. 69-92.

Hanly, M. y Dargay, J., 2000. Car ownership in Great Britain – A panel data Analysis. *Transportation Research Record*, 1718, pp.83-89, Washington.

Hensher, D.A, Milthorpe, F.W. y Smith, N.C.,1990. The demand for vehicle use in the urban household sector, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 21 (2), pp.119-140.

Jaumandreu, J. y Moral, María., 2001. The demand for cars: a discrete choice model with income effects. *Working Paper*.

Johansson-Stenman,O. 2002. Estimating individual driving distance by car and public transport use in Sweden, *Applied Economics*, Vol. 34 (8), pp.959 – 967.

Labeaga, J.M. y Lopez, A., 1997. A study of petrol consumption using Spanish panel data, *Applied Economics*, Vol. 29. pp.795-802.

Lankford, R.H., Wickoff, J.H. (1991). Modelling charitable giving using a Box-Cox standard tobit model. *Review of Economics and Statistics*. Vol. 73. pp. 460-470.

Nijkamp, P. y Pepping, G., 1998. Meta-Analysis for explaining the variance in public transport demand elasticities in Europe. *Journal of Transportation and Statistics*. Vol. 1 (1), pp. 1-14.

Nolan, A. (2002). The determinants of urban households' transport decisions: A microeconomic study using Irish data. *Working Paper*.

Thobani, M., 1984. A nested logit model of travel to work and auto ownership. *Journal of Urban Economics*. Vol. 15, pp. 287-301.

Said, G., 1992. Modelling household car ownership in the Gulf States. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26 (2), pp.121-138.

Sartori, J., 2001. Estimación de elasticidades de demanda para el transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de Córdoba (Argentina). *Mimeo*.

Cuadro 2 Variables de Transporte

Variable	Muestra completa				Sin auto				Con auto			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
AUTO	0.3133	0.4638	0.0000	1.0000	-	-	-	-	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
GASOL	0.7591	1.8242	0.0000	39.2525	-	-	-	-	2.4231	2.5673	0.0198	39.2525
BUS	0.4175	0.8069	0.0000	11.2766	0.4872	0.8798	0.0000	11.2766	0.2646	0.5897	0.0000	7.9120
TAXI	0.1394	0.7518	0.0000	38.5949	0.1598	0.8465	0.0000	38.5949	0.0950	0.4800	0.0000	11.5657
METRO*	0.1333	0.2579	0.0000	1.6823	0.1462	0.2743	0.0000	1.6823	0.1044	0.2143	0.0000	1.5771

*Los datos corresponden únicamente al Distrito Federal

Cuadro 3 Variables de Ingreso y Sociodemográficas del Hogar

Variable	Muestra completa				Sin auto				Con auto			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
INGRESO	17.6635	22.8849	0.0000	561.6217	12.0855	13.3717	0.0000	291.2873	29.8516	32.5724	0.7750	561.6217
ADULTOS	2.5278	1.1746	0.0000	11.0000	2.4433	1.1655	0.0000	11.0000	2.7129	1.1733	0.0000	11.0000
NIÑOS	1.7014	1.6085	0.0000	11.0000	1.7632	1.6869	0.0000	11.0000	1.5658	1.4122	0.0000	9.0000

Cuadro 4 Variables del Jefe de Hogar (Porcentajes)

Variable	Muestra completa	Sin auto	Con auto
GENERO	0.8038	0.7666	0.8853
(Base=Mujer)	0.1962	0.2334	0.1147
CASADO	0.7315	0.6836	0.8362
(Base=Soltero)	0.2685	0.3164	0.1638
TREINTA	0.2461	0.2371	0.2659
CUARENTA	0.2349	0.2129	0.2832
CINCUENTA	0.1777	0.1688	0.1973
SESENTA	0.2154	0.2379	0.1660
(Base=20-29 años de Edad)	0.1259	0.1433	0.0876
PRIM	0.4361	0.4778	0.3446
SECUND	0.1981	0.1935	0.2081
PREPA	0.0856	0.0643	0.1322
LIC	0.1038	0.0442	0.2344
POSG	0.0082	0.0011	0.0238
(Base=Sin instrucción)	0.1682	0.2191	0.0569

