

Examen Final 2do Semestre 2018

Jose C. Escobar 175895

Eduardo Hidalgo 117036

Rene Rosado 137084

Diciembre 10, 2018

Introducción

En el estudio de mercados, desde la óptica de las ciencias económicas, resulta útil caracterizar la demanda. Para los órganos reguladores y autoridades de competencia, resulta de particular interés conocer la sensibilidad de la demanda ante cambios en el ingreso de los consumidores, o ante cambios en el precio de los productos y servicios. A estos fenómenos se les conoce como elasticidad ingreso y elasticidad precio respectivamente.

Se dice que un bien o servicio es ordinario si su elasticidad precio es negativa, es decir, que ante un aumento en el su precio su demanda disminuye. Por otro lado, se considera un bien ‘Giffen’, si un movimiento en el precio del bien o servicio es seguido por un movimiento en el mismo sentido de su demanda. Si el ingreso del consumidor aumenta, se dice que un bien o servicio es inferior si la demanda de este disminuye; el caso contrario, cuando aumenta el consumo al aumentar el ingreso, se dice que se trata de un bien normal.

Una técnica frecuentemente utilizada para estimar la demanda es el uso de los modelos estructurales de elección discreta desarrollada por McFadden (1973; 1978; 1980; 1981). Estos modelos buscan predecir la probabilidad de elección de los agentes por una alternativa dentro de un conjunto finito. Además, permiten determinar la influencia relativa de los diferentes atributos de las alternativas y las características de los tomadores de decisiones, así como derivar las elasticidades de la demanda.

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) cuenta con la serie histórica de la tasa de teledensidad (líneas de telefonía móvil por cada 100 habitantes) a nivel nacional, a partir del primer trimestre de 2013 y hasta el segundo trimestre de 2018. Concatenando esta información con el Índice de Precios de Telefonía Móvil, el Producto Interno Bruto (PIB) y los registros de la población reportados por INEGI se creó una base de datos con el fin de estimar la demanda del servicio de telefonía móvil en México mediante el uso de un modelo bayesiano estático y un modelo bayesiano dinámico.

El método se desarrolla dentro del contexto de un modelo heterogéneo de elección discreta aplicado a un conjunto limitado de datos. Nuestro análisis indica que es posible modelar la demanda de telefonía móvil con pocos datos incorporando la heterogeneidad y eliminando el sesgo causado por la endogeneidad en el parámetro del precio.

Los resultados obtenidos son, con un 90% probabilidad, significativos para el efecto del nivel de precios en ambos modelos; mientras que el efecto del ingreso sólo es significativo bajo el enfoque dinámico. Los agentes interesados en el estudio de mercados deben de considerar este hecho para la toma de decisiones, ya que de no hacerlo pudieran incurrir en el error de sobrestimar el efecto del precio u omitir el efecto del ingreso en la demanda.

Análisis Exploratorio

La tasa de teledensidad de telefonía móvil mide el número de líneas activas por cada 100 habitantes. Esta presenta una mediana 89 líneas por cada 100 habitantes, alcanzando un mínimo de 84 líneas por cada 100 habitantes el segundo trimestre de 2014, y un máximo de 93 líneas por cada 100 habitantes durante los dos primeros trimestres de 2018.

Por su parte el PIB per cápita es un indicador utilizado frecuentemente para aproximar la riqueza de una economía. Su cálculo consiste en la división del Producto Interno Bruto entre la población total estimada. La serie disponible en la base de datos ha presentado una tendencia creciente, alcanzando un mínimo de 136,673 pesos durante el segundo trimestre de 2013, y un máximo de 149,239 pesos durante el primer trimestre de 2018.

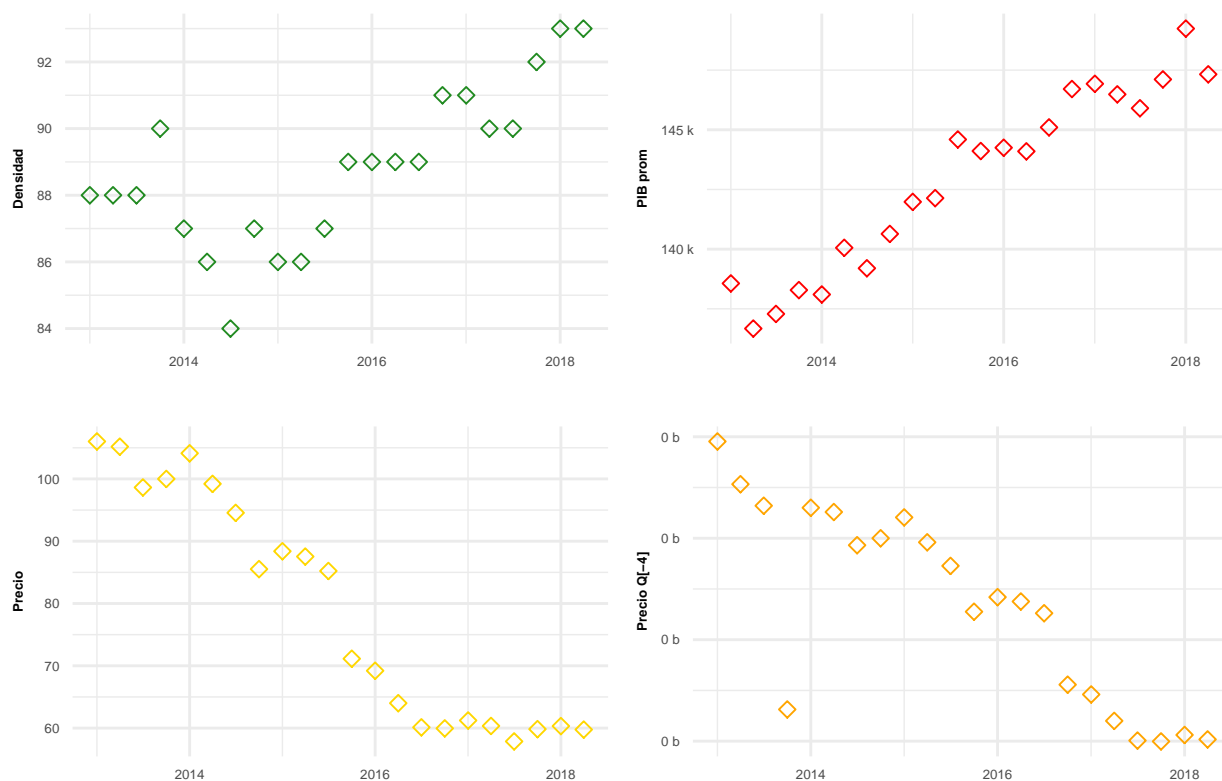
El Índice de Precios de Telefonía Móvil es un indicador construido por el INEGI el cual contempla el cambio promedio del precio, tanto implícito como explícito, en los servicios de la telefonía móvil, tanto de planes de prepago como de post-pago, con cobertura nacional. A partir del primer trimestre de 2013 a la fecha, este índice ha mostrado una tendencia decreciente, presentando su máximo (119.08 pts) durante el primer trimestre de 2013 y su mínimo (59.96 pts) durante el segundo trimestre de 2018.

Table 1: Resumen de los datos

TELEDENSIDAD	PIBPERCAPITA	PRECIO	LAG_PRECIO
Min. :84.00	Min. :136673	Min. : 57.87	Min. : 59.96
1st Qu.:87.00	1st Qu.:139413	1st Qu.: 60.33	1st Qu.: 66.99
Median :89.00	Median :144104	Median : 78.18	Median : 87.96
Mean :88.77	Mean :142944	Mean : 79.01	Mean : 86.49
3rd Qu.:90.00	3rd Qu.:146340	3rd Qu.: 97.61	3rd Qu.:103.08
Max. :93.00	Max. :149239	Max. :106.01	Max. :119.08

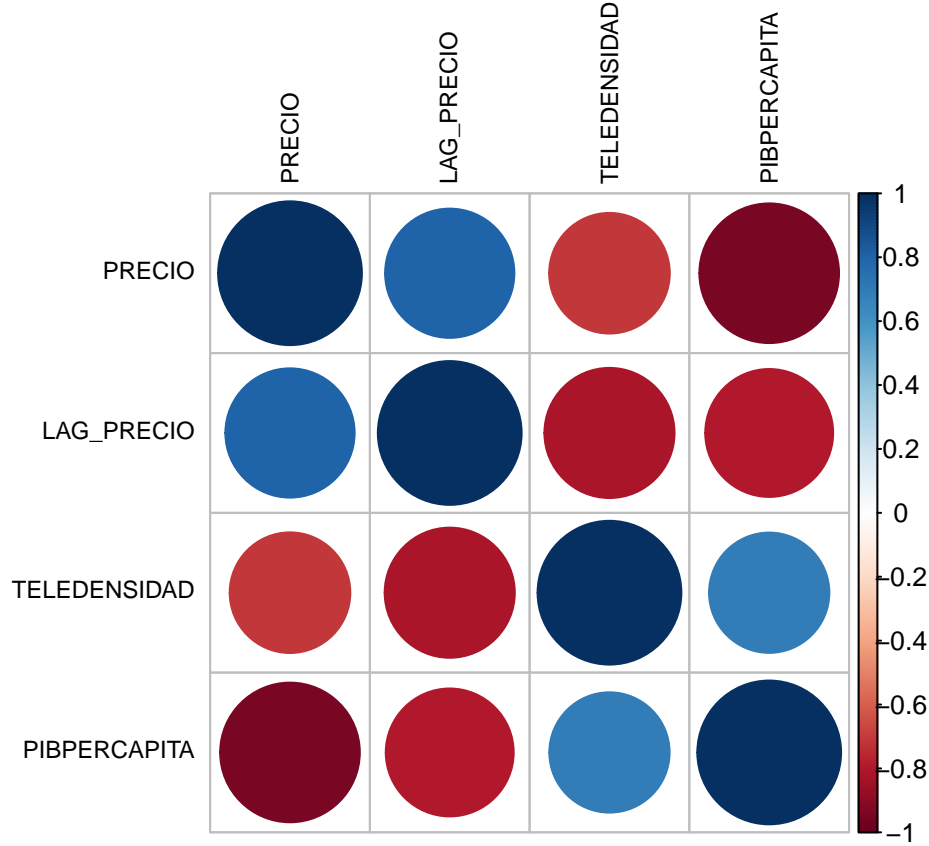
Series de Históricas

Evolución de las variables en la base



Dada la evolución histórica que han tenido estas variables, se puede observar que el índice de precios de telefonía móvil y el PIB per cápita se encuentran altamente correlacionadas. Sin embargo, esto no necesariamente representa una relación de causalidad.

Interacción entre variables



El modelo

El modelo de elección parte del supuesto de una función de utilidad de los consumidores maximizadores de beneficios sujetos a una restricción presupuesta. La utilidad que se obtiene de consumir un producto depende de sus características y no del producto en sí mismo. Cada consumidor elige como máximo una unidad; sin embargo, sólo es posible conocer las cuotas de mercado y no las decisiones individuales.

La utilidad media de la elección de los consumidores está dada por:

$$\delta = x' \beta_1 + \beta_2 y + \beta_3 p$$

donde y es el ingreso de los consumidores, p el precio del bien o servicio, x un vector con las características observadas y no observables del producto. Por otro lado, se contempla la alternativa de no consumo (bien exterior). Esto permite que los consumidores no sean forzados a comprar el bien o servicio, permitiendo modelar así la respuesta del consumo ante cambios en los precios. Así, la probabilidad de que el consumidor decida por comprar el bien está dada por:

$$P(U_1 > U_0) = \frac{\exp(\delta)}{1 + \exp(\delta)}$$

De este modo, es posible estimar un modelo con liga logística utilizando como variable dependiente la cuota de mercado s , y como variables explicativas el ingreso de los consumidores, el precio y las características del producto.

$$\frac{s}{1-s} = x' \beta_1 + \beta_2 y + \beta_3 p$$

Sin embargo, dado que el precio de venta no solo afecta al consumidor, sino al oferente que busca maximizar un beneficio económico, la estimación de la demanda suele presentar problemas de doble causalidad; además de colinealidad entre el ingreso y el nivel de precios, especialmente cuando hay heterogeneidad en la varianza, trayendo como resultado estimadores sesgados o inconsistentes. Si bien existen métodos que permiten atender los problemas de endogeneidad en el modelo, desde la óptica del análisis de regresión frecuentista se requieren datos lo suficientemente robustos.

El Modelo Estático

Para la estimación de nuestro modelo, se asume que la tasa de teledensidad (y) sigue una distribución

$$y \sim N(\mu, \tau)$$

donde

$$\text{logit}(\mu) = \beta_1 + \beta_2 * \text{PIBPERCAPITA} + \beta_3 * \text{Precio}$$

y

$$\tau \sim \Gamma(0.001, 0.001) \beta_i \sim N(0.001, 0.001), i = 1, 2, 3$$

De la ecuación para la media se tiene que $\beta_{1,t}$ refleja las características, tanto observables y no observables del producto, así como las preferencias idiosincráticas de los consumidores. Por su parte, $\beta_{2,t}$ captura el efecto del ingreso de los consumidores. Por último, $\beta_{3,t}$ captura el efecto sobre la media de la demanda por telefonía móvil del precio. Para controlar el problema de endogeneidad, siguiendo a Yang et al. (2003), se instrumenta el precio utilizando sus rezagos del año anterior, asumiendo que

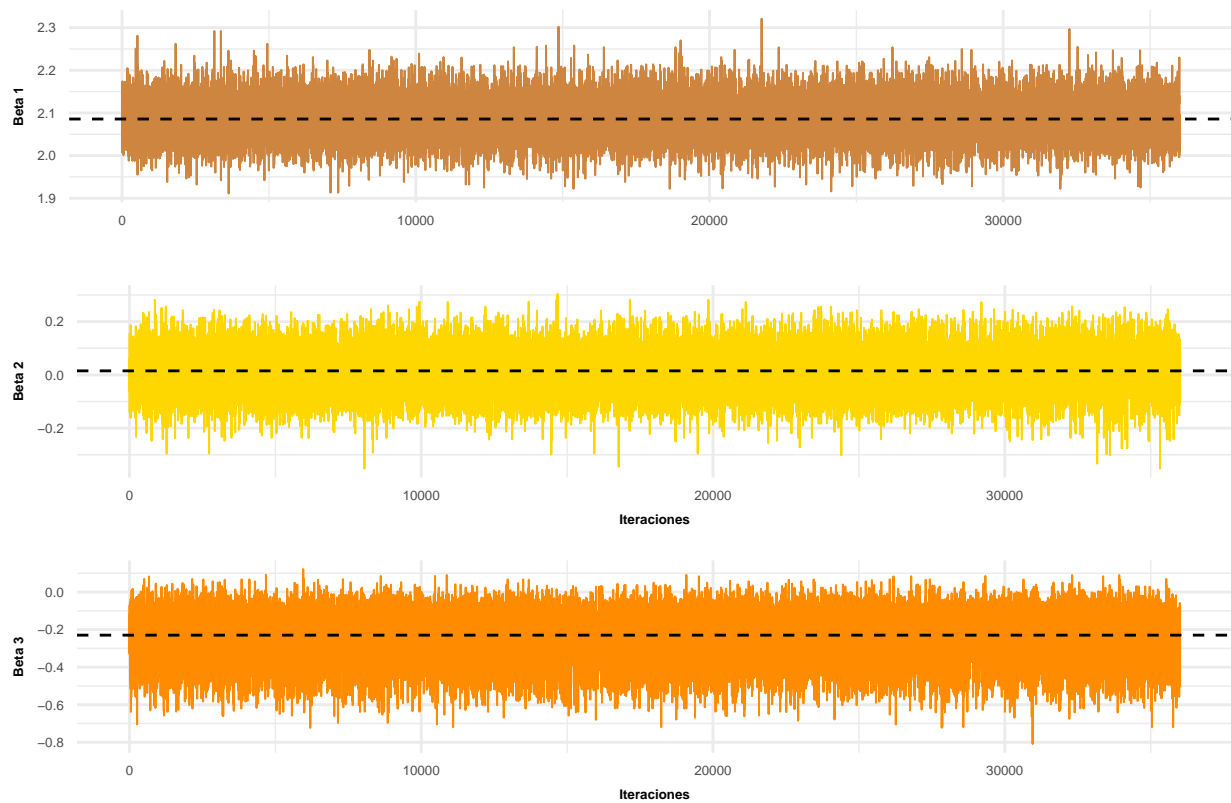
$$\text{Precio} \sim N(\mu_p, \tau_p)$$

donde

$$\mu_p = \alpha p_{t-4} \alpha \sim N(0.001, 0.001) \tau_p \sim \Gamma(0.001, 0.001)$$

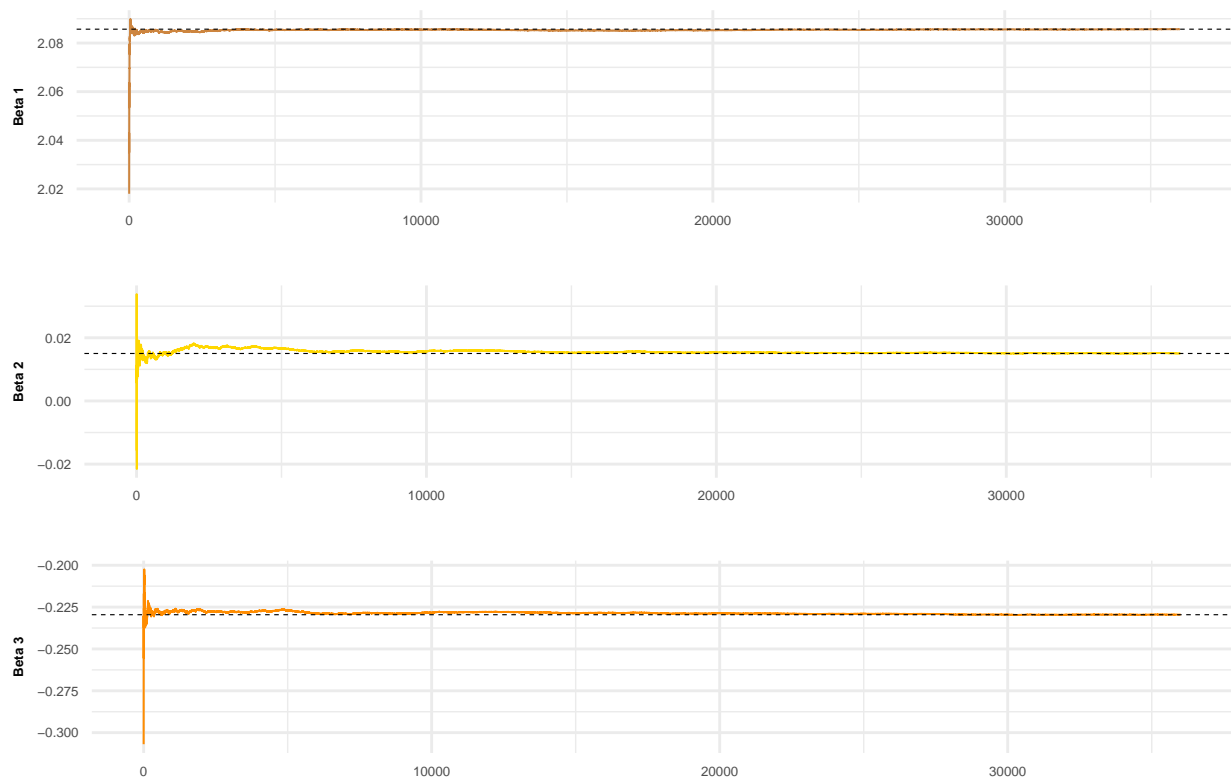
La estimación del modelo se llevó a cabo utilizando *OpenBUGS* para realizar simulaciones Montecarlo vía Cadenas de Markov (MCMC). Para ello se construyeron dos cadenas con 20,000 iteraciones cada una, y un periodo de calentamiento de 2,000. Al observar la evolución de las Cadenas de Markov se aprecia por un lado, la convergencia de los promedios ergódicos. Adicionalmente, destaca que, a diferencia de los parámetros β_1 y β_2 cuya distribución posterior es normal, la distribución posterior del parámetro β_3 es similar a una distribución beta.

Monitoreo de la cadena de los parametros estimados

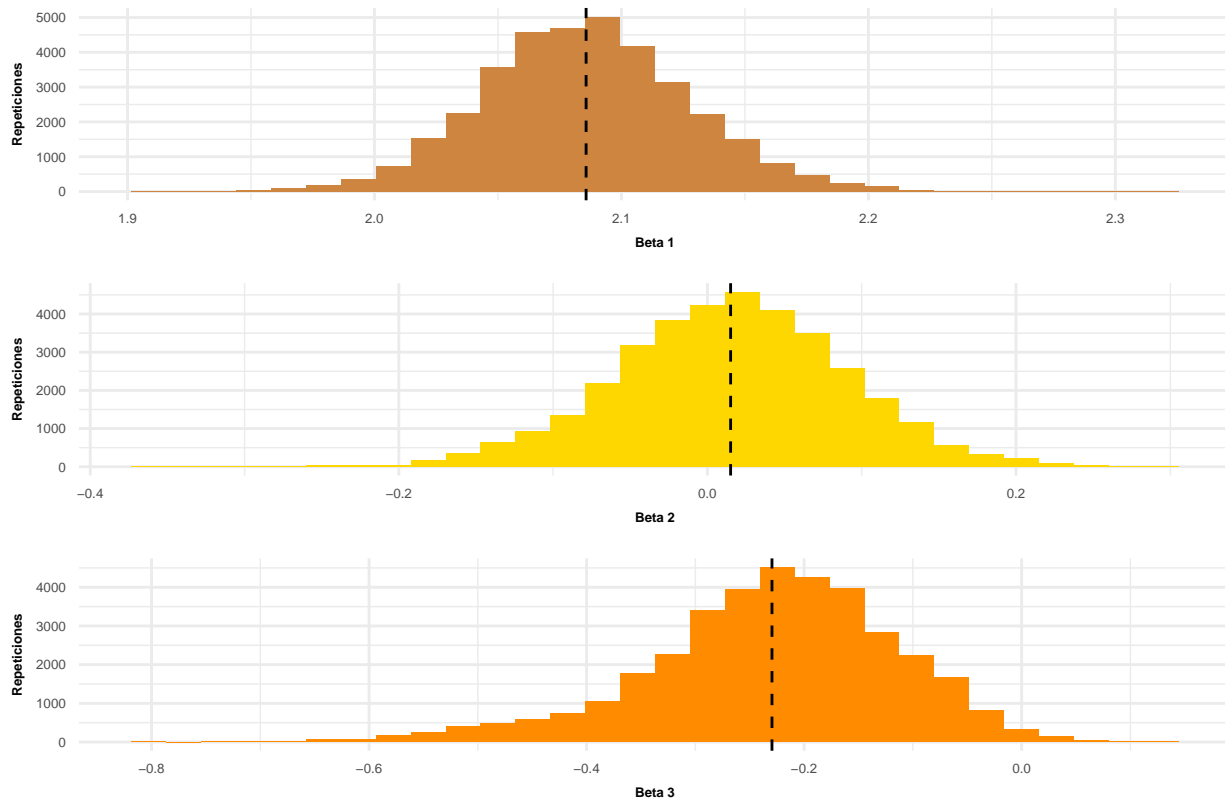


Convergencia

Monitoreo de la convergencia en la cadena de los parametros estimados



Histograma de la cadena de los parametros estimados



Si hacemos un análisis de correlación entre los coeficientes, se puede observar que la beta asociada al ingreso y la beta asociada al precio se encuentran correlacionadas. Este fenómeno es congruente con la teoría microeconómica sobre el efecto sustitución y el efecto ingreso de los productos. La explicación intuitiva de este fenómeno se puede entender si consideramos que una persona con mayor ingreso es menos sensible al precio de un producto y viceversa.

```
GGally::ggpairs(betas) +theme_bw()
```

Table 2: Parametros del modelo estatico

	mean	2.5%	97.5%	prob
beta[1]	2.0856965	2.0050	2.17300	0.0000000
beta[2]	0.0150309	-0.1383	0.15900	0.4138056
beta[3]	-0.2295482	-0.5036	-0.03519	0.0084722

Los resultados sugieren que , con un 95% de probabilidad, el valor del coeficiente β_1 asociado a las características del producto (las cuales no son observadas), es significativo y estará entre 2.00 y 2.17. Por otro lado, el valor del coeficiente β_2 asociado al efecto del PIB per cápita(ingreso) no es significativamente diferente de cero. Por último, el valor del coeficiente β_3 asociado al nivel del índice de precios, es significativo y se sitúa entre -0.50 y -0.04.

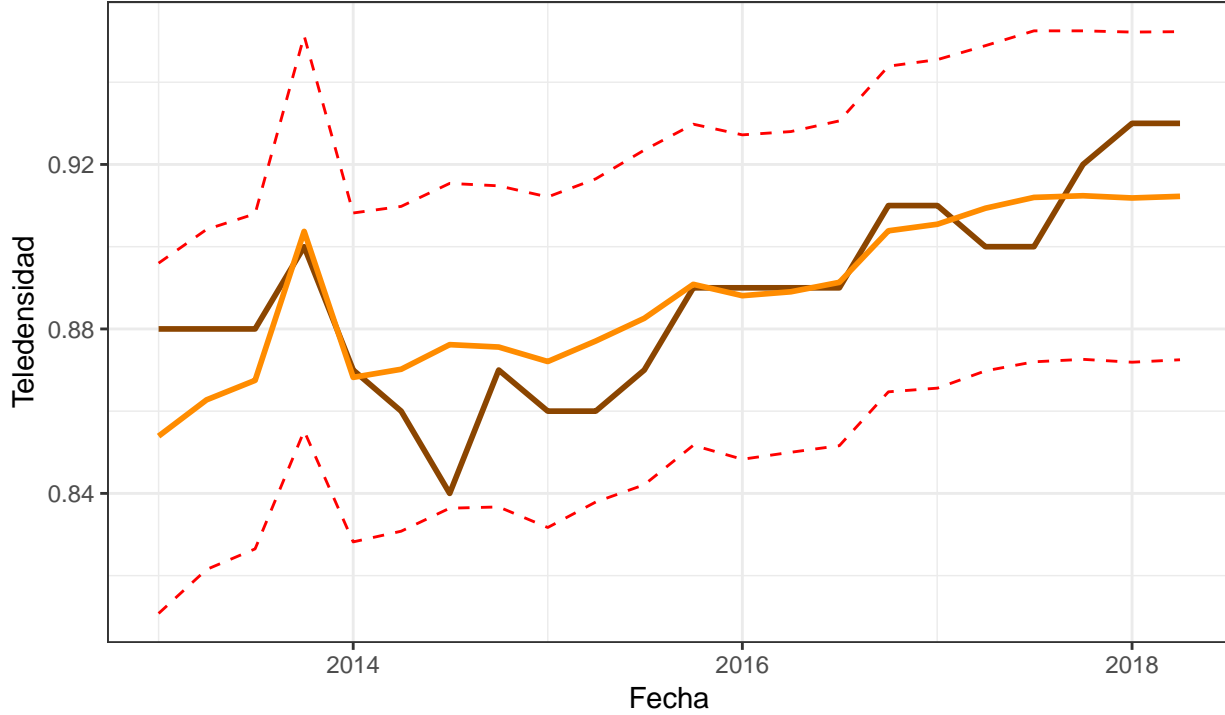
Table 3: Resumen de Medidas de Bondad de Ajuste: Modelo Estatico

PseudoR	DIC
0.6450848	-69.05

El modelo dio como resultado un índice DIC de -69.05 y una PseudoR cuadrada de $.64$

Comparación Observada (cafe) vs. Estimada (naranja)

Teledensidad en Modelo Estático



Para facilitar la interpretación de los coeficientes, en este contexto, resulta más sencillo calcular la probabilidad marginal asociada a las variables, es decir, tomar la primer derivada de la variable dependiente respecto a la variable de interés. En el contexto económico, esto es equivalente al cálculo de la elasticidad en el caso del precio y del ingreso. En el contexto económico, esto es equivalente al cálculo de la elasticidad con respecto al precio y al ingreso. Pues, se puede demostrar que (Yurekli, Ayda & Perucic, Anne-Marie, p. 43-44, 2010) :

$$\frac{\partial E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}_i)}{\partial \text{PRECIO}} \frac{\text{PRECIO}}{E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}_i)} = \text{Elasticidad Precio}$$

$$\Rightarrow \text{Elasticidad Precio} = \beta_3 \text{Precio} (1 - E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}_i))$$

$$\frac{\partial E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}_i)}{\partial \text{PIBXCAPITA}} \frac{\text{PIBXCAPITA}}{E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}_i)} = \text{Elasticidad Ingreso}$$

$$\Rightarrow \text{Elasticidad Ingreso} = \beta_2 \text{PIBperCapita} (1 - E(\text{Teledensidad}|X; \vec{\beta}))$$

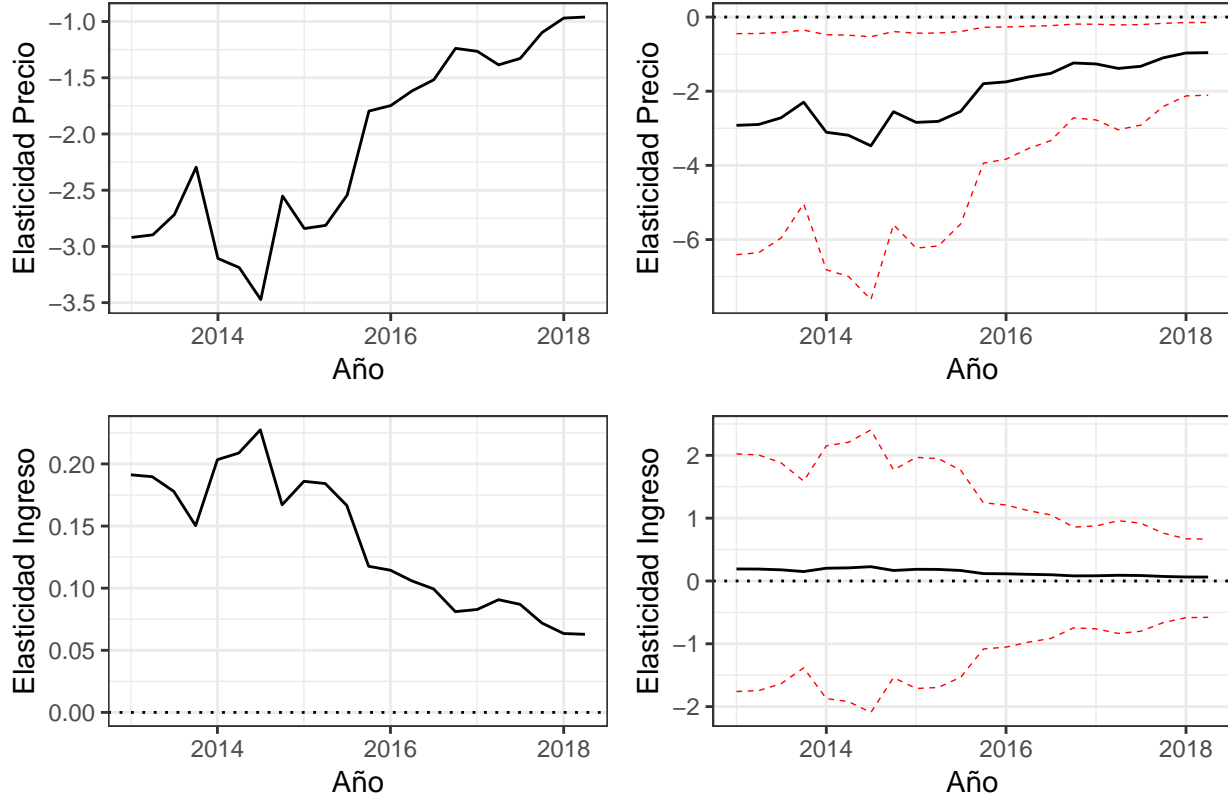
Donde asumimos que:

$$\text{INGRESO} \equiv \text{PIBXCAPITA}$$

De este modo, se puede decir que, con un 95% de probabilidad, ante una mejora porcentual en alguna de las características, la probabilidad de que una persona contrate una línea telefónica aumenta en promedio 0.23%, con un rango entre el 0.22% y el 0.24%. Por otro lado, la elasticidad precio, es decir, el cambio porcentual en la probabilidad de consumo a raíz de un incremento porcentual en el precio será de entre el -7.46 y el -0.31%.

Siendo el valor medio de -2.03%. Esto sugiere que el servicio de telefonía móvil es un servicio ordinario, sin embargo, considerando la amplitud del intervalo de probabilidad, podemos decir que, dado todo lo que no podemos observar, existen consumidores que consideran que son más sensibles al precio que otros. Por otro lado, dado que el coeficiente del pib per cápita no resultó significativo, arroja un rango entre -1.94% y 2.22%.

Análisis de las elasticidades bajo el enfoque estático



Al graficar las elasticidades precio e ingreso utilizando los datos observados, se puede observar que, en el caso de la elasticidad precio, existen cambios en el rango del intervalo a través del tiempo. Considerando esto, se decidió utilizar un modelo dinámico que permita considerar este hecho.

Modelo Dinámico

Para la estimación del modelo dinámico, se asume que la tasa de teledensidad (y) sigue una distribución

$$y \sim N(\mu, \tau)$$

donde

$$\text{logit}(\mu) = \beta_{1t} + \beta_{2t} * \text{PIBPERCAPITA} + \beta_{3t} * \text{Precio}$$

y

$$\tau \sim \Gamma(0.001, 0.001)$$

$$\beta_{it} \sim N(\beta_{it-1}, \tau_b), i = 1, 2, 3$$

De la ecuación para la media se tiene que $\beta_{1,t}$ refleja las características, tanto observables y no observables del producto, así como las preferencias idiosincráticas de los consumidores. Por su parte, $\beta_{2,t}$ captura el efecto del ingreso de los consumidores. Por último, $\beta_{3,t}$ captura el efecto sobre la media de la demanda por telefonía móvil del precio. Para controlar el problema de endogeneidad, siguiendo a Yang et al. (2003) se instrumenta el precio con su valor rezagado al año anterior. Adicionalmente, se le da mayor peso a la precisión de los datos para definir la precisión de las betas. Sin embargo, dada la ausencia de información, al ponderador λ se le asigna una distribución gaussiana truncada entre cero y uno no informativa. Esto permite capturar *shocks* no observados del lado de la demanda en distintos periodos del tiempo (Yang et al., 2003).

$$\tau_b = \lambda \tau u$$

$$\lambda \sim N(0.001, 0.001)T(0, 1)$$

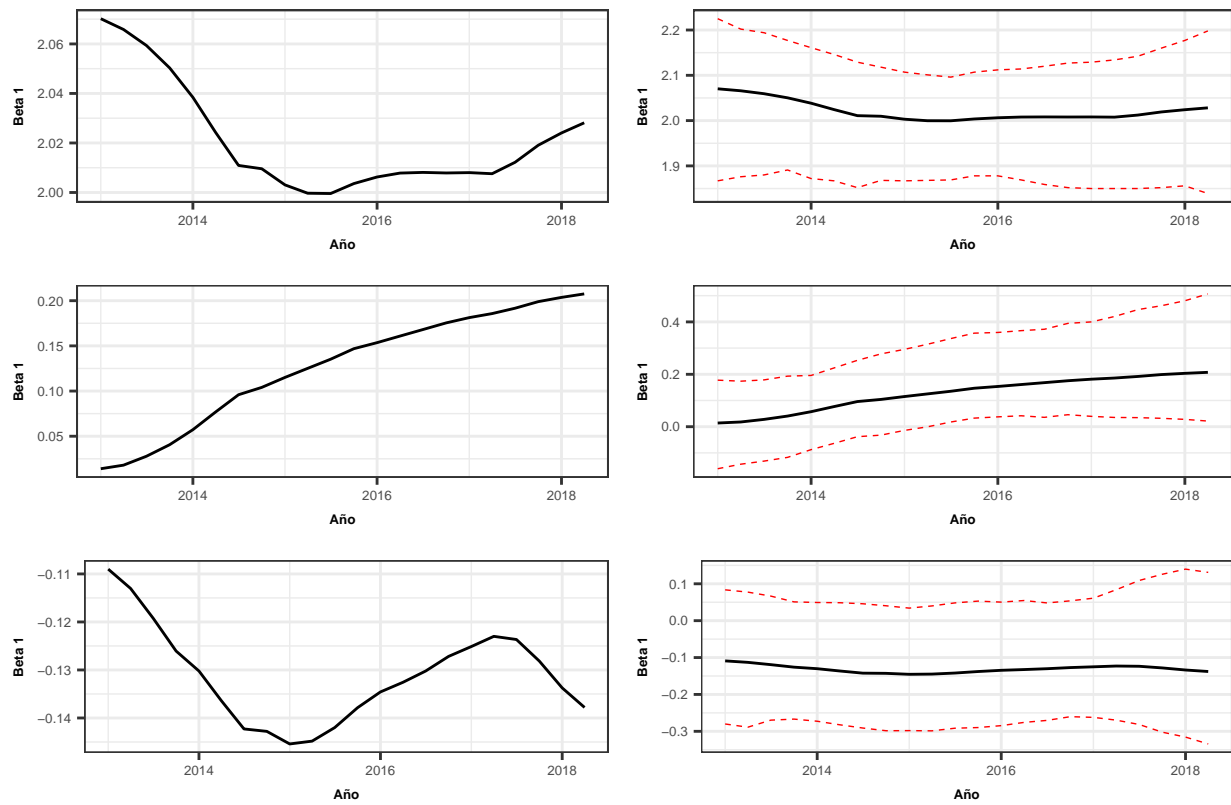
Al observar los resultados, se puede apreciar que, con un 90% de probabilidad, los coeficientes resultan significativamente distintos de cero. En el caso de las constantes β_1 se observa que el efecto, que nosotros asociamos a las características se centra entre el 1.83 y 2.22. En la evolución de la media se observa una tendencia negativa hasta el primer trimestre de 2015 donde hay un punto de inflexión. En este patrón se repite en los coeficientes asociados al precio. Un posible explicación pudiera ser el efecto de la eliminación del cobro de llamadas de larga distancia nacional, a Canadá y Estados Unidos implementada a partir del mismo periodo. En el caso de los coeficientes de los precios, hay un nuevo punto de inflexión a partir del último trimestre de 2017. No se encontró una explicación que pudiera sugerir el cambio en el efecto del precio directamente, pero se puede recabar mayor información sobre la oferta disponible (inclusión de redes sociales, mayor velocidad de navegación, mayor cobertura, etc.) . Lo que resulta relevante, es que en el modelo dinámico, el efecto del ingreso es significativo y presenta una tendencia incremental a tasas decrecientes. A partir del primer trimestre de 2015, la cota inferior del intervalo de estos coeficientes es estrictamente positiva.

Los coeficientes estimados se resumen en la siguiente tabla. Recordemos que estos se interpretan como el efecto sobre logaritmo de los momios, es decir, cuántas veces más probable es que una persona decida consumir el servicio de telefonía móvil dado un incremento en la variable explicativa.

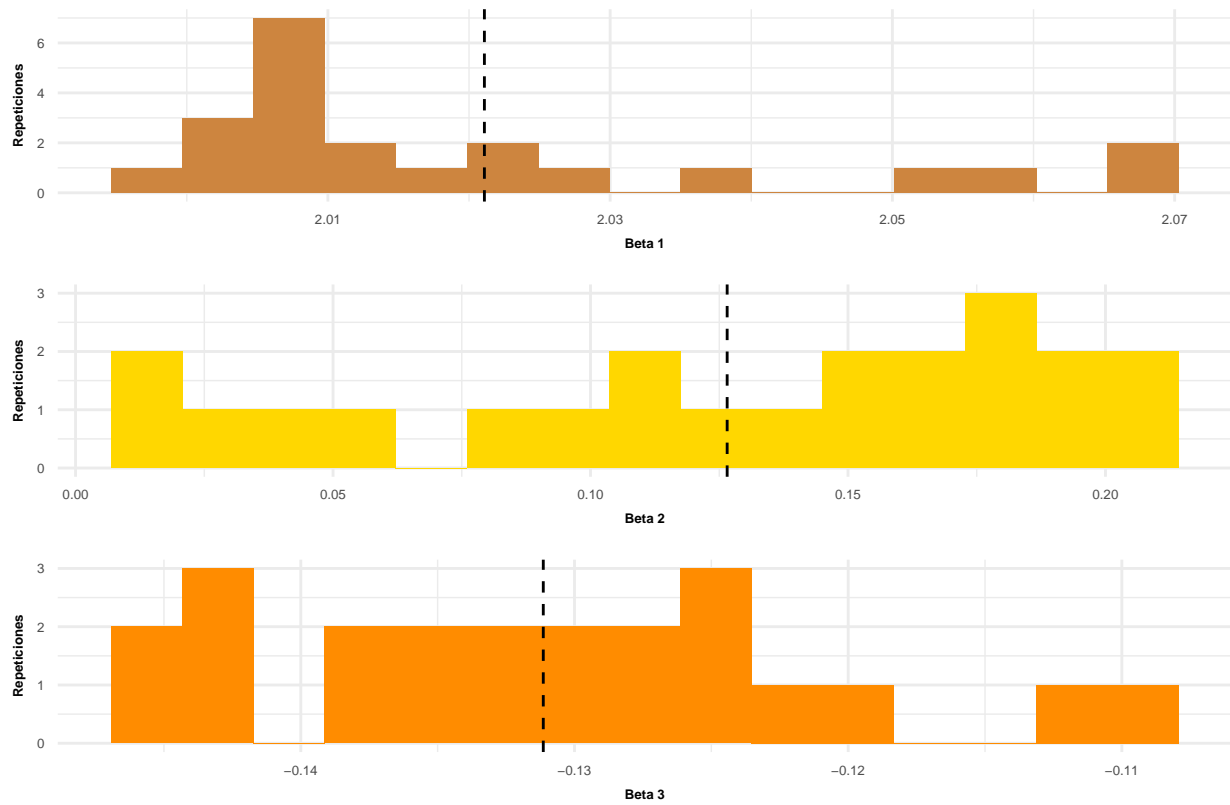
Table 4: Parametros del modelo dinamico

Promedio de Beta	Mean of Mean	Mean of 2.5%	Mean of 97.5%	Mean of Prob
beta[1]	2.0210894	1.8640909	2.1443648	0.0555910
beta[2]	0.1265332	-0.0175618	0.3266438	0.0594768
beta[3]	-0.1311401	-0.2856869	0.0680132	0.0596468

Valores Promedio de los parametros estimados



Histogramas de los parametros estimados



Densidades de los parametros estimados

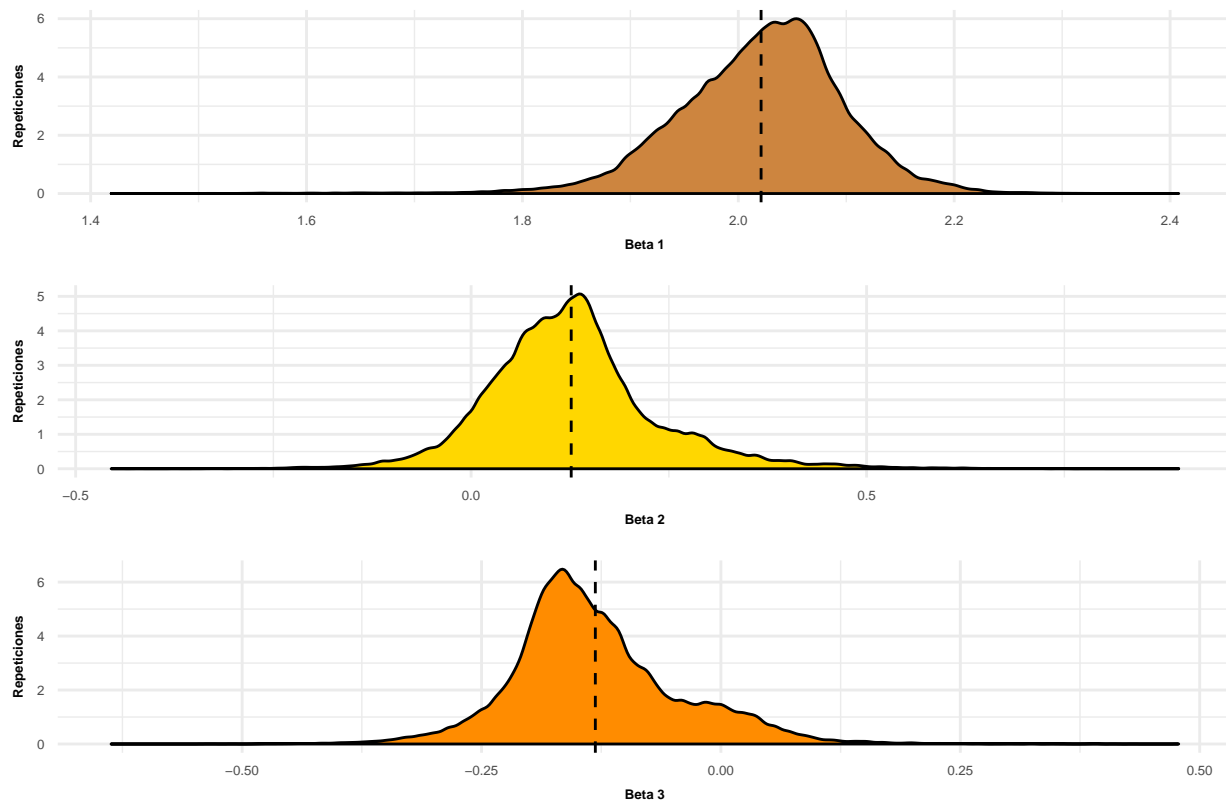
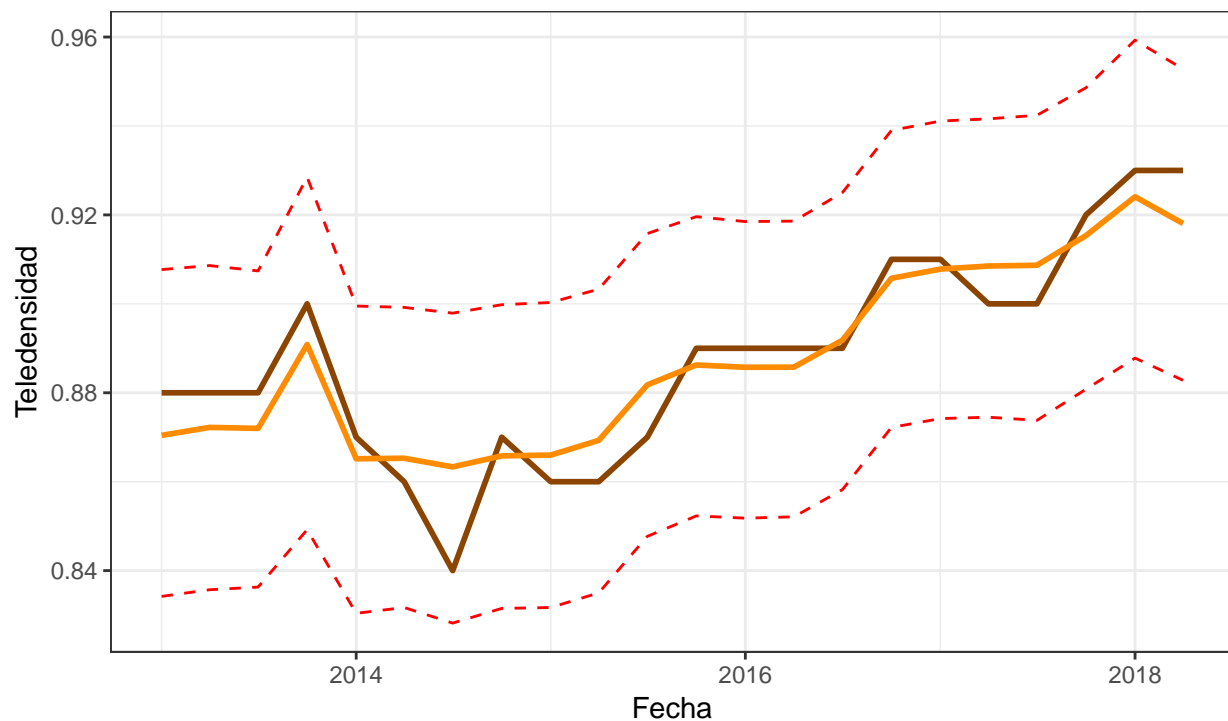


Table 5: Resumen de Medidas de Bondad de Ajuste: Modelo Dinamico

PseudoR	DIC
0.8734058	-83.2

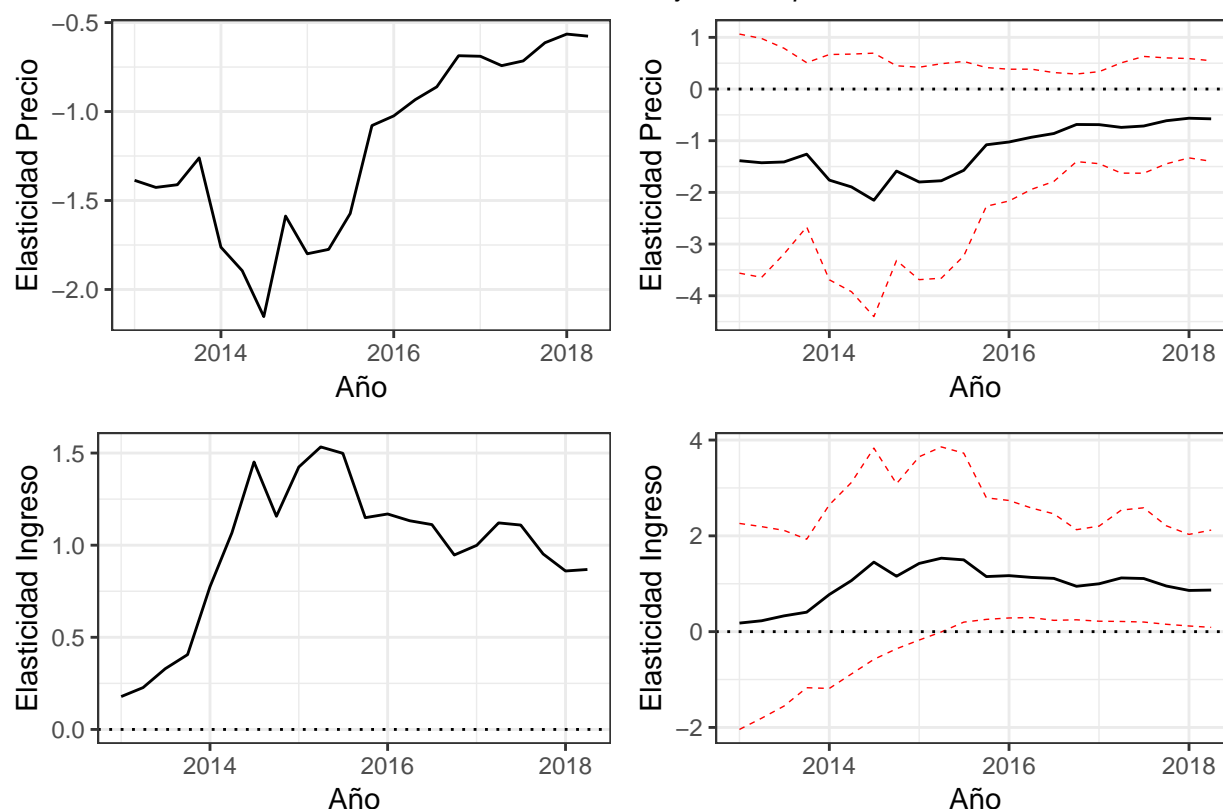
Comparación Observada (cafe) vs. Estimada (naranja)

Teledensidad en Modelo Dinamico



De este modo, se puede decir que, con un 90% de probabilidad, ante una mejora porcentual en alguna de las características, la probabilidad de que una persona contrate una línea telefónica aumentó en promedio 0.23%, con un rango entre el 0.20% y el 0.24% a lo largo del tiempo. Por otro lado, la elasticidad precio, es decir, el cambio porcentual en la probabilidad de consumo a raíz de un incremento porcentual en el precio será de entre el -2.53 y el 0.58%. Siendo el cambio medio de -1.16% por cada incremento porcentual en el índice de precios. Esto sugiere que el servicio de telefonía móvil es un servicio ordinario, sin embargo, considerando la amplitud del intervalo de probabilidad, podemos decir que, dado todo lo que no podemos observar, existen consumidores que consideran que son más sensibles al precio que otros. Por otro lado, el efecto marginal del pib per cápita arroja un rango entre -0.19% y 3.66%, con un cambio promedio de 1.42% por cada incremento porcentual en el ingreso. Esto indica que a partir de del primer trimestre de 2015, el servicio de telefonía móvil se volvió necesario para los consumidores.

Análisis de las elasticidades bajo el enfoque dinámico



Discusiones y Conclusiones

Considerando las limitantes de información, así como los problemas de colinealidad y endogeneidad dentro del modelo, en el presente trabajo se estimó la demanda agregada del servicio de telefonía móvil en México utilizando dos modelos gaussianos con liga logística, uno desde la óptica estática y otro desde el enfoque dinámico. Para ello se utilizó el PIB per cápita como variable proxy del ingreso y el Índice de Precios de Telefonía Móvil como variable similar al precio, instrumentando este último con su rezago del año anterior para corregir los problemas de endogeneidad del modelo.

En ambos casos, con un 90% de probabilidad, el coeficiente asociado al nivel de precios resultó significativo y consistente con la teoría económica. Sin embargo, se aprecia que de omitir el contexto temporal de los datos, la probabilidad marginal de estos coeficientes sobreestima la sensibilidad de la demanda ante cambios en el precio (elasticidad precio).

Comparación M. Estatico (cafe) vs. M. Dinamico (naranja)

Elasticidad Precio



Por otro lado, en el enfoque estático, con un 90% de probabilidad, el coeficiente asociado al PIB per cápita no resultó significativo; mientras que en el modelo dinámico no sólo es significativo, sino que muestra una tendencia creciente. consistente con la teoría económica. Al evaluar las probabilidades marginales asociadas a este coeficiente, no son distinta de cero; sin embargo, en el modelo dinámico, con un 90% de confianza, a partir del primer trimestre de 2015 la sensibilidad de la demanda al ingreso (elasticidad ingreso) es positiva y distinta de cero. Esto sugiere que el servicio de telefonía móvil a partir de este periodo se volvió un servicio necesario.

Comparación M. Estatico (cafe) vs. M. Dinamico (naranja)

Elasticidad Ingreso



Bibliografía

McFadden, D., 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. En: *Econometric Frontiers*. s.l.:New York Academic Press, pp. 105 - 142.

McFadden, D., 1978. Modelling the Choice of Residential Location. En: *Spatial Interaction Theory and Planning Models*. s.l.:North - Holland, pp. 75 - 96.

McFadden, D., 1980. Econometric models for probabilistic choice among products. *Journal of Business*, 53(3), pp. 13 - 29.

McFadden, D., 1981. Econometric models for probabilistic choice. *Structural analysis of discrete data with econometric applications*, Volumen 198272.

World Health Organization. 2010. "Economics of tobacco toolkit: economic analysis of demand using data from the Global Adult Tobacco Survey (GATS)." WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland. [link] http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44409/9789241500166_eng.pdf;jsessionid=DD2856FDBA6E64611388E892A7D736E1?sequence=1

Yang, S., Chen, Y., & Allenby, G. M. (2003). Bayesian analysis of simultaneous demand and supply. *Quantitative marketing and economics*, 1(3), 251-275.