

Artículos

The Role of Cognitive and Personality Characteristics in Timely Microcredit Repayment: Evidence from a Survey Conducted by Provident, Mexico

Sonia Di Giannatale, Daniel Ventosa-Santaulària, Maria José Roa García, Alexander Elbittar, Darío Trujano

Sensibilidad y asimetrías ante choques de ingreso en el consumo privado de México, 1995-2017

Miguel Ángel Mendoza González

La insostenibilidad del desarrollo en las entidades federativas de México

Lilian Albornoz Mendoza, Rafael Ortiz Pech, Rodolfo Canto Sáenz

Demanda de electricidad residencial: Una perspectiva de regresión cuantílica

Ricardo Arturo Cárdenas Ovalle



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Economía

Centro de Investigaciones Económicas



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León Rector

Dr. med. Santos Guzmán López

Secretario General

Dr. Juan Paura García

Secretario Académico

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado

Director de Editorial Universitaria

Lic. Antonio Jesús Ramos Revillas

Directora de la Facultad de Economía

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

Director del Centro de Investigaciones Económicas

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Editor Responsable

Dr. Jorge Omar Moreno Treviño

Editores Asociados

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Dr. Daniel Flores Curiel

Dra. Cinthya Guadalupe Caamal Olvera

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

Consejo Editorial

Alejandro Castañeda Sabido (Comisión Federal de Competencia Económica, México)

Dov Chernichovsky (University of the Negev, Israel)

Richard Dale (University of Reading, Inglaterra)

Alfonso Flores Lagunes (Syracuse University, EUA)

Chinhui Juhn (University of Houston, EUA)

Timothy Kehoe (University of Minnesota, EUA)

Félix Muñoz García (Washington State University, EUA)

Salvador Navarro (University of Western Ontario, Canadá)

José Pagán (The New York Academy of Medicine, EUA)

Elisenda Paluzie (Universitat de Barcelona, España)

Leobardo Plata Pérez (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México)

Martín Puchet (Universidad Nacional Autónoma de México, México)

Patricia Reagan (Ohio State University, EUA)

Mark Rosenzweig (Yale University, EUA)

Ian Sheldon (Ohio State University, EUA)

Carlos Urzúa Macías († 2024) (Tecnológico de Monterrey, México)

Francisco Venegas Martínez (Instituto Politécnico Nacional, México)

Comité Editorial

Ernesto Aguayo Téllez, Lorenzo Blanco González (UANL, México)

Alejandro Ibarra Yúnez (Tecnológico de Monterrey, México)

Vicente Germán-Soto (Universidad Autónoma de Coahuila, México)

Raúl Ponce Rodríguez (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México)

Ignacio de Loyola Perrotini Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México)

Edición de redacción, estilo y formato

Paola Beatriz Cárdenas Pech

Bricelda Bedoy Varela

Ensayos Revista de Economía, Vol. 39, No. 1, enero-junio 2020. Es una publicación semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía con la colaboración del Centro de Investigaciones Económicas. Domicilio de la publicación: Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930. Tel. +52 (81) 8329 4150 Ext. 2463 Fax. +52 (81) 8342 2897. Editor Responsable: Jorge Omar Moreno Treviño. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2009-061215024200-102, ISSN 1870-221X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. 14910, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1182771. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de mayo de 2020. Tiraje: 30 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía, Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Índice

*The Role of Cognitive and Personality Characteristics in Timely
Microcredit Repayment: Evidence from a Survey Conducted by
Provident, Mexico* 1

Sonia Di Giannatale, Daniel Ventosa-Santaulària, Maria José
Roa García, Alexander Elbittar, Darío Trujano

*Sensibilidad y asimetrías ante choques de ingreso en el consumo
privado de México, 1995-2017* 21

Miguel Ángel Mendoza González

*La insostenibilidad del desarrollo en las entidades federativas de
México* 59

Lilian Albornoz Mendoza, Rafael Ortiz Pech, Rodolfo Canto
Sáenz

*Demanda de electricidad residencial: Una perspectiva de
regresión cuantílica* 87

Ricardo Arturo Cárdenas Ovalle



The Role of Cognitive and Personality Characteristics in Timely Microcredit Repayment: Evidence from a Survey Conducted by Provident, Mexico

El papel de las características cognitivas y de personalidad en el pago oportuno de microcréditos: Evidencia de una encuesta realizada por Provident, México

Sonia Di Giannatale*

Daniel Ventosa-Santaulària†

María José Roa‡

Alexander Elbittar*

Darío Trujano§

Article information

Received:
16 January 2019

Accepted:
19 February 2020

JEL Classification:
D12; D14

Keywords:
Microcredit repayment;
Personality traits; Grit;
Cognitive characteristics; Time and risk preferences

Abstract

Sustainability of microfinance institutions depends, among other factors, on having appropriate repayment levels. This article's contribution to existing literature is the analysis of the role of a personality trait named "grit" in individual microcredit repayment decisions, alongside cognitive characteristics and time and risk preferences. This study is based on a survey of a sample of clients at 'Provident México', a formal microfinance institution that provides personal loans in vulnerable communities in Puebla, Mexico. We find evidence that, generally, older individuals possessing higher levels of grit and a tendency toward short term present bias are more likely to show no delays in loan repayments. Cognitive characteristics are inversely related to paying microcredits on time. Refinancing incentives does not play a key role in timely microcredit repayment, a result that is contrary to related literature but consistent with our finding that individuals in this sample that do not have delays in repayments are characterized by showing a short term present bias.

* CIDE; † email: daniel.ventosa@cide.edu; ‡CEMLA; §IFT.



Información del artículo	Resumen
<p>Recibido: 16 enero 2019</p> <p>Aceptado: 19 febrero 2020</p>	<p>La sostenibilidad de las instituciones microfinancieras depende, entre otros factores, de tener niveles apropiados de repago. Este trabajo contribuye a la literatura existente al analizar el papel de un rasgo de personalidad denominado "diligencia" ("grit" en inglés) en las decisiones de repago de microcréditos individuales, junto con las habilidades cognitivas y las preferencias de tiempo y riesgo. Este estudio se basa en una encuesta aplicada a una muestra de clientes en 'Provident México', una institución formal de microfinanzas que ofrece préstamos personales en comunidades vulnerables en Puebla, México. Los resultados obtenidos indican que, en general, las personas mayores que poseen niveles más altos de diligencia, y que tienden a tener un sesgo por el corto plazo, tienen más probabilidades de no mostrar retrasos en el repago de los préstamos. Las características cognitivas están inversamente relacionadas con el pago de las deudas a tiempo. Los incentivos de refinanciamiento no desempeñan un papel clave en el repago a tiempo del microcrédito, resultado contrario a la literatura sobre este tema pero que es acorde con el resultado del sesgo por el corto plazo que muestran los individuos de esta muestra que no tienen retrasos en sus pagos.</p>
<p>Clasificación JEL: D12; D14</p>	
<p>Palabras clave: Reembolso de microcréditos; Rasgos de personalidad; Determinación; Características cognitivas; Preferencias temporales y de riesgo</p>	

Introduction

This paper analyzes microcredit repayment decisions of a sample of individuals to whom 'Provident México' (hereafter Provident), a formal microfinance institution (MFI) based in Puebla (Mexico), had granted a simple door-to-door personal loan. Specifically, the objective of this research is to examine the hypothesis that cognitive characteristics as well as personality traits and preferences play a role in microcredit repayment behavior. This hypothesis is based on recent personality and cognition theories, and the relevance of its examination is to gain understanding on the determinants of vulnerable individuals' microcredit repayment behavior for the sake of the well-being of individuals *per se* and of the sustainability of MFIs.

MFIs represent the only source of access to formal credit for many individuals in vulnerable socioeconomic conditions around the world (Armendáriz de Aghion and Murdoch, 2010). Despite its importance, evidence of the impact of microfinance on poverty reduction in developing countries has been inconclusive (Hermes and Lensink, 2011). Only recently evaluations of microfinance programs using the randomized-controlled-trials (RCT) approach have been undertaken. The RCT methodology is widely used in development economics for its identification advantage, and it has received important recognition with the awarding of the Nobel Prize in Economics in

2019 to Abhijit Banerjee, Esther Duflo, and Michael Kremer for using this approach with the objective of alleviating poverty, including the design and evaluation of several microfinance initiatives. Evidence has been reported that there are interventions where it is observed that microfinance enhances consumption smoothing and expenditure in durable goods (Banerjee et al., 2015), and investment in income-generating activities (Augsburg et al., 2015; Crépon et al., 2015). Besides the good news, we have studies that report cases in which microcredits do not show to have significant impacts on poverty relief (Angelucci et al, 2015; Attanasio et al., 2015).

On the other hand, lending to the poor is costly due to elevated transaction and information costs, which contributes to the high interest rates that MFIs charge their clients, and MFIs must ensure an appropriate repayment rate to be sustainable (Bauer *et al.*, 2012; Nawai and Shariff, 2012; Baklouti, 2013; Van den Berg *et al.*, 2015). However, problems such as excessive professionalization of MFIs and distancing from the original joint-liability loan format; clients' over-indebtedness and its stressful consequences; and repayment problems (Attanasio, et al., 2015; Banerjee et al., 2015), have cast a negative light on microfinance as a vehicle for poverty alleviation.

The microfinance sector in Mexico began operating in the decade of the 50's with the creation of Sociedad de Cooperativas de Ahorro y Crédito (Savings and Credit Cooperatives Society), and since then this sector has experienced significant growth. Even though the interest rates that Mexican MFIs charge their clients have shown a decreasing trend in recent years, they are still higher than those charged by MFIs in other Latin American countries. The reason seems to lie in the small average size of microcredits which implies that MFIs in Mexico face high operation costs and lack of efficiency in resource management (Cotler, 2013; Aldasoro, 2017). As pointed out by Griffin and Husted (2015), the sustainability of an MFI depends on its repayment rate, and, given that most of MFIs operating in Mexico offer group-base-lending, factors such as social sanctions are of relevance when explaining repayment. However, as mentioned above, Provident offers personal loans and as of 2014, around 70% of its clients have shown delays in their payments. So, it is reasonable to think that repayment of this type of microcredit is more dependent on personal characteristics than with social issues. The novel aspect of this research is the expansion of the set of personal characteristics, based on recent contributions to the economic literature that will be reviewed in the next section, that might play an important role in timely microcredit repayment.

A survey applied to a random sample of clients of Provident, and information provided by Provident on the microcredit repayment status of this sample of clients are the sources of the dataset analyzed in this paper. The results obtained from the econometric exercise performed here indicate that older individuals

possessing higher levels of grit and with a tendency toward short term present bias are more likely to not have delays in microcredit repayments. Cognitive characteristics results are inversely related to timely debt repayment. Unexpectedly, refinancing incentives do not play a key role on timely microcredit repayment is played, but this result is consistent with our finding that individuals in this sample that do not have delays in repayment are characterized by showing a short term bias. It is worth observing that most of the studies related to this article, that will be reviewed in the next section, analyze financial decision-making in developed economies, whereas this study is focused on microfinance repayment behavior in a developing economy. Hence, this article's main contribution to the literature is the addition of personality and cognitive measures to the study of the microcredit repayment behavior in a developing economy.

The rest of this paper is organized as follows. The next section presents a review of the relevant literature with the purpose of laying out a conceptual framework to justify the empirical model to be estimated. In the third section, the empirical methodology and analysis of the unit are described. In the fourth section, descriptive statistics of the sample are presented. The formalization of the empirical model and the econometric results are presented in the fifth section. Finally, in the last section, conclusions are outlined and discussed.

1. Literature review

This article is related to several strands of the economic literature. First, it contributes to the microcredits' repayment literature, in which a general but not undisputed agreement exists that sociodemographic characteristics are important factors in explaining repayment behavior. Education and income have been shown to be positively correlated to good microfinance repayment behavior (Bhatt and Tang, 2002; Nawai and Shariff, 2012). The evidence on gender has been mixed: some studies find no significant relationship between gender and repayment (D'Espallier *et al.*, 2011), while others find that women, in general, are a better credit risk for MFIs (Armendáriz and Murdoch, 2010).

Second, this study analyzes the importance of refinancing incentives in repayment drawn by studies in microfinance. A group of studies have demonstrated that the structure of the microfinance contracts plays a role in repayment behavior. Without explicit incentives -- such as group liability or the use of non-refinancing threats -- borrowers tend to be at least late on their repayment schedule (Bauer *et al.* 2012; Nawai and Shariff, 2012; Baklouti, 2013). After evaluating several microfinance experiences around the world, Armendáriz De Aghion and Murdoch (2000) emphasize several mechanisms that help guarantee timely individual credit repayment behaviors and avert some of the lateness endemic in the microloan market. Said mechanisms

include the implementation of non-financial services, direct monitoring, regular payment programs, and threats of non-refinancing that serve as dynamic incentives.

Third, this work relates to studies that have shown the importance of including cognitive characteristics when explaining individual behaviors. The effect that cognitive characteristics have on a variety of economic and social outcomes has been well documented (Almlund *et al.*, 2011; Borghans *et al.*, 2011). An expanding body of work has found that higher levels of cognitive abilities positively affect financial habits in different ways: lower probability of default, fewer financial errors, and greater sophistication in the use of financial products (Christelis *et al.*, 2010; McArdle *et al.*, 2011; Grinblatt *et al.*, 2011; Agarwal and Mazumder, 2013; Cole and Shastry, 2014). These works primarily suggest that cognitive abilities – and, of these, numerical abilities in particular – are strongly related to making appropriate financial decisions. In addition, there has been evidence of a positive relationship between cognitive abilities and financial literacy, defined by Lusardi and Mitchell (2014) as “people’s ability to process economic information and make informed decisions about financial planning, wealth accumulation, debt, and pensions.”

Fourth, this article brings together elements of recent studies that have analyzed the role of personality traits in socioeconomic behaviors. Psychologists have sketched a relatively commonly accepted taxonomy of personality traits known as the ‘Big Five’: Openness to Experience, Conscientiousness, Extroversion, Agreeableness and Neuroticism. Borghans *et al.* (2011), Almlund *et al.* (2011), and Heckman and Kautz (2012) reviewed evidence which indicates that these personality traits are as powerful as cognitive abilities in predicting socioeconomic behaviors, and that they are more malleable than cognitive characteristics over the life cycle.

A group of pioneering studies has studied the relationship between personality traits and financial behaviors. Some of these suggest that the presence of a certain sub-facet related to Conscientiousness – named grit or diligence -- can explain wealth accumulation (Ameriks *et al.*, 2003); financial distress (McCarthy, 2011); indebtedness and default frequency (Klinger *et al.*, 2013 a, b); good management of finances (Kaufmann, 2012); investment biases (Jamshidinavid *et al.*, 2012); and savings (Kausel *et al.*, 2016; Roa *et al.*, 2019). In general, grit is considered a measure of both the propensity to plan and perseverance. Concerning microfinance, Klinger *et al.* (2013 a, b) shows that Conscientiousness and Intelligence have a predictive power similar to that of the usual metrics for evaluating loan repayment, such as credit bureau data, while Honesty relates to willingness to repay a loan. In addition, these authors found that Extroversion is strongly related to high profits, while Agreeableness (positive), Conscientiousness (negative) and Integrity (negative) are weakly

related. Some of these results are surprisingly stable across a variety of countries, cultures and types of business.

Five risk and time preferences have been recognized by economists to play a central role in financial decisions. In the case of credit behavior, Meier and Sprenger (2010) find that individuals who are present-biased show a higher probability of having credit card debts. Regarding microfinance repayment behavior, there is evidence that non-refinancing threats along with regular payment schedules can help minimize problems of lack of self-control and present-biased preferences (Bauer *et al.*, 2012; Basu, 2016).

Given the concepts and theoretical frameworks that have been explained in the previous paragraphs, the objective at this point is to propose an empirical model to explain the relationship between the probability that an individual repays a microcredit on time (dependent variable) and the following explanatory variables: (i) refinancing incentives: the expectation is that having more than one microcredit with the institution will have a positive effect on the probability of microcredit repayment; (ii) sociodemographic characteristics: it is expected that being a woman, having higher income and educational level, and being older will positively impact the microcredit repayment probability; (iii) conscientiousness (grit), and time and risk preferences: it is important to clarify that the assumption that has been made here, as in several other related studies (Almlund *et al.*, 2011), is that personality characteristics and preferences are complements in explaining several economic behaviors, so they are included as independent explanatory variables. That said, it is expected that being grittier, more patient, and more risk averse all have a positive relationship with the repayment probability; and finally, (iv) cognitive characteristics and financial literacy: higher measured levels of cognitive ability and of financial literacy are expected to be positively related to the microcredit repayment probability.

In the next section, the fundamentals of the empirical methodology employed in this article, i.e., the construction of the measures of grit, cognitive ability and preferences, and the unit of analysis, will be explained.

2. Methodology and Unit of Analysis

2.1. Measuring grit, cognitive ability, and preferences

The survey included a total of 16 questions and was designed to gather information on the following variables: grit, cognitive characteristics, time and risk preferences, basic financial knowledge, and sociodemographic

characteristics.¹ In line with the personality traits literature, the working hypothesis is that *grit* must be one of the components of the set of attributes that comprise an individual's sense of discipline when making long-term financial decisions. A *gritty* or diligent individual might consider financial resources to be a means to an end (the basic definition of money) and may want to ensure a constant stream of monetary resources.

The Short Grit Scale (*Grit-S*) (Duckworth and Quinn, 2009), save one question, is used to obtain a measure of grit. The first seven questions of the questionnaire are taken and divided into two groups: Passion for Long-term Goals (questions 1, 3, 5, and 6), and Perseverance of Effort (questions 2, 4, and 7). Then, the scores for each answer are added up and the sum is divided the result by 7 to obtain the individual's grit indicator. *Grit-S* is a continuous variable with a maximum value of 5 (extraordinary *Grit* level), and a minimum of 1 (absence of *Grit*).

The level of an individual's cognitive ability was measured based on one question (question 9) that is considered standard for this purpose (Frederick, 2005). Financial knowledge was tested with two questions (questions 12 and 13) from the OECD's Financial Literacy questionnaire (OECD INFE, 2011; Lusardi and Mitchell 2014). These questions relate to the calculation of interest rates and to the concept of inflation. The interest rate question is sometimes considered a measure of numerical abilities because it explicitly requires a calculation (Van Rooij *et al.*, 2011; Gerardi *et al.*, 2013). That view is adopted here, hence the interest rate question is considered a measure of numerical abilities. Questions 9, 12 and 13, as well as the level of education (question 14), will be used to measure cognitive ability in the econometric analysis.

Information about time and risk preferences was obtained through three questions, one for risk aversion (question 8) and two for time preferences (questions 9 and 10). Finally, three questions about the sociodemographic characteristics of the clients were included in the survey: i) question 14, last school year completed; (ii) question 15, civil status; and (iii) question 16, number of dependents.

2.2. Unit of Analysis

The unit of analysis is Provident, a formal microfinance institution based in Puebla (a state close to Mexico City), that grants simple door-to-door personal loans, and which also operates in other parts of the country. To be eligible for a personal loan, Provident requires that the prospective client provide an official ID and proof of address. New clients can apply for personal loans

¹ A detailed description of this questionnaire can be found in the On-line Appendix 1.

ranging from 1,000 to 7,500 Mexican pesos (approximately 75.8-568.6 USD).² If the client has a positive credit history, this limit rises to 15,000 pesos per loan. Clients make payments on a weekly basis over a period of up to 31, 41 or 51 weeks. There is also an additional one-time charge that is determined at the beginning of the loan (to cover administrative services, shipping, weekly fee, and value-added tax), which is spread out weekly over the loan's duration. There are no additional charges for late payments. Provident has reported that most of the loans are used to purchase consumer goods or to cover emergencies.

Provident classified its clients into three groups: *Current*, *Low Arrear*, and *High Arrear*. It first decides on an initial date on which to base the client's credit history. Clients who have made all their weekly payments on time since that date are classified as *Current*; those who have made 1-3 late payments over the period are classified as *Low Arrear*; and finally, those who have been late in paying on more than four occasions are classified as *High Arrear*.

Given the socioeconomic characteristics of its clients, Provident expects some degree of lateness in the weekly payments and this expectation is included in the calculation of the service charge the clients must pay for their loans. However, the clients do not pay interest on late payments. Also, Provident provides some incentives to clients who pay their weekly payments on time. For example, a client could receive a refinancing offer. On the other hand, a client is eligible for another loan if he or she meets the following criteria:

- 1) Person's age must be in the range of [18,71].
- 2) The previous loan's unpaid balance must be at most 32%.
- 3) If there is another active client in the household, the total unpaid debt must not exceed \$55,000 if the collection rate in the previous 13 weeks is lower than 83%; and \$70,000 otherwise.

Provident offered to obtain 100 completed questionnaires from each group (*Current*, *Low Arrear*, and *High Arrear*), from the total of 2,475 clients that Provident selected as prospective members of our sample. From the initial sample, the total number of complete interviews was 299: 99 *Current*, 100 *Low Arrear*, and 100 *High Arrear*. These interviews were conducted by phone from the Provident's Call Center between January and April 2014.³ It must be noted

² The average exchange rate in the period from January to April 2014 was 13.19 Mexican pesos per US Dollar.

³ The sample is from 2014. We had access to the data a significant while after the sampling was made, and then we had to provide a statistical analysis to Provident, which also took some time. The agreement with Provident was that after the report, we could use the data to write a research paper. At that point, a more detailed analysis was required to take full

that during this period, Provident had a total of 924,858 clients of which 28.2% were in the *Current* group, while 56% and 15.8% were in the *Low* and *High Arrear* groups, respectively. These weights were considered in the regressions.

Finally, Provident provided the following information on the 299 clients who completed the interviews: (i) sociodemographic variables: age; number of children; employment status; gender; verifiable and non-verifiable income; and home, cell phone, and landline ownership; and (ii) financial records: number of loans (history); active loans; monetary amount of active loans; total amount yet to be paid; monetary amount of late payments; and weekly payment.

3. Descriptive Statistics

As a first approach to the possible link among credit repayment and the variables of interest, some patterns are outlined here. A more detailed description of these patterns can be found in the On-line Appendix 2. Here are some highlights that can be drawn from analyzing those descriptive statistics:

- (i) the probability of belonging to the *Current* group is slightly higher for an individual who is older than 35 years old, has fewer dependents, is a woman, and has a higher level of non-verifiable income.
- (ii) the number of active loans monotonically decreases when moving from the *Current* group (1.36), *Low Arrear* group (1.19), and *High Arrear* group (0.6), in that order.
- (iii) *Current* individuals obtain a *Grit* scale that is 0.10 times higher, on average, than that of the two other groups and a standard deviation of 5, also 0.7-0.9 times higher.
- (iv) there are no significant differences in terms of short- and medium-term preferences among the groups, except for a noticeable preference for the short-term by the *Current* individuals. All groups display impatience in their answers preferring to receive their payments sooner rather than later.
- (v) there is a negligible difference in the risk aversion level of the three groups, with the exception that the *High Arrear* group presents a level of risk aversion that is 7% higher than that of the *Low Arrear* group.
- (vi) the *High Arrear* group proves to be above average in correct answers to the question that requires a simple interest calculation, and this group also has the highest standard deviation in the answers of this group with

advantage of the dataset and we modified the model specification accordingly; unfortunately, we encountered several technical difficulties in the statistical methodology. Such corrections took us more time than we care to admit. Once we considered that the estimation was appropriate, we asked for the informal opinion of several experts in the field, which was also a lengthy process than initially expected.

respect to those of the other two groups. Also, the *High Arrear* group shows the highest frequency of incorrect answers to the question about inflation, though there seems to be no significant difference with respect to the other two groups.

- (vii) all of the answers to the question included to measure cognitive ability were incorrect and diverse. So, deviations with respect to the correct answer were calculated, and it is noticeable that, on average, people in the *High Arrear* group are closest to the correct answer, while individuals in the *Current* group are farthest from the correct answer.
- (viii) the difference between the *High* and *Low Arrear* groups in terms of Level of Schooling is not significant and, surprisingly, the *Current* group shows the highest proportion of individuals that have an Elementary School education or less.

4. Econometric Analysis and Results

4.1. Empirical Model

As in Heckman *et al.* (2006), the empirical model that is analyzed in this paper is based on the Roy model (Roy, 1951). To be precise, three microcredit repayment levels, following the classification devised by Provident, are used: *Current*, *Low Arrear* and *High Arrear*. Let c be an individual's chosen microcredit repayment level, and I_c the individual's net profit associated with each microcredit repayment level. Hence, the empirical model is:

$$I_c = \beta_c X_c + \alpha_c^P f^P + \alpha_c^C f^C + \alpha_c^N f^N + e_c, \quad (1)$$

$$c \in \{\text{current, low arrear, high arrear}\}; \text{ microcredit repayment level,} \quad (2)$$

where X_c is a vector of observed sociodemographic characteristics of the individual that affect microcredit repayment behavior, β_c is its vector of parameters, f^P is the individual's time and risk preference, f^C is the individual's level of cognitive ability, f^N is the individual's Grit Scale; α_c^P , α_c^C and α_c^N are parameters associated with time and risk preferences, cognitive ability and Grit Scale score, respectively, and e_c represents an idiosyncratic component assumed to be independent from X_c , f^P , f^C and f^N . It is assumed that time and risk preferences, cognitive ability, and Grit Scale are independent, as mentioned in the last paragraph of the Literature Review.

An individual chooses his or her microcredit repayment level such that:

$$D_c = \operatorname{argmax}\{I_c\}_{c \in \{\text{current, low arrear, high arrear}\}}, \quad (3)$$

where D_c denotes the individual's choice. Equations (1) and (2) produce a standard discrete choice model with a structure factor (Heckman, 1981).

Following Heckman *et al.* (2006), f^P , f^C and f^N can be interpreted as approximations to the basic parameters of preferences, cognitive ability, and personality traits. In doing so, it is assumed that these concepts play a complementary role in explaining the results for microcredit repayment behavior (Almlund *et al.*, 2011; Becker *et al.*, 2012; Rustichini *et al.*, 2016). Possible directions of causality are not taken into consideration here.

4.2. Results

The model is estimated as a weighted⁴ ordered logistic model (ordered logit, for short).⁵ The dependent variable was the classification of the client in the group Current, Low or High, as a function of late payments. The model is parametrized as:

$$\log \left(\frac{P(G \leq g)}{P(G > g)} \right) = \beta_{g0} + \beta X_c + \alpha^P f^P + \alpha^C f^C + \alpha^N f^N \quad (4)$$

where $P(G \leq g)$ is the probability of belonging to the group g or lower (Current < Low < High). The model is based on the proportional odds assumption, which allows for calculating the same coefficients for every group. In this regression, the chosen variable D_c is modeled as a random variable with higher probability for late payments as a function of a latent variable that can be interpreted as I_c . Note that in this parametrization we are considering that the parameters are equal across groups, except for the intercept. This implicitly assumes that the effects are equal, and the final decision depends only on the level of covariates. This setting allows to analyze the variables of interest at the population level. The proportional odds assumption was evaluated graphically, and the Brant test cannot reject this hypothesis. The result of this analysis is presented in the online appendix.

⁴ The weights, provided by Provident, are: *Current* 28.2%, *Low arrear* 56.0%, and *High arrear* 15.8%.

⁵ An Ordered Logit model (o-logit) is a regression model particularly well suited for ordinal dependent variables, such as the one in this study (Current/Low/High arrear), where the distance between adjacent categories is unknown. The variable has been categorized incrementally (Current < Low < High arrear). We compared Ordered Logit (o-logit) results with those of an Ordered Probit (o-probit), a model also well suited for this type of dependent variable (the latter assumes a cumulative distribution function of the standard normal distribution instead of that of a logistic distribution in a o-logit model). The statistical results of the o-logit model were far better than those of the o-probit (results available upon request). The multinomial logit and the multinomial probit models were discarded because the outcomes of the dataset must be ordered (ranked), and these models seem better suited for categorical data which cannot be ordered in any meaningful way. Being the o-logit a particular case of the multinomial logistic regression, the later model could have been an option. Nonetheless, the results of the former model are satisfactory, and the more sophisticated option was not considered necessary. Similarly, the cumulative logit regression was not considered as it is more limited than the o-logit.

The primary goal is to explain the effects of each factor or concept on the response probability (belonging to a specific group, i.e., Current, Low or High). Given that the latent variable does not have a well-defined unit of measurement, the magnitudes of each estimated parameter cannot be considered meaningful. As this is well known in the literature, we estimate the partial effect of roughly continuous variables on the response probability. These are referred to as marginal effects.

The measurement of cognitive ability deserves a further comment. The latter can be imperfectly proxied or measured through questions 9 (baseball quad), 12 and 13 (financial knowledge), and 14 (level of education); the rather poor performance of the respondents to questions 9, 12, and 13 leads us to suspect that, although informative, the aforementioned questions are not perfect measures of cognitive ability. Therefore, a cognitive ability index, CA1, is built to maximize the information via a Principal Component Analysis (PCA), using the eigenvalues (weights).⁶ This approach allows us to avoid having collinearities whilst simultaneously using most of the available information. Out of the four variables included to build the CA1 index, scholarship (question 14) and interest rate or numerical ability (question 13) bear the most important weight. The index holds almost 30% of the total variance of these four variables.⁷ The mean of the variables considered for the regression model can be seen in Table 1.

Table 1
Average conditional to groups

Group	Grit	Short Delay	Long Delay	CA1	Age	Active Loans	Female	Q9. Baseball quad	Q12. Interest	Q13. Inflation	Education*				
											Primary	Secondary	High school	College Grade	
Current	2.318	0.12	0.18	-0.0544	40.1	1.3	66%	56.2	5131	0.374	40	32	20	6	1
Low Arrear	2.217	0.24	0.24	0.0183	40.9	1.2	64%	49.7	3706	0.36	33	38	26	3	0
High arrear	2.213	0.27	0.17	0.0355	35.4	0.6	61%	41.8	4585	0.44	30	32	29	8	0

Nota:*This section displays the quantity of people in each group and each education level.

The main results⁸ can be seen in regression (1) in Table 1. Note that the five covariates are statistically significant at the one percent level. These

⁶ PCA analysis yields a linear combination of the variables that maximizes the variance, i.e., it maximizes the information subject to a parametric constraint: the sum of the squared weights must be equal to 1.

⁷ The weights were: -0.1413 (question 9), -0.0842 (question 12), -0.6754 (question 13), and 0.7188 (scholarship). The complete analysis is included in the appendix.

⁸ The data and the code to estimate our econometric results can be found in the On-line Appendix 3.

regressions consider the weights of the proportion of the groups in the population; however, the conclusion is the same as those of the regression that does not consider the weights as can be noticed in regression (1) of Table 5. Adding the weights provide more accurate estimates of the coefficients.

Table 2
Regressions Considering Weights

	Dependent Variable	
	(1)	(2)
Grit	-0.446*** (0.044)	-0.528*** (0.046)
Short Delay	0.919*** (0.058)	0.781*** (0.059)
Long Delay	-0.448*** (0.057)	-0.364*** (0.019)
CA1	0.100*** (0.019)	0.146*** (0.019)
Age	-0.018*** (0.002)	-0.012*** (0.002)
Active loans		-1.550*** (0.039)
AIC	18973.63	17317.37
BIC	19024.08	17375.03
Observations	9972	9972

Source: own elaboration.

Relevant inference (sign and magnitude) should nonetheless be drawn from the marginal effects, which can be obtained for each arrear. The marginal effects of regression (1) are shown in Table 2.

Table 3
Marginal Effects (1)

	Current	Low Arrear	High arrear
Grit	0.087	-0.028	-0.059
Short Delay	-0.156	0.012	0.144
Long Delay	0.093	-0.039	-0.054
CA1	-0.019	0.006	0.013
Age	0.003	-0.001	-0.002

Source: Own elaboration. Note: All marginal effects are significant at the 1% level.

Notice that all the marginal effects are statistically different from zero and have the expected sign in all but one case, cognitive ability. From our econometric results, we can draw the following conclusions.

Firstly, the probability of belonging to the *Current* group:

- (i) Increases 8.7% the grittier the individual is.
- (ii) Decreases 15.6% the more present-biased in the short term (Short Delay) the individual is [Question 10]
- (iii) Increases 9.3% the more present-biased in the medium term (Long Delay) the individual is, [Question 11]
- (iv) Decreases 1.9% the higher cognitive ability (CA1) the individual shows, and
- (v) Increases 0.3% the older the individual is.

Secondly, the probability of belonging to the *Low arrear* (*High arrear--* in parenthesis) group:

- (vi) Decreases 2.8% (-5.9%) the grittier the individual is.
- (vii) Increases 1.2% (14.4%) the more present-biased in the short term (Short Delay) the individual is [Question 10].
- (viii) Decreases 3.9% (5.4%) the more present-biased the individual in the medium term (Long Delay) is, [Question 11].
- (ix) Increases 0.6% (1.3%) the higher cognitive ability (CA1) the individual shows, and
- (x) Decreases 0.1% (0.2%) the older the individual is.

4.3. Including refinancing incentives

As a second econometric exercise, a regression similar to the previous one is run but including a variable that measures the number of active credits the individuals have with this institution. The regression estimates appear in Table 1, regression (2). Note again that the numerical values and the sign remain unchanged. The marginal effects are barely affected, see Table 4.

Note that age becomes less important and being present-biased now affects positively via question 10 the probability of belonging to the *Low Arrear* group (again, the effect is rather small). The interesting part is that, when the individual is participating in only one loan, her probability of being in the *Current* group increases by 25.7%, whilst it has a small effect in the probability of belonging to the *Low Arrear* group (-6.2%) and the probability of belonging to the *High Arrear* group diminishes by 19.6%.

Table 4
Marginal Effects (2)

	Current	Low Arrear	High arrear
Grit	0.088	-0.021	-0.067
Short Delay	-0.113	-0.002	0.0115
Long Delay	0.064	-0.022	-0.042
CA1	-0.024	0.006	0.018
Age	0.002	<0.001	-0.002
Active loans	0.257	-0.062	-0.196

Source: own elaboration.

Several robustness checks (4 control regressions to be precise, labeled Control 1, 2, 3, 4) were performed, and the results are presented in Table 5. Regressions (1) and (2) in Table 4 are identical to those in Table 1 except that the population weights (of current, low and high arrear) are not considered. The rest of the regressions consider population weights. In regression (3) the variable Age is excluded, in (4) CA1 is excluded, in (5) Long delay is excluded, in (6) Short Delay is excluded, and in (7) Grit is excluded. The estimated parameters and their sign remain unchanged in every robustness check.

5. Discussion and Conclusions

The main findings of the paper are as follows. First, a *grittier*, more present-biased, and older individual is less likely to delay their loan repayments. That older individuals repay on time is expected. The grit result is in line with related literature that highlights the key role of conscientiousness and its sub-facets in desirable economic and financial decision-making (Eskreis-Winkler *et al.*, 2014). Despite having only recently been integrated within the literature on financial decision-making, personality traits seem to constitute a key element in explaining financial behaviors, as they do in other social and economic behaviors. For future research, we plan to extend our analysis and questionnaire to the Big Five and lower-label facets of each one, in order to obtain a more comprehensive view on the role of personality traits in financial decisions.

The time preference result is also consistent with related literature in the sense that there is evidence that people who have microcredits tend to be present-biased (Meier and Sprenger, 2010; Bauer *et al.*, 2012). However, a temporal inconsistency known as hyperbolic discounting (Laibson, 1997) is observed here: the individuals who belong to the *Current* group are present-biased in the short-term while more patient in the medium term. Besides this, as contradictory as it might seem, we believe that a more diligent and present-

biased individual in the short-term has higher probability of a timely credit repayment. This finding supports the idea that personality traits and time preferences play a complementary role in explaining individuals' life outcomes (Almlund *et al.*, 2011; Becker *et al.*, 2012; Rustichini *et al.*, 2012). While the possible relationship between preferences and personality traits is beyond the scope of this paper, it should be explored in future research.

Table 5
Regressions Considering Weights

	Dependent Variable						
	Without Weights ¹		Weighted				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Grit	-0.465*	-0.476*	-0.498***	-0.503***	-0.538***	-0.519***	
	(0.240)	(0.259)	(0.045)	(0.045)	(0.046)	(0.045)	
Short Delay	1.009***	0.723**	0.752***	0.760***	0.580**		0.769***
	(0.316)	(0.333)	(0.059)	(0.059)	(0.050)		(0.059)
Long Delay	-0.609*	-0.343	-0.321***	-0.392***		0.065	-0.389***
	(0.319)	(0.335)	(0.059)	(0.059)		(0.049)	(0.059)
CA1	0.090	0.133	0.138***		0.154***	0.134***	0.130***
	(0.102)	(0.108)	(0.019)		(0.019)	(0.019)	(0.019)
Age	-0.027***	-0.017*		-0.012***	-0.011***	-0.011***	-0.011***
	(0.009)	(0.010)		(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
Active loans		-1.772***	-1.576***	-1.531***	-1.560***	-1.579***	-1.530***
		(0.223)	(0.039)	(0.039)	(0.039)	(0.039)	(0.039)
AIC	648.59	574.49	17370.44	17373.04	17353.48	17490.24	17450.48
BIC	674.49	604.09	17420.89	17423.49	17403.93	17540.69	17500.93
Observations	299	299	9,972	9,972	9,972	9,972	9,972

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

¹ The first two regressions are equal to regressions (1) and (2) in Table 1 but without considering weights.

The second main finding of this paper is that cognitive ability, while statistically significant, does not explain the probability of belonging to the Current group. Contrary to what we had expected, the lower an individual's cognitive ability, the likelier they are to be in the Current group. This result is also at odds with prevailing ideas in the literature on the subject (Christelis *et al.*, 2010; McArdle *et al.*, 2011; Grinblatt *et al.*, 2011; Agarwal and Mazumder, 2013; Cole *et al.*, 2014). Notwithstanding, Baklouti (2013) found that borrowers with the lowest educational levels exhibit the highest repayment rate, the idea being that clients with a low level of education tend to have fewer financial alternatives, and therefore value the loans they do obtain more highly. This finding brings support to the conclusion of Muhammad Yunus that poor borrowers, who are completely financially excluded, are more trustworthy than rich ones. This might be an explanation for the negative relationship that is found between cognitive characteristics and repayment behavior, particularly in a country with high levels of financial exclusion of the low-income population (Demirgüç-Kunt *et al.*, 2015).

It should be noted, however, that this result could also be due in part to measurement errors. Specifically, in this sample nobody provided a correct answer to the question included to measure cognitive ability, and the answers to questions included to measure numerical ability (simple interest calculation) and financial literacy (knowledge of the concept of inflation) were not answered correctly by most of the sampled individuals. Although these questions have proved to be appropriate to build valid indicators of cognitive characteristics and financial literacy for individuals in developed economies (Frederick, 2005; Burks *et al.*, 2009; Lusardi and Mitchell, 2014), it is possible that non-verbal IQ tests, such as Raven's Matrices and Digit test, could be more effective at measuring individuals' cognitive ability for developing economies and low-income populations (Arráiz *et al.*, 2015).

Given the nature of survey data, a possible selection bias could be present. In the sample, around 14% of the people completed the survey; this may be due to the lack of monetary incentives. However, given that the sample was taken from the clients of Provident that were active at the moment of the survey, there is information about who completed the survey and who did not. We found no statistical difference between these two groups in the variables of the age, number of active loans or gender. The complete analysis can be found in the online appendix.

That said, given the lack of access to data from other companies, it is impossible to evaluate if Provident's clients are similar to the general population of creditors at any level. For this reason, the results should be taken with caution if intended to apply to other populations. However, given the consistency with the literature, the possible bias could have affected the estimates, but not to the extent of contradicting the direction or significance of the effects.

Finally, contrary to refinancing repayment studies within the traditional microfinance literature (Armendariz De Aghion and Murdoch, 2000), in this sample, the refinancing incentive does not constitute a powerful tool for getting this institution's clients to repay on time. Our result however is consistent with the finding that individuals that are in the *Current* group are characterized by short-term impatience. We conclude by highlighting that the preceding results and discussion provide a reason for future research that integrates new personality and cognition theories with traditional microfinance repayment theory.

References

- [1] Agarwal, S., Mazumder, B. 2013. Cognitive Abilities and Household Financial Decision Making. *American Economic Journal: Applied Economics* 5:193-207.
- [2] Aldasoro, B. 2017. Informe Final: Estudio sobre las Tasas de Interés de Microcrédito en México, 2017. Fundación Alemana Servicios. Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/275439/Estudio_sobre_las_Tasas_de_Interes_de_Microcredito_en_Mexico.pdf
- [3] Almlund, M., Duckworth, A.L., Heckman, J.J., Kautz, T. 2011. Personality Psychology and Economics. In: Hanushek, E., Machin, S., Woessmann, L. (eds), *Handbook of the Economics of Education* 4: 1-181.
- [4] Ameriks, J., Caplin, A., Lehan, J. 2003. Wealth Accumulation and the Propensity to Plan. *Quarterly Journal of Economics* 118: 1007-1048.
- [5] Angelucci, M., Karlan, D., Zinman, J. 2015. Microcredit Impacts: Evidence from a Randomized Microcredit Placement Experiment by Compartamos Banco. *American Economic Journal: Applied Economics* 7: 151-182.
- [6] Armendáriz De Aghion, B., Morduch, J. 2000. Microfinance Beyond Group Lending. *Economics of Transition* 8: 401-420.
- [7] Armendáriz, B., Morduch, J. 2010. *The Economics of Microfinance* (2nd ed.). The MIT Press: Cambridge, MA.
- [8] Arráiz, I., Bruhn, M. and Stucchi, R. 2015. Psychometrics as a tool to improve screening and access to credit. World Bank Policy Research Working Paper No. 7506. Available at: <https://ssrn.com/abstract=2698969>
- [9] Attanasio, O., Augsburg, B., De Haas, R., Fitzsimons, E., Harmgard, H. The Impacts of Microfinance: Evidence from Joint-Liability Lending in Mongolia. *American Economic Journal: Applied Economics* 7: 90-122.
- [10] Augsburg, B., De Haas, R., Harmgard, H., Meghir, C. 2015. The Impacts of Microcredit: Evidence from Bosnia and Herzegovina. *American Economic Journal: Applied Economics* 7: 183-203.
- [11] Baklouti, I. 2013. Determinants of Microcredit Repayment: The Case of Tunisian Microfinance Bank. *African Development Review* 25: 370-82.
- [12] Banerjee, A., Duflo, E., Glennester, R., Kinnan, C. 2015. The Miracle of Microfinance? Evidence from a Randomized Evaluation. *American Economic Journal: Applied Economics* 7: 22-53.
- [13] Basu, K. 2016. A Behavioral Model of Simultaneous Borrowing and Saving. *Oxford Economic Papers* 68: 1166-74.
- [14] Bauer, M. Chytilová, J., Murdoch, J. 2012. Behavioral Foundations of Microcredit: Experimental and Survey Evidence from Rural India. *American Economic Review* 201: 1118-39.
- [15] Becker, A., Deckers, T., Dohmen, T., Falk, A., Kosse, F. 2012. The relationship between economic preferences and psychological personality measures. *Annual Review of Economics* 4: 453-78.
- [16] Bhatt, N., Tang, S. 2002. Determinants of Repayment in Microcredit: Evidence from Programs in the United States. *International Journal of Urban and Regional Research* 26: 360-376.
- [17] Borghans, L., Golsteyn, B., Heckman, J., Humphries, J. 2011. Identification Problems in Personality Psychology. *Personality and Individual Differences* 43: 972-1059.

- [18] Burks, S. V., Carpenter, J. P. Goette, L., Rustichini A. 2009. Cognitive skills affect economic preferences, strategic behavior, and job attachment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 7745-50.
- [19] Christelis, D., Jappelli, T., Padula, M. 2010 Cognitive abilities and portfolio choice. *European Economic Review* 54: 18-38.
- [20] Cole, S., Paulson, A., Shastry, G. 2014. Smart Money? The Effect of Education on Financial Outcomes. *Review of Financial Studies* 27: 2022-51.
- [21] Cotler, P. 2013. Las tasas activas de interés en el sector microfinanciero de México: Un estudio de caso. *Econoquantum Revista de Economía y Negocios* 10: 7-26.
- [22] Crépon, B., Devoto, F., Duflou, E., Parienté, W. 2015. Estimating the Impact of Microfinance on those who Take It Up: Evidence from a Randomized Experiment in Morocco. *American Economic Journal: Applied Economics* 7: 123-150.
- [23] Demirgüç-Kunt, A., Klapper L., Singer D., Van Oudheusden P. 2015. The Global Findex Database, Measuring Financial Inclusion around the World. World Bank Policy Research Working Paper Series N° WPS7255.
- [24] D'Espallier, B., Guérin, I., Mersland, R. 2011. Women and repayment in microfinance: A global analysis. *World Development* 39: 758-72.
- [25] Duckworth, A., Quinn, P. 2009. Development and validation of the Short Grit Scale (Grit-S). *Journal of Personality Assessment* 91: 166-74.
- [26] Eskreis-Winkler, L., Shulman, E., Beal, S., Duckworth, A.L. 2014. The Grit Effect: Predicting Retention in the Military, the Workplace, School and Marriage. *Frontiers in Psychology*: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00036>
- [27] Frederick, S. 2005. Cognitive reflection and decision making. *The Journal of Economic Perspectives* 19: 25-42.
- [28] Gerardi, K., Goette L., Meier, S. 2013. Numerical ability predicts mortgage default. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 11267-71.
- [29] Griffin, D., Husted. B. Social Sanctions or Social Relations? Microfinance in Mexico. *Journal of Business Research* 68: 2579-2587.
- [30] Grinblatt, M., Keloharju, M., Linnainmaa, L. 2011. IQ and Stock Market Participation. *Journal of Finance* 66: 2121-64.
- [31] Heckman, J. 1981. Heterogeneity and State Dependence. *NBER Chapters in: Studies in Labor Markets*: 91-140.
- [32] Heckman, J., Stixrud, J., Urzua, S. 2006. The Effects of Cognitive and Noncognitive Abilities on Labor Market Outcomes and Social Behavior. *Journal of Labor Economics* 24: 411-82.
- [33] Heckman, J., Kautz, T. 2012. Hard Evidence on Soft Skills. *Labour Economics* 19: 451-64.
- [34] Heidhues, P., Koszegi, B. 2010. Exploiting Naivete about Self-Control in the Credit Market. *American Economic Review* 100: 2279-2303.
- [35] Hermes, N., Lensink, R. 2011. Microfinance: Its Impact, Outreach, and Sustainability. *World Development* 39: 875-81.
- [36] Jamshidinavid, B., Chavoshani, C., Amiri, S. 2012. The Impact of Demographic and Psychological Characteristics on the Investment Prejudices in Tehran Stock. *European Journal of Business and Social Sciences* 1: 41-53.
- [37] Kaufmann, C. 2012. "The Influence of Information Presentation, Psychological Mechanisms, and Personal Characteristics of Households' Financial Decision Making." *Doctoral Thesis, Universitat Mannheim.*

- [38] Kausel, E., Culbertson, S., Madrid, H. 2016. "Overconfidence in Personnel Selection: When and Why Unstructured Interview Information Can Hurt Hiring Decisions." *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 137: 27-44.
- [39] Klinger, B., Castro, L., Szenkman, P., Khwaja, A. 2013a. *Unlocking SME Finance in Argentina with Psychometrics*. IDB Technical Note.
- [40] Klinger, B., Khwaja, A., Del Carpio, C. 2013b. *Enterprising Psychometrics and Poverty Reduction*. Springer Science and Business Media.
- [41] Laibson, D. 1997. Golden Eggs and Hyperbolic Discounting. *Quarterly Journal of Economics* 112: 443-77.
- [42] Lusardi, A., Mitchell, O. 2014. The economic importance of financial literacy: theory and evidence. *Journal of Economic Literature* 52: 5-44.
- [43] McArdle, J., Smith, J., Willis, R. 2011. "Cognition and Economic Outcomes in the Health and Retirement Survey". In Wise, D. (ed.), *Explorations of the Economics of Aging*. The University of Chicago Press, Chicago.
- [44] McCarthy, Y. 2011. *Behavioral Characteristics and Financial Distress*. ECB Working Paper 1303, European Central Bank, Frankfurt, Germany.
- [45] Meier, S., Sprenger, C. 2010. Present-Biased Preferences and Credit Card Borrowing. *American Economic Journal: Applied Economics* 2: 193-210.
- [46] Nawai, N., Shariff, M. 2012. Factors affecting repayment performance in microfinance programs in Malaysia. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 62: 806-11.
- [47] OECD INFE. 2011. *Measuring Financial Literacy: Core Questionnaire in Measuring Financial Literacy: Questionnaire and Guidance Notes for conducting an Internationally Comparable Survey of Financial literacy*. Paris: OECD.
- [48] Prevoe, T., ter Weel, B. 2015. The importance of conscientiousness for socio-economic outcomes: evidence from the British Cohort Study. *Oxford Economic Papers* 67: 918-48.
- [49] Roa, M. J., Garrón, I., Barboza, J. 2019. Financial Decisions and Financial Capabilities in the Andean Region. *Journal of Consumer Affairs*, 53(2), 296-323.
- [50] Roy, A. 1951. Some Thoughts on the Distribution of Earnings. *Oxford Economic Papers*, 3: 135-46.
- [51] Rustichini, A., De Young, C., Anderson, J., Burks, S. 2016. "Toward the integration of personality theory and decision theory in explaining economic behaviour: An experimental investigation." *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 64: 122-137.
- [52] Van den Berg, M., Lensink, R., Servin, R. 2015. Loan Officer's Gender and Microfinance Repayment Rates. *Journal of Development Studies*, 51: 1241-12.
- [53] Van Rooij, M., Lusardi, A., Alessie, R. 2011. Financial literacy and stock market participation. *Journal of Financial Economics* 101: 449-47.

Timely Microfinance Repayment: Survey Results from Puebla, Mexico.

Survey

Name of pollster: _____ Pollster N°: _____

Name of respondent: _____ Poll N°: _____

Beginning Time: ____:____ Ending Time: ____:____

Pollster Presentation

Good morning/afternoon, My name is “*Name of Pollster*”. I am calling on behalf of **Provident** because we are conducting a survey to improve our services. The information you provide will be kept confidential. Do you agree in answering this questionnaire?

Now, I will read several statements.

After I read each statement, we need that you, please, answer whether the statement describes you: 5: very well; 4: well; 3: fairly well; 2: not so well; 1: not well at all.

1. New projects or ideas distract me from projects I already have.
2. Setbacks do not discourage me.
3. I was focused on an idea or project for a short time, but I lost interest shortly afterwards.
4. I work hard.
5. I often set a goal, but afterwards I try to reach a different goal.
6. It is difficult for me to keep my attention on projects that last more than a few months to complete.
7. I am a hard worker.

To the following questions, please answer with the decision you would make. There is no correct or incorrect answer. We only wish to know your opinion.

8. Suppose you obtained \$1,000 pesos from participating in an informal financial group (*tanda*). You can invest part of that money, and win three times the invested monetary amount if head comes up in a coin toss or lose that money if tails comes up. What amount of the \$1,000 pesos would you invest?

9. A bat and a baseball have a total cost of \$110 pesos. The bat costs \$100 pesos more than the baseball. How much is the baseball?

10. Suppose you obtained \$1,000 pesos from participating in an informal financial group (*tanda*). You have to choose from two payment alternatives. Which of the following two options would you choose?

Option 1: To receive \$1,000 pesos in one month.

Option 2: To receive \$1,100 pesos in two months.

11. Suppose you obtained \$1,000 pesos from participating in an informal financial group (*tanda*). You have to choose from two payment alternatives. Which of the following two options would you choose?

Option 1: To receive \$1,000 pesos in one year and one month (that is, thirteen months).

Option 2: To receive \$1,100 pesos in one year and two months (that is, fourteen months).

12. Imagine that you deposit \$1,000 pesos at the beginning of the year in a savings account with a yearly interest of 2%, and that there is no cost to maintain the account. Moreover, suppose that you do not withdraw from that account.

¿How much money would you have in the account after one year including interest payments?

13. When prices go down I can buy less goods and services with the same income. True or false?

To end, please answer the following questions.

14. What is the last school year you completed? (For example: 6th year of primary school, or 2nd year of middle school)

15. ¿What is your civil status? (One option).

Single Living together without being married Married Divorced Widower

16. Who depends on you?

a) Minors Yes, How many? _____ None

b) Older adults Yes, How many? _____ None

Thank you very much for your time and kindness.

APPENDIX

1. Descriptive Statistics

To establish relationships among credit repayment, socioeconomic characteristics, personality traits, cognition, and preferences, in this section we perform a disaggregated analysis of the data. As a first approximation to the possible link between repayment and the rest of the variables, we outline some patterns that may be discerned in the data.

1.1 Sociodemographic and Credit Information

In terms of age, number of children and gender, (i) individuals with more severe delays in repayment are five years younger on average; (ii) there is no significant difference in the number of children of individuals in the *Low Arrear* and *High Arrear* groups, while the average number of children of individuals in the *Current* group is 25% lower; and, (iii) there is a higher presence of women in the *Current* group compared to the other two groups, though the difference is small.

Also, there is a higher number of individuals in full-time employment in the *Current* group and a lower number of individuals who are self-employed. There is an interesting observation with respect to income: the average *High Arrear* individual has a verifiable income that is 25% higher than that of the average *Current* individual. However, the average *Current* individual has a non-verifiable income that is 58% higher than that of the average *High Arrear* individual. So, the probability of belonging to the *Current* group is slightly higher for an individual who is older than 35 years old, has fewer dependents, is a woman, and has a higher level of non-verifiable income.

In addition, *Current* individuals have average loans that are approximately 1,000 pesos higher and have a total average amount of 2,300-2,500 pesos more to pay than individuals in the other two groups. With respect to weekly payments, the *Low Arrear* group pays 10% more than the *High Arrear* group and the *Current* group pays 15% more than the *Low Arrear* group. Moreover, we observe that the number of active loans monotonically increases when moving from the *High Arrear* group (0.6), *Low Arrear* group (1.19), and *Current* group (1.36), in that order. For more details, see Tables A1, A2, A3.

Table A1: Group High Arrear (completed questionnaires).

	N	Average	Std. Dev.	Min	Max
Age	100	35.42	11.03	19	60
Number of dependents	100	0.45	0.98	0	4
Verifiable Income	100	2.456	3,135.5	0	13
Non-verifiable Income	100	3,443.15	3,301.31	0	16.2
Total Loans	100	2.26	1.85	1	13
Active Loans	100	0.6	0.59	0	2
Amount Active Loans	55	4,916.36	2,735.01	1.5	14.7
Total to be paid	55	9,728.11	5,622.12	2.835	29.106
Delayed Amount	55	3,690.42	2,646.05	560	12.813
Weekly Payment	55	240.51	112.81	90	705.6
	Observations (N)		Frequency		
Employment	100		—		
Housewife	2		0.02		
Self-Employed	44		0.44		
Unemployed	6		0.06		
Part Time Employed	12		0.12		
Full Time Employed	35		0.35		
Retired	1		0.01		
Gender	100		—		
Female	61		0.61		
Male	39		0.39		
Cellular Phone	100		—		
No	3		0.03		
Yes	97		0.97		
Landline	100		—		
No	80		0.8		
Yes	20		0.2		
Home	100		—		
Rents	5		0.05		
Owns	61		0.61		
Lives with parents	34		0.34		

Table A2 Group Low Arrear (completed questionnaires).

	N	Average	Std. Dev.	Min	Max
Age	100	40.9	11.98	20	68
Number of dependents	100	0.47	0.92	0	5
Verifiable Income	100	2,071.5	3,118.89	0	14
Non-verifiable Income	100	4,438	3,941.95	0	20
Total Loans	100	3.85	2.8	1	14
Active Loans	100	1.19	0.46	0	2
Amount Active Loans	97	5,998.97	3,775.01	1	19.5
Total to be paid	97	12,120.42	7,849.24	1.89	40.17
Delayed Amount	97	2,460.69	2,291.03	-40	9.75
Weekly Payment	97	265.59	145.35	60	780
	Observations (N)		Frequency		
Employment	100		—		
Housewife	3		0.03		
Self-Employed	46		0.46		
Unemployed	7		0.07		
Part Time Employed	2		0.02		
Full Time Employed	42		0.42		
Retired	0		0		

Gender	100	—
Female	64	0.64
Male	36	0.36
Cellular Phone	100	—
No	16	0.16
Yes	84	0.84
Landline	100	—
No	74	0.74
Yes	26	0.26
Home	100	—
Rents	7	0.07
Owns	72	0.72
Lives with parents	21	0.21

Table A3: Group Current (completed questionnaires).

	N	Average	Std. Dev.	Min	Max
Age	101	39.87	13.3	19	68
Number of dependents	101	0.34	0.75	0	3
Verifiable Income	101	1,482.18	2,953.83	0	10
Non-verifiable Income	101	5,425.74	4,552.18	0	35
Total Loans	101	4.57	3.39	1	17

Active Loans	99	1.36	0.52	0	2
Amount Active Loans	99	7,090.91	4,598.94	1.5	21.5
Total to be paid	99	14,410.02	9,546.64	2.835	44.29
Delayed Amount	99	1,256.41	2,188.53	-2.52	8.9
Weekly Payment	99	305.16	177.34	72	860
	Observations (N)			Frequency	
Employment	101			—	
Housewife	0			0	
Self-Employed	28			0.2772	
Unemployed	8			0.0792	
Part Time Employed	3			0.0297	
Full Time Employed	62			0.6139	
Retired	0			0	
Gender	101			—	
Female	67			0.6634	
Male	34			0.3366	
Cellular Phone	101			—	
No	11			0.1089	
Yes	90			0.8911	
Landline	101			—	
No	75			0.7426	
Yes	26			0.2574	
Home	101			—	
Rents	6			0.0594	
Owns	58			0.5743	
Lives with parents	37			0.3663	

1.2 Grit

The average *Grit* scale for the entire sample of 298 observations is 3.39 with a standard deviation of 0.465. When comparing the results of the *High Arrear* and *Low Arrear* groups, we find no significant differences. On the other hand, *Current* individuals obtain a *Grit* scale that is 0.10 times higher, on average, than that of the two other groups and a standard deviation of 5, also 0.7-0.9 times higher. We observe that *Current* individuals do not get discouraged by setbacks and maintain their attention on projects lasting longer than a few months more often than individuals in the other groups do. Moreover, *Current* individuals report working hard more often than *High Arrear* individuals, though less often than *Low Arrear* individuals. See Tables A4, A5, and A6.

Finally, concerns about self-reporting bias could be valid since it is plausible to think that the individuals' answers were motivated by an interest in signaling their creditworthiness to *Provident*. However, all of the surveyed individuals already have at least one loan with this institution. Furthermore, the answers to the *Grit* questions would not increase their likelihood of obtaining a new credit (see the previous section).

Table A4: Grit Scale: *Current* Group

Question	N	Average	S.D.
Q1. New projects or ideas distract me from projects I already have.	101	3,366337	1,092911
Q2. Setbacks do not discourage me.	101	3,465347	1,300495
Q3. I was focused on an idea or project for a short time, but I lost interest shortly afterwards.	101	2,90099	1,253036
Q4. I work hard.	101	4,514851	0,8076368
Q5. I often set a goal, but afterwards I try to reach a different goal.	101	3,207921	1,267413
Q6. It is difficult for me to keep my attention on projects that last more than a few months to complete.	101	2,960396	1,31849
Q7. I am a hard worker	101	4,732673	0,6146721
GRIT Scale (completed questionnaires)	101	3,468175	0,5147295

Table A5: Grit Scale: *Low Arrear* Group

Question	N	Average	S.D.
Q1. New projects or ideas distract me from projects I already have.	100	3,29	1,139688
Q2. Setbacks do not discourage me.	100	3,23	1,20483
Q3. I was focused on an idea or project for a short time, but I lost interest shortly afterwards.	100	3,25	1,157976
Q4. I work hard.	100	4,61	0,6947858
Q5. I often set a goal, but afterwards I try to reach a different goal.	100	3,36	1,105724
Q6. It is difficult for me to keep my attention on projects that last more than a few months to complete.	100	3,15	1,157976
Q7. I am a hard worker	100	4,73	0,6171783
GRIT Scale (completed questionnaires)	100	3,36	0,419323

Table A6: Grit Scale: *High Arrear* Group

Question	N	Average	S.D.
Q1. New projects or ideas distract me from projects I already have.	100	3,31	0,9607972
Q2. Setbacks do not discourage me.	100	3,2	1,13707
Q3. I was focused on an idea or project for a short time, but I lost interest shortly afterwards.	100	2,98	1,118982
Q4. I work hard.	100	4,2	0,9320337
Q5. I often set a goal, but afterwards I try to reach a different goal.	100	3,14	1,063822
Q6. It is difficult for me to keep my attention on projects that last more than a few months to complete.	100	3,13	1,097794
Q7. I am a hard worker	100	4,65	0,5924611
GRIT Scale (completed questionnaires)	100	3,36	0,419323

1.3 Time and Risk Preferences, Financial Knowledge, and Cognitive Ability

We observe no significant differences in terms of short- and medium-term preferences among the groups, except for a noticeable preference for the short-term by the *Current* individuals. All groups display impatience in their answers, preferring to receive their payments sooner than later.

Using the answers to questions 10 and 11, we construct the variables Time Preference 1 and Time Preference 2. We note that the only group that displays a short- and medium-term preference for the future of below 10% is the *Current* group. The variable Time Preference 2 shows cases of individuals that have different time preferences in the short-term than they do in the medium-term. For example, in one case an individual prefers the present (one month) in the short-time while preferring the future (fourteen months) in the medium-term. By constructing this variable, we aim to identify cases in which there is a change in the short-term preference for the present

In terms of risk aversion, the results indicate that there is a negligible difference in the risk aversion level of the three groups, with the exception that the *High Arrear* group presents a level of risk aversion that is 7% higher than that of the *Low Arrear* group. We transform this measure into a new standardized variable labeled *Aversion3* due to the high variability in the answers of risk aversion question. The *Current* and *Low Arrear* groups show very similar average and standard deviation; while the average and standard deviation of the *High Arrear* group are higher than those of the *Low Arrear* group.

Simple interest calculation and a having a notion about inflation are used to measure individuals' basic financial knowledge. For the question about simple interest calculation, we use a unique transformation, Savings Account Quad. Dev. 1, as the answers tend to be very high in value. We notice that, using the transformation, the *High Arrear* group proves to be above average. The reason for this is the high standard deviation in the answers of this group with respect to those of the other two groups. The same group, *High Arrear*, is the group with the highest frequency of incorrect answers to the question about inflation, though there seems to be no significant difference with respect to the other two groups.

To measure the individuals' cognitive abilities, we used the question about the bate and the baseball. We used two normalized versions of this variable since the original answers we obtained were all incorrect and diverse. The first transformation, Q9 Baseball Quad. Dev. 1, measures the deviation with respect to the average; while the second transformation, Q9 Baseball Quad. Dev. 2, measures the deviation with respect to the correct answer. We notice important changes among the groups in the second transformation, especially when comparing the *High Arrear* and *Low Arrear* groups. Given that there is no correct answer in this sample, there are no values equal to zero for this second transformation. It is noticeable that, on average, people in the *High Arrear* group are closest to the correct answer, while individuals in the *Current* group are farthest from the correct answer.

Finally, we constructed a variable, Level of Schooling, to indicate whether the individual's level of education was Elementary School (Years 1-6) or below, Middle School (Years 7-9), High School (Years 10-12), or College or higher. The difference between the *High* and *Low Arrear* groups is not significant and, surprisingly, the *Current* group shows the highest proportion of individuals that have an Elementary School education or less.

We consider these descriptive statistics rather startling (See Tables A7, A8, and A9) because it seems that time preferences, and cognitive ability do not explain the probability of belonging to the *Current* group. Moreover, being more risk averse seems to be a more pronounced trait in the *High Arrear* group, while a lower level of schooling that of the *Current* group.

Table A7: Descriptive Statistics and Distributions Questions 8-16: *High Arrear* Group

Question:	N	Average	Std. Dev.	Mode (mentions)	Min	Max
Q8. Tanda Toss	100	567	364.89	1,000(32)	0	1
Aversion3	100	0.926	0.873	1.218(32)	0.002	2.384
Q9. Baseball Cost	100	46.8	522.258	10(39)	10	210
Q9 Baseball Quad. Dev. 1	100	0.28	0.48	0.199(39)	0	2.49
Q9 Baseball Quad. Dev. 2	100	0.456	0.932	0.003(39)	0.002	4.31
Q12. Savings Account	100	5,587.02	12,715.4	2,000(22)	200	120
Q12 Savings Account Quad. Dev. 1	100	1.826	14.926	0.142(22)	0.025	149.5
Q16.1 Minors	100	1.07	0.8675	1(126)	0	4

Q16.2 Older Adults	100	0.48	0.6587	0(61)	0	2
Q16.3 Other dependents	100	0.41	0.5522	0(62)	0	4
	Observations (N)			Frequency		
Q10. Short term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in one month	73			0.73		
Receive \$1,100 in two months	27			0.27		
Q11. Long term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in 13 months	83			0.83		
Receive \$1,100 in 14 months	17			0.17		
Time Preference 1	100			—		
Impatient	68			0.68		
Patient	12			0.12		
Changed	20			0.2		
Time Preference 2	100			—		
Impatient	68			0.68		
Changed or Patient	32			0.32		
Q13. Deflation	100			—		
False	56			0.56		
True	44			0.44		
Q14. Level of Education (completed or initiated)	100			—		
Primary School or Less	30			0.3		
Secondary School	33			0.33		
Preparatory School	29			0.29		
College or More	8			0.08		
Q15. Marital Status	100			—		
Single	20			0.2		
Living Together, Not Married	20			0.2		
Married	49			0.49		
Divorced	6			0.06		
Widower	5			0.05		

Table A8: Descriptive Statistics and Distributions Questions 8-16: *Low Arrear Group*

Question:	N	Average	Std. Dev.	Mode (mentions)	Min	Max
Q8. Tanda Toss	100	608	379.18	1,000(40)	0	1
Aversion3	100	1.002	0.824	1.218(40)	0.002	2.384
Q9. Baseball Cost	100	54.68	109.95	10(54)	8	1
Q9 Baseball Quad. Dev. 1	100	1.23	9.17	0.199(54)	0	91.69
Q9 Baseball Quad. Dev. 2	100	0.456	0.932	0.003(39)	0.001	101.45
Q12. Savings Account	100	4,724.72	6,244.57	1,200(34)	1000	30
Q12 Savings Account Quad. Dev. 1	100	0.448	0.831	0.214(34)	0.003	6.832
Q16.1 Minors	100	0.96	0.96	1(39)	0	4
Q16.2 Older Adults	100	0.34	0.34	0(70)	0	2
Q16.3 Other dependents	100	0.44	0.44	0(63)	0	4
			Observations (N)	Frequency		
Q10. Short term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in one month	76			0.76		
Receive \$1,100 in two months	24			0.24		
Q11. Long term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in 13 months	76			0.76		
Receive \$1,100 in 14 months	24			0.24		
Time Preference 1	100			—		
Impatient	69			0.69		
Patient	17			0.17		
Changed	14			0.14		
Time Preference 2	100			—		
Impatient	69			0.69		
Changed or Patient	31			0.31		
Q13. Deflation	100			—		
False	64			0.64		
True	36			0.36		
Q14. Level of Education (completed or initiated)	100			—		
Primary School or Less	33			0.33		
Secondary School	38			0.38		
Preparatory School	26			0.26		
College or More	3			0.03		
Q15. Marital Status	100			—		
Single	17			0.17		
Living Together, Not Married	17			0.17		
Married	60			0.6		
Divorced	2			0.02		
Widower	4			0.04		

Table A9: Descriptive Statistics and Distributions Questions 8-16: *Current* Group

Question:	N	Average	Std. Dev.	Mode (mentions)	Min	Max
Q8. Tanda Toss	100	574.5	391.03	1,000(34)	0	1
Aversion3	100	1.062	0.836	1.218(34)	0.002	2.384
Q9. Baseball Cost	100	60.72	120.65	10(53)	10	1.01
Q9 Baseball Quad. Dev. 1	100	1.48	9.56	0.199(53)	0	93.64
Q9 Baseball Quad. Dev. 2	100	1.80	10.64	0.003(39)	0.003	103.5
Q12. Savings Account	100	6,277.04	7,925.26	1,200(34)	0	40
Q12 Savings Account Quad. Dev. 1	100	0.716	1.685	0.214(34)	0.027	13.557
Q16.1 Minors	101	0.9604	0.8935	1(40)	0	4
Q16.2 Older Adults	101	0.297	0.5205	0(74)	0	2
Q16.3 Other dependents	101	0.3762	0.6907	0(71)	0	4
		Observations (N)		Frequency		
Q10. Short term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in one month	88			0.88		
Receive \$1,100 in two months	12			0.12		
Q11. Long term Patience	100			—		
Receive \$1,000 in 13 months	82			0.82		
Receive \$1,100 in 14 months	18			0.18		
Time Preference 1	100			—		
Impatient	77			0.77		
Patient	7			0.07		
Changed	16			0.16		
Time Preference 2	100			—		
Impatient	77			0.77		
Changed or Patient	23			0.23		
Q13. Deflation	99			—		
False	62			0.626		
True	37			0.374		
Q14. Level of Education (completed or initiated)	101			—		
Primary School or Less	42			0.416		
Secondary School	32			0.317		
Preparatory School	20			0.198		
College or More	7			0.069		
Q15. Marital Status	101			—		
Single	16			0.158		
Living Together, Not Married	19			0.188		
Married	54			0.535		
Divorced	8			0.079		
Widower	4			0.04		

Table 12: Descriptive Statistics and Distributions Questions 8-16: *Current* Group

Factor	Included	% Explained by	% Explained by	Weights	Weights
Time preferences	Question 10 short tanda toss	74,31%	100%	0,7246	-0,6891
	Question 11 long tanda toss			0,6891	0,7246
Cognitive ability	Level of education	99,99%	100%	0	-0,0005
	Deflation			0	0,0002
	Q12 Fin. Know.			1	-0,0007
	Q9 Baseball Quad 2			0,0007	1
Responsibility	Age	97,77%	98,70%	0,9999	-0,0006
	No of children			-0,0026	0,2315
	Marital status			0,007	0,8961
	No of children dependent			-0,0132	0,3754
	No of older dependents			-0,0026	0,0283
	No of dependents (others)			0,0014	-0,0409
Economic success	Employment status	58,75%	90,13%	0,9918	0,1015
	Cell phone			0,0333	-0,0546
	Landline			-0,0752	0,0168
	Home ownership			-0,0983	0,9932

Timely Microfinance Repayment: Survey Results from Puebla, Mexico.

Online Appendix

Data Base

Data is imported to R and then cleaned for missing values; several variables are re-defined:

```
# import with more data
ProvidentDF_complete <- read.csv("BaseDeDatos/Encuesta-
EducacionFinancieraDario.csv")

ProvidentDF_complete <- ProvidentDF_complete %>%
  filter(Status=="Completa") %>%
  filter(!is.na(p9_batepelota)) # question 9 and 12 have missing values
# measure grit as the average of the points made in each item
ProvidentGRIT <- ProvidentDF_complete[,c(
  "X1..Los.proyectos.o.ideas.nuevas.me.distraen.de.proyectos.o.ideas.que.te
  nía.desde.antes.",
  "X2..Los.óbstaculos.no.me.desaniman.",
  "X3..Estuve.concentrado.en.una.idea.o.proyecto.por.un.corto.tiempo..pero.
  después.perdí.interés.",
  "X4..Trabajo.duro.",
  "X5..Con.frecuencia.me.propongo.un.objetivo..pero.luego.trato.de.cumplir.
  un.objetivo.diferente",
  "X6..Me.resulta.dificil.mantener.mi.atención.en.proyectos.que.duran.más.a
  llá.de.algunos.meses.en.terminar",
  "X7..Soy.chambeador.a.")

ProvidentGRIT <- apply(substr(apply(ProvidentGRIT, MARGIN = 2, FUN =
as.character),
                           start = 1, stop = 1), FUN = as.numeric, MARGIN
= 2)
ProvidentGRIT[,c(1,3,5,6)] <- -ProvidentGRIT[,c(1,3,5,6)] + 4
ProvidentDF_nna <- ProvidentDF_complete %>% # there is no missing values
in this DF
  mutate(grit=rowMeans(ProvidentGRIT))
ProvidentDF_nna <-
ProvidentDF_nna[!is.na(ProvidentDF_nna$p9_batepelota),]
```

```

# Education
escol <- as.character(ProvidentDF_nna$escol)
escol[escol=="No estudió"] <- 0 # revisar la configuración de acentos
escol[escol=="1ro Primaria"] <- 1
escol[escol=="2do Primaria"] <- 2
escol[escol=="3ro Primaria"] <- 3
escol[escol%in%c("4to primaria", "4to Primaria")] <- 4
escol[escol=="5to Primaria"] <- 5
escol[escol%in%c(" 6to Primaria", "6to Primaria")] <- 6
escol[escol=="1ro Secundaria"] <- 7
escol[escol%in%c("2do Secundaria", "2do secundaria")] <- 8
escol[escol%in%c("3ro secundaria", "3ro Secundaria ", "3ro Secundaria")] <-
9
escol[escol=="1ro Preparatoria"] <- 10
escol[escol=="2do Preparatoria"] <- 11
escol[escol=="3ro Preparatoria"] <- 12
escol[escol=="Licenciatura"] <- 13
escol[escol=="Posgrado"] <- 14
escol <- as.numeric(escol)

#original measure
escol1 <- escol
escol1[escol1%in%c(1:6)]<- 0 # Primaria
escol1[escol1%in%c(7:9)]<- 1 # Secundaria
escol1[escol1%in%c(10:12)]<- 2 # Preparatoria
escol1[escol1%in%c(13)]<- 3 # Licenciatura
escol1[escol1%in%c(14)]<- 4 # Posgrado

#some order for ordinal data
ProvidentDF_nna$grupo <- factor(ProvidentDF_nna$grupo,
                                levels=c("Current", "Low Arrear", "High
arrear"), ordered=TRUE)

attach(ProvidentDF_nna)

## The following object is masked _by_ .GlobalEnv:
##
##      escol

```

Re-definition of (some) variables:

Just married and not married

- Married = 1

Employment as an ordinal variable.

- Full-time employment = 3
- Half-time employment = 2

- Self-employment = 1
- No earnings = 0

Tandas

- p10_tandacorto: Si obtuviera \$1,000 pesos de la participación en una tanda y tuviera que elegir entre dos alternativas de pago. ¿Cuál de las siguientes opciones elegiría?

* Opción 1: Que le entreguen los \$1,000 pesos en un mes = 0

* Opción 2: Que le entreguen \$1,100 en dos meses = 1

- p11_tandalargo: Si obtuvieras \$1,000 pesos de la participación en una tanda y tuviera que elegir entre dos alternativas de pago. ¿Cuál de las siguientes opciones elegiría?

* Opción 1: Que le entreguen los \$1,000 pesos en un año y un mes = 0

* Opción 2: Que le entreguen \$1,100 en un año y dos meses = 1

Inflation

- p13_preciosbajan: Cuando los precios bajan puedo comprar menos bienes y servicios con el mismo ingreso. ¿Verdadero o Falso? (la respuesta correcta es Falso)

* Verdadero = 1

* Falso = 0

```
p16_dependents <- p16_1menores+p16_2adulmay+p16_3otros # total number of dependents
```

```
casado <- {} # to capture later de degree of responsibility, we just need married or unmarried people
```

```
casado[p15_estadocivil=="Casado"] <- 1
```

```
casado[p15_estadocivil!="Casado"] <- 0
```

```
empleoRemunerado <- {} # consider non paid work together
```

```
empleoRemunerado[statusempleo%in%c("Desempleados", "Ama de Casa", "Retirado")] <- 0
```

```
empleoRemunerado[statusempleo=="Auto empleado"] <- 1
```

```
empleoRemunerado[statusempleo=="Empleado Medio tiempo"] <- 2
```

```
empleoRemunerado[statusempleo=="Empleado tiempo completo"] <- 3
```

```
p10_tandacorto <- p10_tandacorto-1
```

```
p11_tandalargo <- p11_tandalargo-1
```

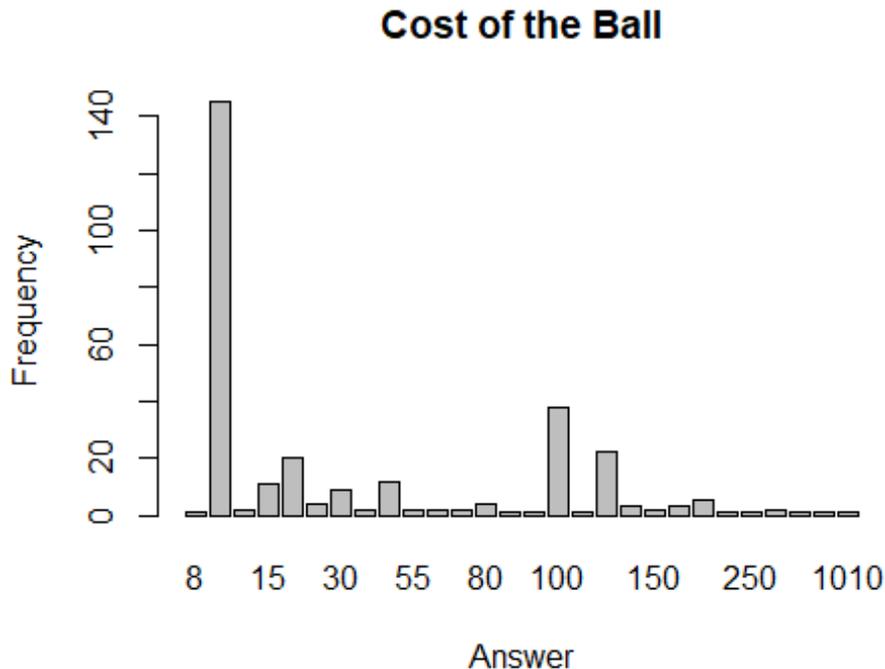
```
p13_preciosbajan <- as.numeric(p13_preciosbajan)-2
```

- Financial literacy is measured as a distance; the individual's answer minus the correct answer:

```

# pregunta del bat y la pelota:
# We can see that most people answered predictably bad: $ 10. But no one
answered correctly.
barplot(table(p9_batepelota),xlab = "Answer",ylab="Frequency",main =
"Cost of the Ball")

```



```

#9. Un bate y una pelota de b?isbol cuestan en total $110 pesos.
#El bate cuesta $100 m?s que la pelota,
#?Cu?nto cuesta la pelota? (Indique el costo en pesos de la pelota)
## Respuesta correcta: $5

```

```

p9_batepelota<- abs(p9_batepelota-5)

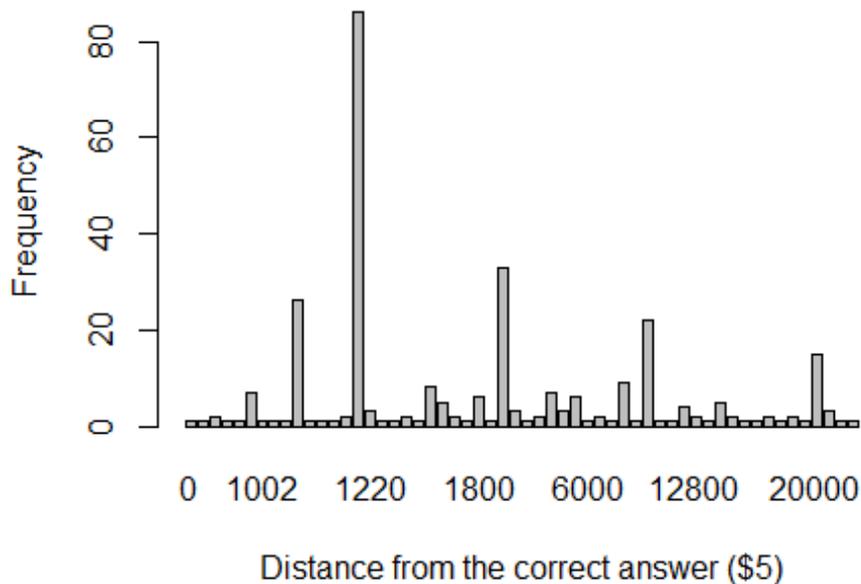
```

```

# pregunta sobre el Inter?s
barplot(table(p12_retornodeposito),xlab = "Distance from the correct
answer ($5)",ylab="Frequency",main = "Cost of the Ball")

```

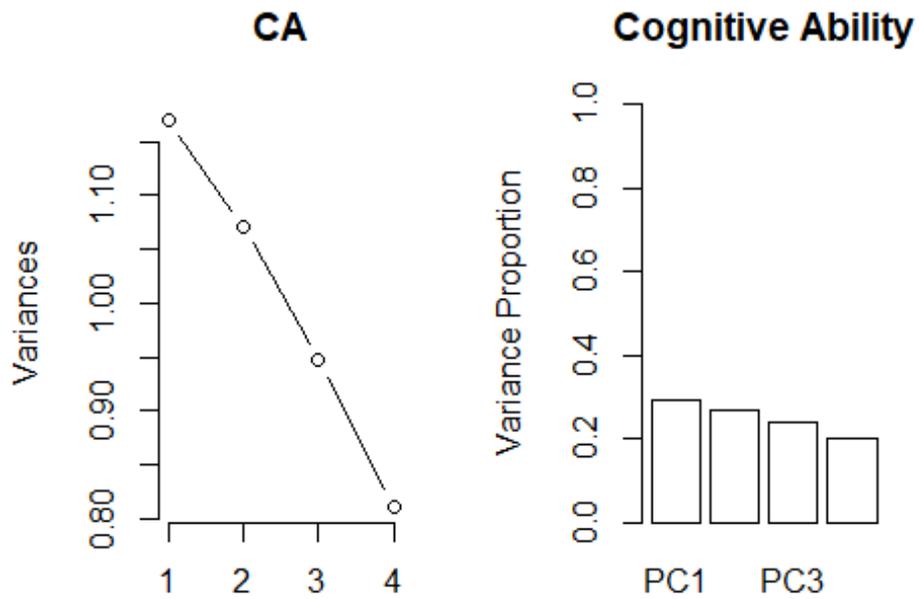
Cost of the Ball



```
#12. Imagínese que usted deposita $1,000 pesos al inicio del año en una
cuenta de ahorro
#con un interés garantizado del 2% al año y la cuenta no tiene ningún
costo por mantenerla.
#Además, suponga que usted no saca dinero de esa cuenta.
#¿Cuánto dinero tendrá en la cuenta después de un año incluyendo el pago
de los intereses?
## Respuesta Correcta: 1020
p12_retornodeposito <- abs(p12_retornodeposito-1020)
```

PCA analysis for Cognitive Ability

```
# cognitive ability with less levels for escol
CA <- prcomp(na.omit(cbind( p9_batepelota,
p12_retornodeposito,p13_preciosbajan,escol1)),center = T,scale. = T)
```



PCA weights

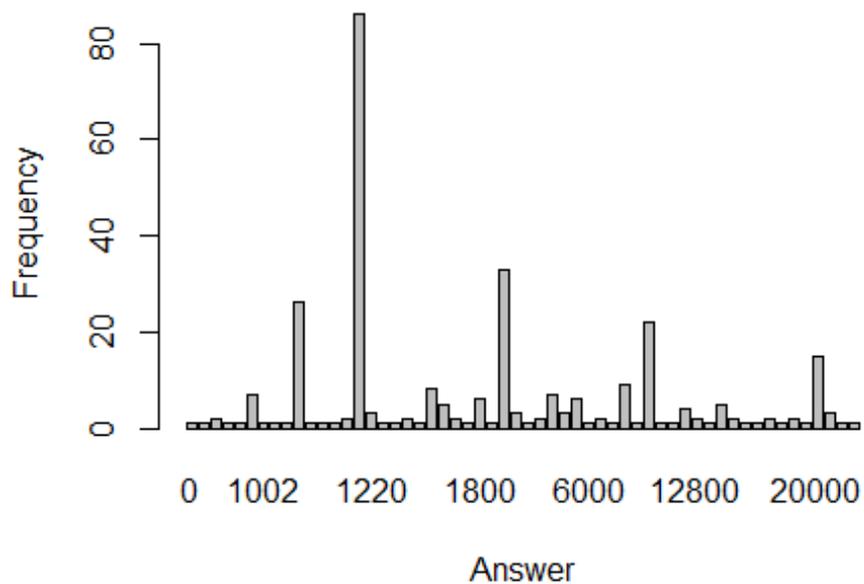
CA\$rotation

	PC1	PC2	PC3	PC4
## p9_batepelota	-0.14138706	0.71144797	-0.6054236	-0.32758770
## p12_retornodeposito	-0.08424451	0.64241756	0.7613148	0.02454236
## p13_preciosbajan	-0.67542768	-0.28069088	0.1832877	-0.65682242
## escol1	0.71882544	-0.04851902	0.1423644	-0.67872548

Final PCA's

```
#ggplot(data =
ProvidentDF_nna,aes(x=factor(p12_retornodeposito)))+geom_bar()
barplot(table(ProvidentDF_nna$p12_retornodeposito),xlab =
"Answer",ylab="Frequency",main = "Final return with interest")
```

Final return with interest



```
ProvidentDF_nna <- ProvidentDF_nna %>%  
  
mutate(p13_preciosbajan=revalue(p13_preciosbajan,c("FALSO"="FALSE", "VERDA  
DERO"="TRUE")))  
#ggplot(data =  
ProvidentDF_nna,aes(x=factor(p13_preciosbajan)))+geom_bar()  
table(p13_preciosbajan)  
  
## p13_preciosbajan  
## 0 1  
## 182 117  
  
barplot(table(ProvidentDF_nna$p13_preciosbajan)[2:3],xlab =  
"Answer",ylab="Frequency",main = "Can you buy more?")
```



Regression analysis

Specification without controlling of the number of credits

```

#Dependent Variables
DV <- cbind.data.frame(
  grupo = grupo,
  Grit = grit,
  Short_Delay = p10_tandacorto,
  Long_Delay = p11_tandalargo,
  CA1 = CA$x[,1], CA2 = CA$x[,2],
  Age = edad, hijos, casado, p16_dependents,
  Active_Loans = Prestamos.activos,
  Genero)

#weights
weights_groups <- read_excel("BaseDeDatos/weights.xlsx")
wt <- weights_groups$Weight[match(DV$grupo, weights_groups$Category)]
wt <- round(wt, 0)
weights_groups$Weight <- round(weights_groups$Weight, 0)
stargazer(weights_groups, header = F, title = "Weights for each
Group", summary = F)

```

```
weighted_regression <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit, weights = wt) # model
weighted_regression
```

Call: polr(formula = grupo ~ Grit + Short_Delay + Long_Delay + CA1 + Age, data = DV, weights = wt, na.action = na.omit, Hess = TRUE)

Coefficients: Grit Short_Delay Long_Delay CA1 Age -0.44583048 0.91883668 -
0.44785813 0.09983325 -0.01785037

Intercepts: Current|Low Arrear Low Arrear|High arrear -2.6084638 0.1008318

Residual Deviance: 18959.63 AIC: 18973.63

```
stargazer(weighted_regression,header = F,title = "Final Regression with
Weights")
```

Marginal effects. There are three tables with the inference in terms of standard deviations. Each table corresponds to a category, and shows the effect of independent variables. Finally, there is a table that summarise the effects.

```
#Marginal Effects
me_weighted_final <- erer::ocME(weighted_regression,rev.dum = T)

## Warning in z[1:J] - xb: Recycling array of length 1 in vector-array
arithmetic is deprecated.
## Use c() or as.vector() instead.

## Warning in z[2:(J + 1)] - xb: Recycling array of length 1 in vector-
array arithmetic is deprecated.
## Use c() or as.vector() instead.

stargazer(me_weighted_final$out,header = F)
```

Specification considering the No of credits borrowed by each individual

```
prestamos_regression <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age+Active_Loans,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

stargazer(prestamos_regression,
  add.lines = list( # AIC and BIC
    c("AIC", round(AIC(
      prestamos_regression),digits = 2)),
    c("BIC", round(BIC(
      prestamos_regression),digits = 2))
```

```
),header = F,title = "Regressions Considering Debt and Weights")
```

For regression this we calculate the marginal effects:

#Marginal Effects

```
me_weighted_final2 <- erer::ocME(prestamos_regression,rev.dum = T)

## Warning in z[1:J] - xb: Recycling array of length 1 in vector-array
arithmetic is deprecated.
## Use c() or as.vector() instead.

## Warning in z[2:(J + 1)] - xb: Recycling array of length 1 in vector-
array arithmetic is deprecated.
## Use c() or as.vector() instead.

stargazer(me_weighted_final2$out,header = F)
```

Robustness

Without Debt

```
final_regressions3 <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

final_regressions4 <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+Age,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

final_regressions5 <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +CA1+Age,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

final_regressions6 <- polr(
  grupo ~ Grit+Long_Delay+CA1+Age,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

final_regressions7 <- polr(
  grupo ~ Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)
```

With Debt

```
final_regressions3 <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1+Active_Loans,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)

final_regressions4 <- polr(
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+Age+Active_Loans,
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)
```

```
final_regressions5 <- polr(  
  grupo ~ Grit+Short_Delay +CA1+Age+Active_Loans,  
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)
```

```
final_regressions6 <- polr(  
  grupo ~ Grit+Long_Delay+CA1+Age+Active_Loans,  
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)
```

```
final_regressions7 <- polr(  
  grupo ~ Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age+Active_Loans,  
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit,weights = wt)
```

Final Regression Without Weights

```
final_regression <- polr(  
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age,  
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit)
```

```
debt_regression <- polr(  
  grupo ~ Grit+Short_Delay +Long_Delay+CA1+Age+Active_Loans,  
  data = DV,Hess=TRUE,na.action = na.omit) # model
```



Sensibilidad y asimetrías ante choques de ingreso en el consumo privado de México, 1995-2017

Sensitivity and asymmetries of income shocks in Mexico's private consumption, 1995-2017

Miguel Ángel Mendoza González*

Información del artículo

Recibido:
17 septiembre 2018

Aceptado:
19 febrero 2020

Clasificación JEL: C50;
D12; E12; E21; F62; J61

Palabras clave:
Sobre-sensibilidad del consumo; Asimetrías a choques de ingreso; Cointegración con regímenes múltiples; Modelos *VECM* con regímenes múltiples; *TVECM*

Resumen

Esta investigación analiza con un enfoque poskeynesiano la sobre-sensibilidad y las asimetrías ante choques de ingreso del consumo privado y su desagregación en bienes duraderos, semi-duraderos, no-duraderos y los servicios en México para el período 1995-2017. Para estimar la sobre-sensibilidad se utilizan las metodologías de cointegración de Johansen-Juselius y el método de estimación *FMOLS*, sin sesgo de endogeneidad de Phillips y Hansen. Para las asimetrías se aplican las pruebas de *Seo* y *Hansen-Seo* de cointegración, con regímenes múltiples (cointegración-threshold) y modelos *TVECM* de vectores de corrección de error, con regímenes múltiples de *Seo*. Con los resultados se comprueba la existencia de sobre-sensibilidad del consumo privado y del consumo de la mayoría de los bienes por durabilidad (nacional e importado) y comportamientos asimétricos de régimen bajo, consistente con un escenario de crisis económica.

* Facultad de Economía, UNAM; email: mendozag@unam.mx

ISSN Electrónico: 2448-8402 | ISSN Impreso: 1870-221X | ©2020 Los autores



Article information

Received:
17 September 2018

Accepted:
19 February 2020

JEL Classification:
C50; D12; E12; E21;
F62; J61

Keywords:
over-sensitivity of
consumption;
asymmetries to income
shocks; threshold-
cointegration; threshold-
VECM models; *TVECM*

Abstract

With a Postkeynesian approach, this research analyzes the over-sensitivity and asymmetries of income shocks of private consumption and its unbundling into durable, semi-durable, non-durable goods and services in Mexico for the period 1995-2017. To estimate over-sensitivity to income, cointegration methodologies from Johansen-Juselius are used and the FMOLS estimation method without endogeneity bias of Phillips and Hansen. And, for the asymmetries, this study applies the tests of Seo and Hansen-Seo of cointegration with multiple regimes (threshold-cointegration) and threshold vector error correction model (threshold-VECM) with multiple regimes of Seo. The results show the existence of over-sensitivity of private consumption and durability for most of the goods (national and imported) and low-level asymmetric behaviors consistent with a scenario of economic crisis.

Introducción

La hipótesis del ingreso absoluto establece que el elemento más importante de la explicación del consumo privado es el ingreso corriente, con propensiones marginales y medias que en combinación generan una elasticidad ingreso igual o menor a la unidad. Algunos planteamientos poskeynesianos establecen que el ingreso corriente es el principal factor explicativo del consumo y que, en segundo plano, influyen factores como el ahorro, los créditos, las tasas de interés, los precios relativos y el tipo de cambio real (Lavoie, 1994; Lavoie, 1994b); desde el punto de vista empírico, lo esperado serían elasticidades ingresos mayores a las de los otros factores explicativos. En el otro sentido, con la teoría del ingreso permanente, Friedman (1957) plantea que el consumo no depende del ingreso corriente sino de los ingresos permanentes y transitorios, y de este último se ha identificado lo que se llama la “*sensibilidad excesiva*” del consumo al ingreso transitorio. Campbell y Mankiw (1989) explican que esta se presenta cuando los hogares tienen problemas de liquidez y su patrón de consumo se vuelve más sensible a modificaciones del ingreso; sobre todo en periodos de crisis económicas.

En nuestra investigación, proponemos el concepto de “*sobre-sensibilidad*” del consumo a los choques de ingreso con fundamentos poskeynesianos, que se identifica por una elasticidad ingreso corriente de largo plazo mayor a la unidad, combinada con una propensión marginal a consumir mayor a 0.8, que se relacionan con dos escenarios importantes: el primero es cuando la problemática se vincula a la disponibilidad de financiamiento y en especial del consumo (Blundell, et al., 1992); y el segundo, cuando los consumidores consideran cambios de precios relativos o del tipo de cambio real y comparan

los precios de productos nacionales e importados (Lavoie, 1994; Lavoie, 1994b). Por otro lado, la mayoría de las investigaciones empíricas sobre México suponen que el consumo y el ingreso tienen una relación de equilibrio, con un comportamiento estable de las propensiones media y marginal, y de la elasticidad ingreso del consumo de largo plazo (Castro, et al., 1997; Ruiz-Galindo y Venegas-Martínez, 2007; Mendoza-González, 2020). Sin embargo, las discusiones sobre regímenes de los comportamientos macroeconómicos -tasas de interés, demanda monetaria, desigualdad económica, etc-, tienen claras implicaciones sobre la posibilidad de relaciones asimétricas entre el consumo y el ingreso corriente (Bunn, et al., 2017; Ludwig, 2015). En términos del análisis econométrico, el planteamiento de las asimetrías considera que los desequilibrios de corto plazo pueden tomar diferentes rutas, distancias y tiempos frente al equilibrio definido por el vector de cointegración (Hansen y Seo, 2002; Seo, 2006; Seo, 2011).

El objetivo principal de esta investigación fue el analizar las sensibilidades y las asimetrías en choques de ingreso sobre el consumo privado y su desagregación en México desde una perspectiva poskeynesiana, donde el consumo se determina por el ingreso corriente, el crédito del consumo y los precios relativos en largo plazo. Para el análisis de la desagregación del consumo privado se consideraron los bienes duraderos, semi-duraderos, no-duraderos nacionales e importados y de los servicios en México, para el periodo de 1995-2017. La metodología que se propone, utiliza relaciones de cointegración para medir las elasticidades ingreso corriente de equilibrio de largo plazo, con diferentes bienes del consumo: nacionales, importados y servicios. Para obtener las elasticidades ingreso corriente de la estimación de vectores de cointegración, con variables exógenas adicionales como el crédito del consumo y el tipo de cambio real, para diferentes equilibrios de largo plazo. Con tales elasticidades ingreso corriente de equilibrio de largo plazo, se analizan la posibilidad de asimetrías de los choques de ingreso de corto plazo con las pruebas de Seo (2006) y Hansen y Seo (2002) de no cointegración, cointegración lineal y cointegración con regímenes múltiples (threshold); para medir las asimetrías de corto plazo se estiman modelos de Vectores de Corrección de Error (VECM) con regímenes múltiples en ajustes de corto plazo (*TVECM*); y, para analizar la sensibilidad a los choques de ingreso corriente, los modelos *TVECM* se condicionan con tres posibilidades de elasticidades ingreso de largo plazo.

Este documento consta de: esta introducción; el apartado uno con los aspectos teóricos y analíticos sobre los determinantes del consumo; el apartado dos, donde se presentan las metodologías de cointegración de Johansen y Juselius (1990) y el método de estimación *FMOLS* sin sesgo de endogeneidad (Phillips & Hansen, 1990; Spanos, 2003) para estimar funciones de consumo con factores explicativos poskeynesianos: ingreso corriente, el crédito del consumo

y el tipo de cambio real. Las pruebas de Seo (2006), Hansen y Seo (2002), y la especificación y estimación de los modelos *TVECM* (Seo, 2011), se utilizan para identificar asimetrías de corto plazo; la parte tres analiza los resultados de la aplicación de la metodología; al final, se presentan las conclusiones generales y la bibliografía.

1. Aspectos analíticos y empíricos sobre la sensibilidad y comportamientos asimétricos del consumo, choques de ingreso

1.1. La sensibilidad al ingreso y los comportamientos asimétricos

La hipótesis del ingreso absoluto establece que la principal fuente de decisión de los consumidores es el ingreso corriente, por lo que la tendencia a cero (uno) de la propensión marginal a consumir implica que el consumo es menos (más) sensible a modificaciones del ingreso. En tanto, la elasticidad del ingreso corriente del consumo que mide la sensibilidad relativa, comienza en cero y puede alcanzar valores mayores a la unidad, de acuerdo con la relación entre la propensión marginal y la propensión media. Cuando la propensión marginal es menor (mayor) a la propensión media, la elasticidad ingreso será menor (mayor) a la unidad; esto implica que cuando se observa una elasticidad unitaria del ingreso significa que las propensiones marginales y media son iguales. La hipótesis de la “*sensibilidad excesiva*” del ingreso es una regularidad empírica que se deriva de la hipótesis del ingreso permanente (Friedman, 1957), y establece que el ingreso se divide en permanente y transitoria, por lo que los choques de ingreso se suponen no esperados (Jappelli & Pistaferri, 2010) y transitorios (Bayoumi & Sgherri, 2007), y estos últimos provocan un estado de sobre-reacción de los consumidores sobre todo cuando las propensiones marginales y medias son especialmente altas (mayor a 0.8); la tendencia de la elasticidad ingreso transitorio es mayor a la unidad cuando la propensión marginal es relativamente mayor a la propensión media.

En el trabajo de Campbell y Mankiw (1989), se explica que la razón fundamental de esta *sensibilidad excesiva* son consumidores con problemas de liquidez por su alta propensión marginal a consumir, por lo que cualquier modificación (choque) en los ingresos, en particular en periodos de crisis económicas, modifica sensiblemente el patrón del consumo. En el análisis macroeconómico, las restricciones de liquidez se pueden reducir con una política de liberalización financiera con el aumento de las disposiciones de créditos del consumo (Blundell, et al., 1992). El otro aspecto que disminuye los efectos de la *sensibilidad excesiva* en las decisiones de los consumidores, son los precios relativos y en especial el tipo de cambio real. Aunque son los micro-fundamentos neoclásicos los que establecen la importancia de los precios relativos en la determinación del patrón del consumo, en la postura

poskeynesiana (Lavoie, 1994; Lavoie, 1994b) prevalece la importancia del ingreso corriente y en segundo lugar pueden influir los precios relativos, junto con otros factores explicativos como el ahorro, los créditos, tasas de interés, etc.

En la investigación de Bunn, et al. (2017), se presentan tres predicciones teóricas ligadas a respuestas asimétricas, que igual son consistentes para analizar choques de ingreso corriente en el consumo en una perspectiva poskeynesiana. La primera predicción muestra que cuando los hogares tienen una alta propensión marginal a consumir y acceso imperfecto al mercado de crédito, reducen el consumo más rápido a un choque de ingreso negativo y ajustan lento su nuevo patrón del consumo ante un choque de ingreso positivo. La siguiente predicción es cuando los hogares responden diferente a los choques de ingresos positivos y negativos, dependiendo de su disponibilidad de ahorro. La experiencia de los hogares condiciona una reacción más rápida a situaciones de choques de ingreso negativos, por lo que tienden a disponer de mayores recursos provenientes del ahorro para suavizar el efecto sobre su patrón del consumo. En tanto, el patrón del consumo se ajusta lento y en menor medida, hasta que exista un choque de ingreso positivo, por lo que la tendencia del ahorro es creciente. La última predicción proviene del conocimiento o experiencia de los hogares sobre la ponderación de la observación de la mayor proporción de perdedores, con respecto a ganadores, en los periodos de crecimiento y de crisis económicas, que provoca una respuesta asimétrica del consumo a choques de ingreso corriente.

1.2. Estudios empíricos sobre choques de ingreso

En el estudio de Jappelli y Pistaferri (2010) se propone un esquema analítico para entender cómo el consumo responde a los choques de ingreso. Ellos establecen que los consumidores responden diferente, dependiendo de si los cambios del ingreso son o no anticipados. Los cambios anticipados pueden suponer ingresos crecientes o decrecientes, pero en los primeros se pueden anticipar cambios pequeños y grandes, mientras que en los cambios anticipados de ingresos menores, la magnitud no es relevante. En el caso de cambios del ingreso no-anticipados, se pueden dividir en choques permanentes y transitorios, y estos últimos pueden ser positivos o negativos. También elaboraron un resumen sobre los diferentes enfoques de las pruebas de hipótesis y, para organizar su discusión, especifican el crecimiento del consumo $\Delta \ln c_{it} = z'_{it} \lambda + \alpha E_{t-1} \Delta \ln y_{it} + \sum_{k=1}^K \phi^k \pi_{it}^k + \xi_{it}$, donde las variables z'_{it} capturan los efectos de cambios de las preferencias, demográficos, ahorro precautorio, etc., sobre el crecimiento del consumo, y ξ_{it} es el error que puede incluir errores de medición en el consumo. Con tal especificación, establecen hipótesis generales como suponer que los cambios

esperados del ingreso no afectan el consumo ($\alpha = 0$) y, en particular, sobre diferenciar cambios de ingreso positivos o negativos.

Para medir los efectos de choques de ingreso sobre el consumo se supone una especificación del proceso estocástico del ingreso en $\sum_{k=1}^K \varphi^k \pi_{it}^k$, donde los parámetros φ^k miden la magnitud del choque de ingreso y también se considera información sobre las estructuras del mercado del crédito y de activos o acciones. Las pruebas para la *sensibilidad excesiva* se han enfocado en discutir las condiciones para rechazar $\alpha = 0$, que entre otras, pueden ser por factores estructurales o variables instrumentales que expliquen el ingreso y al mismo tiempo el consumo, y por omitir variables z'_{it} que sesguen la varianza condicional del crecimiento del consumo.

Aunque, la *sensibilidad excesiva* puede aparecer por la presencia de las imperfecciones del mercado del crédito, por medio de diferentes tasas de interés y por restricciones del crédito (Hall, 1978; Campbell & Mankiw, 1989), con este enfoque, la mayoría de los estudios empíricos analizan la hipótesis con base en la identificación de choques permanentes y transitorios que se estiman con algún método de descomposición del ingreso, y aplicados a microdatos. En Krueger y Perri (2011), se plantea la pregunta de si el consumo de los hogares responde a choques de ingreso, por lo que construyen una medida de choques de ingreso laboral de corto y largo plazo para Italia, con una encuesta de hogares en panel de 1987 a 2008. Con la aplicación de modelos con funciones de distribución acumulada, encuentran que, los choques de ingreso laboral tienen modesta persistencia sobre el consumo, y pueden resolver sus problemas de financiamiento con créditos simples y con ahorros no contingentes. Para Ludwig (2015), la reacción del consumo de los hogares a choques transitorios y permanentes del ingreso disponible, depende del tipo del perfil de ingreso de los hogares. Con datos panel para el periodo 1998-2012 de Michigan, ellos encuentran que la respuesta a los choques de ingreso transitorio y permanente son muy diferentes entre hogares pobres y ricos, y concluyen que los hogares pobres en general reaccionan de manera similar a los dos tipos de choques de ingreso. Mientras que Commault (2017), analiza cómo afectan los choques transitorios de ingreso al consumo de los hogares, con una estrategia metodológica para reconciliar los resultados de métodos de experimentos naturales y estimaciones estructurales. Los métodos experimentales mostraron que el consumo responde a variaciones transitorias en el ingreso, tales como reembolso de impuestos o ganancia de lotería; y los métodos estructurales utilizan restricciones teóricas para identificar, que la elasticidad a choques transitorios del consumo aplicado a una muestra de datos es pequeña y no significativa.

Para el caso de la economía mexicana, existe un grupo de investigaciones que han estudiado los determinantes del consumo privado sin ninguna discusión sobre la *sensibilidad excesiva* al ingreso o efectos asimétricos (Galindo, 1993;

Castro, et al., 1997; Ruiz-Galindo y Venegas-Martínez, 2007). Otras investigaciones destacan por el análisis de la durabilidad de los bienes del consumo, como el estudio de Campos y Meléndez (2013) que se enfoca en un análisis del consumo, de acuerdo con la hipótesis del ciclo de vida con funciones semiparamétricas aplicadas a bienes duraderos y no duraderos, y concluye que el consumo se comporta como U invertida que no es explicada por los cambios en la composición del hogar ni por la oferta laboral, y los resultados también sugieren que las restricciones de crédito son importantes para los hogares. En el estudio de Carbajal De Nova y Goicoechea (2014), se estiman elasticidades ingreso y del tipo de cambio real en bienes por durabilidad, nacionales e importados, y demuestra que elasticidades ingreso mayores a la unidad, dependen de la durabilidad de los bienes del consumo.

2. Metodología para analizar la sensibilidad y asimetrías ante los choques de ingreso

2.1. La sensibilidad de largo plazo del consumo a cambios del ingreso corriente

Con la metodológica que proponemos se identifican las dinámicas de corto plazo y el equilibrio de largo plazo de la sensibilidad del consumo a cambios del ingreso corriente. La hipótesis del ingreso absoluto se utiliza para definir que el consumo se determina por el ingreso corriente y los argumentos poskeynesianos, para incluir en la discusión la importancia del crédito al consumo vinculado, a la hipótesis de las restricciones de liquidez y liberación financiera y el tipo de cambio real, para el efecto de los precios relativos entre bienes nacionales e importados. Para identificar relaciones de largo plazo, suponemos que el consumo, el ingreso corriente, los créditos del consumo y los precios relativos cumplen con las condiciones de cointegración definidas por un vector que se escribe como la ecuación 1; y que una versión restringida con solo el ingreso corriente como variable explicativa también cumple con estar cointegrado. La función del consumo se especifica en doble logaritmo, por lo que se obtienen directamente las elasticidades ingreso corriente, crédito del consumo y tipo de cambio real; esto implica que la relación entre consumo e ingreso es no-lineal. Las elasticidades ingreso de las dos especificaciones se identifican como α_1^{**} , para la elasticidad ingreso en la función general y con α_1^* , la elasticidad ingreso en la versión restringida con el ingreso corriente como única variable explicativa.

$$cp_t = \alpha_0 + \alpha_1^{**} y_t + \alpha_2 cre_t - \alpha_3 tcr_t + u_t \quad (1)$$

En términos generales, si se cumple que $u_t \sim I(0)$, entonces el consumo y sus determinantes están cointegrados y, por tanto, los parámetros alfa definen las elasticidades en el equilibrio de largo plazo. La hipótesis de ingreso absoluto

se comprueba con la versión restringida, donde la elasticidad ingreso corriente define el equilibrio de largo plazo del consumo, cuando se cumple que sea significativa y mayor que cero ($\alpha_1^* \neq 0; \alpha_1^* > 0$); entonces, no son relevantes el crédito del consumo y el tipo de cambio real en la explicación del consumo en el largo plazo ($\alpha_2 = \alpha_3 = 0$). Mientras que la hipótesis de ingreso absoluto, en el marco poskeynesiano, implica que el ingreso corriente es importante ($\alpha_1^{**} \neq 0; \alpha_1^{**} > 0$) junto con los créditos del consumo y el tipo de cambio real en la determinación del consumo ($\alpha_2 \neq 0; \alpha_3 \neq 0$).

Como referencia y para fines comparativos es importante mostrar que, en los estudios empíricos sobre la determinación del consumo por la teoría del ingreso permanente (Friedman, 1957), se propone una descomposición del ingreso corriente en dos partes no observadas, $y_t = y_{per,t}(\tau_t) + y_{tra,t}(c_t)$, donde $y_{per,t}$ es el ingreso permanente y $y_{tra,t}$, el ingreso transitorio. Porque si en la ecuación 1 se sustituye el ingreso corriente por el permanente, se obtienen las respectivas elasticidades ingreso en el largo plazo. Una de las estrategias que siguen estos estudios, para identificar los dos componentes del ingreso, es suponer que el ingreso permanente sigue un camino aleatorio con pendiente $\tau_t = \mu + \tau_{t-1} + v_t$ y el ingreso transitorio, un proceso autorregresivo $c_t = \phi c_{t-1} + \varepsilon_t$, donde v_t representa un choque aleatorio permanente y ε_t un choque aleatorio transitorio (Urquiza, 2010; Krueger y Perri, 2011; Commault, 2017).

En contraposición al enfoque de la teoría del ingreso permanente, la existencia de relaciones de cointegración con fundamentos poskeynesianos que se especifican en la ecuación 1 y su versión restringida, implica que el consumo y el ingreso corriente, los créditos y el tipo de cambio real, se descompongan en comportamientos de largo y de corto plazo. La parte de largo plazo se define como una tendencia estocástica que tiene que ser común entre las variables del vector de cointegración, para que exista una combinación lineal estacionaria y una relación económica de largo plazo (Kirchgässner y Wolters, 2007). Lo interesante de esta lectura es que con un enfoque poskeynesiano, las elasticidades ingreso corriente de cointegración determinan el equilibrio de largo plazo y miden la sensibilidad del consumo a los cambios del ingreso corriente, de acuerdo con su tendencia estocástica común o comportamiento de largo plazo (τ_t).

De acuerdo con el planteamiento anterior, establecemos las siguientes predicciones sobre las elasticidades de largo plazo: 1). La elasticidad ingreso corriente de largo plazo del consumo pueden ser menor, igual o mayor a la unidad, dependiendo de si la propensión marginal de largo plazo mantiene la misma relación (menor, igual o mayor) con la propensión media de largo plazo; 2). La sensibilidad del consumo a cambios del ingreso corriente de largo plazo, ($\alpha_1^* > 1; \alpha_1^{**} > 1$), se acompaña por una propensión marginal mayor a la

propensión media de largo plazo; 3). Definimos como la *sobre-sensibilidad* del consumo ante cambios del ingreso, en contra del concepto de *sensibilidad excesiva* ante cambios en el ingreso, si la elasticidad ingreso corriente es mayor a uno y las propensiones son iguales o mayores a 0.8 en el largo plazo; 4). Una de las razones de porque la elasticidad ingreso corriente de largo plazo es sobre-sensible, es cuando se incluye el ingreso y no se consideran otros factores explicativos. Por lo que al comparar las elasticidades ingreso de la ecuación 1 y su versión restringida, esperamos que se cumpla la regularidad en el largo plazo ($\alpha_1^* > \alpha_1^{**}$). Esta regularidad se muestra en la figura 1, donde la línea de relación de largo plazo del consumo, definida por la ecuación restringida, ahora se traslada hacia abajo por una elasticidad ingreso menor por la influencia del crédito del consumo, y el tipo de cambio real, y con el supuesto de la misma ordenada al origen (α_0); 5). Para que las predicciones poskeynesianas del consumo se cumplan, se tiene que confirmar que la elasticidad ingreso corriente sea mayor a las elasticidades de crédito del consumo y tipo de cambio real en el largo plazo $|\alpha_1^{**}| > |\alpha_2|$; $|\alpha_3|$.

Una vez indicado el equilibrio de largo plazo del consumo y el ingreso corriente, lo que se encuentre fuera de equilibrio se identifica como una relación de corto plazo y con componentes cíclicos. La línea gruesa en la figura 1 contiene las combinaciones de niveles del consumo e ingreso de equilibrio, con las elasticidades de largo plazo de la ecuación 1. En tal marco analítico, todos los puntos por arriba y por debajo de la línea gruesa representan niveles de consumo, dado el ingreso corriente que se encuentran fuera del equilibrio de largo plazo y que definimos como relaciones económicas de corto plazo. Los niveles del consumo en desequilibrio pueden deberse a diferentes situaciones, las que donde se muestran en dos tipos de modificaciones o cambios del ingreso corriente: temporal y continuo, que analíticamente sustituyen a los conceptos de transitorio y permanente.

Para analizar la dinámica de los desequilibrios del consumo de corto plazo se utilizan dos puntos de equilibrios de referencias, identificados como E_1 y E_2 ; y, cuatro puntos de desequilibrios con dos situaciones del consumo por arriba del equilibrio (A_1 y A_2) y otros dos por debajo del equilibrio de largo plazo (B_1 y B_2). El primer caso representado por el punto A_1 indica que con el mismo nivel de ingreso corriente se puede obtener un nivel del consumo de equilibrio E_1 , pero también indica la posibilidad de un nivel del consumo por arriba de equilibrio, que puede ser financiado con un crédito y el patrón del consumo después regresa al nivel de ingreso corriente. En el siguiente escenario, se supone que el ingreso corriente puede aumentar de forma temporal o continua de E_1 a E_2 ; esto es, el ingreso corriente puede aumentar por un cambio en el ingreso salarial por un bono de un mes y regresa al nivel de ingreso salarial anterior, o por un bono que se mantiene de manera continua para todos los meses. En el primer caso, el incremento temporal del ingreso corriente

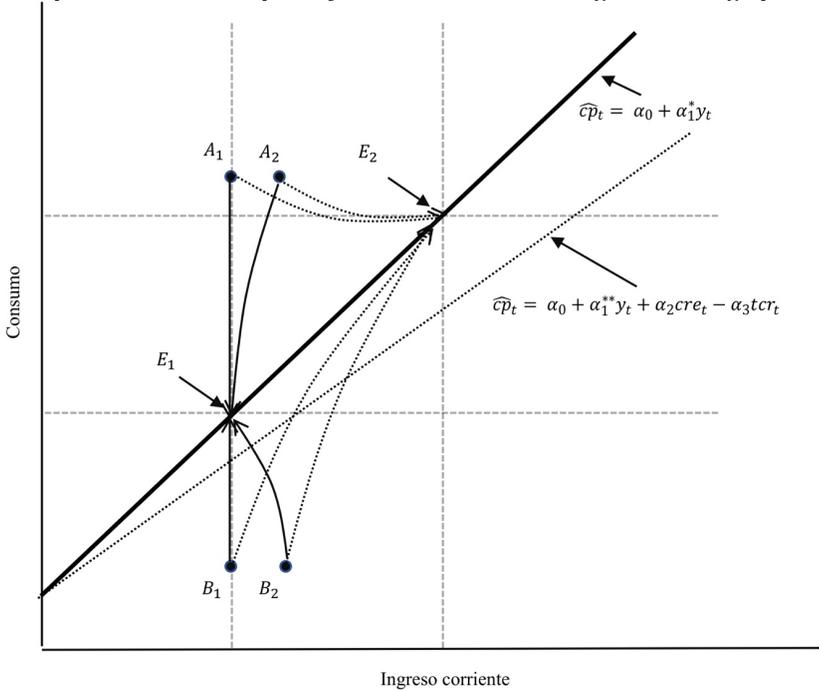
provoca que el consumo correspondiente aumente hasta el punto A_2 y tienda a reducirse hasta encontrar nuevamente el nivel del consumo de largo plazo en E_1 ; mientras con el nuevo nivel de ingreso laboral, el consumo en E_1 puede aumentar hasta E_2 sobre la línea de equilibrio de largo plazo.

En el mismo esquema, donde el incremento del ingreso corriente es temporal, pero se transforma en un ingreso con dinámica continua, entonces se observa una sobre-reacción del consumo identificado en A_2 y posterior una tendencia hacia el nuevo equilibrio del consumo de largo plazo identificado por E_2 . Los puntos (B_1 y B_2) nos permiten analizar los efectos de una reducción del ingreso sobre el consumo en el corto y largo plazo. En el caso de una reducción temporal del ingreso corriente E_2 a E_1 , el nivel del consumo se puede contraer hasta el punto de equilibrio E_1 , o puede disminuir hasta el punto B_1 de sobre-reacción del consumo, en el corto plazo, y recorrer distancias diferentes camino al nivel del consumo de equilibrio inicial en E_2 . Pero si la reducción del ingreso corriente tiene un comportamiento continuo, el punto B_1 de sobre-reacción del consumo tiene una ruta de regreso al equilibrio mayor que la que sigue el consumo en E_2 hacia el nuevo equilibrio de largo plazo en E_1 . El consumo de corto plazo en el punto B_2 indica una disminución temporal del ingreso, que reduce el nivel de consumo por debajo del equilibrio y regreso al equilibrio inicial en E_2 . Pero si la reducción temporal se convierte en un proceso continuo, entonces el consumo se dirige al nuevo equilibrio E_1 , y la distancia es mayor que si sigue la ruta directa del punto de equilibrio E_2 hacia E_1 .

2.2. La sensibilidad de corto plazo del consumo ante cambios del ingreso corriente

El análisis de las trayectorias del consumo de corto plazo hacia el consumo de equilibrio de largo es relevante para entender la vinculación entre las sensibilidades ingreso del consumo de corto plazo y largo plazo, y sobre todo para formalizar las relaciones económicas de corto y largo plazo, representadas por las elasticidades ingreso corriente. Como se estableció, las elasticidades ingreso de equilibrio de largo plazo ($\alpha_1^{**}, \alpha_1^*$) se obtienen de la relación de cointegración general y restringida de la ecuación 1, y se identifican por las líneas continuas y punteadas en negro de la figura 1. Una estrategia general para analizar las elasticidades de corto plazo es suponer que las distancias de todos los niveles del consumo en desequilibrio tipo A y B son equivalentes o simétricos, lo cual implica que es suficiente suponer que existe una elasticidad ingreso de corto plazo, con tendencia hacia la elasticidad de equilibrio de largo plazo, cuando se cumplen las condiciones de convergencia.

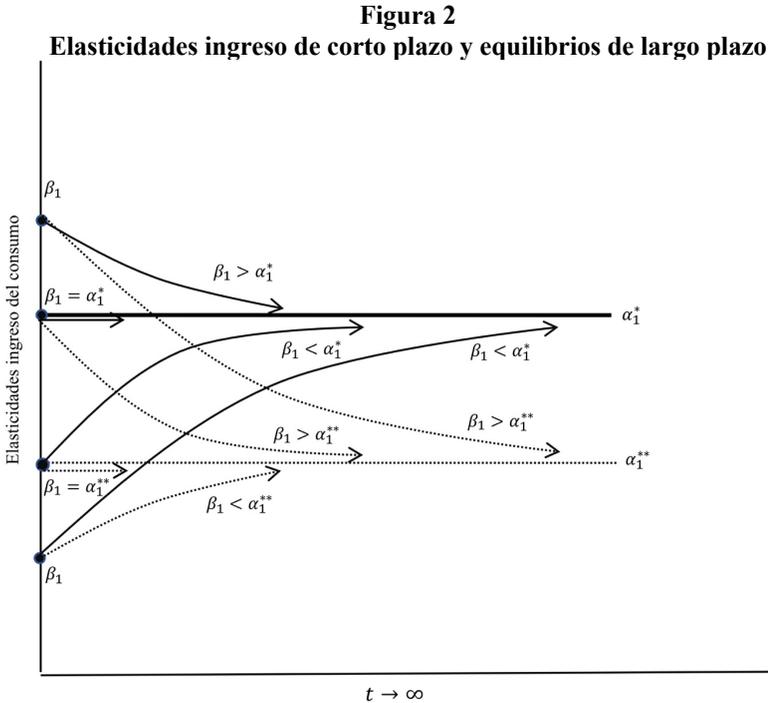
Figura 1
Desequilibrios de corto plazo y relación consumo e ingreso de largo plazo



Fuente: Elaboración propia

En la ecuación 2, se presentan la especificación del modelo de corrección de error (mce), con la primera diferencia (Δ) del consumo y sus determinantes, lo cual supone que en todos los casos son $I(0)$; con parámetros como elasticidades ingreso corriente de corto plazo (β_1^{**}, β_1^*), que están condicionadas a las elasticidades de largo plazo ($\alpha_1^{**}, \alpha_1^*$), definidas por la ecuación de cointegración 1 y su versión restringida. Por el teorema de representación de Engle-Granger, las elasticidades ingreso corriente de corto plazo tienden a las de largo plazo, siempre y cuando el parámetro γ sea significativo, negativo y en términos absolutos entre cero y uno. Dado que las variables en primera diferencia se definen en t , se garantiza que la elasticidad de corto plazo tiene tendencia asintótica hacia la de largo plazo.

$$\Delta cp_t = \beta_0 + \beta_1^{**} \Delta y_t + \beta_2 \Delta cre_t - \beta_3 \Delta tcr_t - \gamma (cp_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1^{**} y_{t-1} - \alpha_2 cre_{t-1} + \alpha_3 tcr_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (2)$$



Fuente: Elaboración propia

Las elasticidades ingreso de corto plazo cumplen las mismas condiciones que las de largo plazo, en términos de *sobre-sensibilidad* ($\beta_1^* > 1$; $\beta_1^{**} > 1$); pero, en el comportamiento dinámico, es importante suponer escenarios con elasticidad ingreso de corto plazo igual, mayor o menor a la de largo plazo. En la figura 2, se definen las dos elasticidades de largo plazo de la ecuación 1 y su versión restringida, donde se mantiene el supuesto $\alpha_1^* > \alpha_1^{**}$, por el efecto de incluir las variables del crédito del consumo y el tipo de cambio real. En el escenario donde la elasticidad de corto plazo es igual a la de largo plazo ($\beta_1 = \alpha_1^*$; $\beta_1 = \alpha_1^{**}$) no existe una dinámica, debido a que se observan las condiciones de equilibrio donde los consumidores absorben el efecto total de un cambio en el ingreso corriente. Pero si con el cambio del ingreso se modifica la elasticidad ingreso de largo plazo, en cualquier dirección ($\alpha_1^* \leftrightarrow \alpha_1^{**}$), entonces la elasticidad de corto plazo tiende al nuevo equilibrio de largo plazo y es simétrico en términos de distancia y tiempo (fig. 2). Cuando la elasticidad de corto plazo es mayor (menor) a las dos elasticidades de largo plazo ($\beta_1 > \alpha_1^* > \alpha_1^{**}$; $\beta_1 < \alpha_1^* < \alpha_1^{**}$), lo que se observa es un recorrido con menor distancia y tiempo al equilibrio más cercano, y lo contrario sucede al equilibrio más lejano; y, como se observa en la figura 2, son comportamientos

simétricos. En todos los casos, lo que restringe la velocidad de convergencia es el parámetro de ajuste al equilibrio γ .

2.3. Sensibilidades asimétricas de corto plazo a cambios del ingreso corriente

La elasticidad ingreso de corto plazo depende del parámetro de ajuste al equilibrio y de la elasticidad de largo plazo que se obtienen de estimar el modelo de corrección de error, con rezagos de las primeras diferencias del consumo y las variables exógenas. Pero, cuando se consideran más de un parámetro de ajuste al equilibrio ($\gamma_L, \gamma_M, \gamma_H$), en los modelos de corrección de error, entonces se detectan desequilibrios asimétricos y diferentes elasticidades ingreso de corto plazo, las cuales representan las posiciones por arriba o por debajo con respecto al equilibrio; como son los puntos A y B, respectivamente, en la figura 1. Es importante mencionar que la ventaja de especificar la ecuación 3 con rezagos para todas las variables de $t-1$ hasta $t-p$, es la consistencia con la metodología de cointegración de Johansen (1992), donde se identifica a la ecuación 3 como la primera del sistema de ecuaciones del Vector de Corrección de Error (VEC por sus siglas en inglés). En un enfoque analítico, donde el ingreso corriente inicie en $t-1$ (Δy_{t-1}), en lugar de t como en la ecuación 2, tiene como consecuencia que la elasticidad de corto plazo se entienda como el efecto con un rezago de un cambio del ingreso corriente sobre el consumo, y que su medición no sea el parámetro β_1^{**} , sino ahora involucra el parámetro de ajuste al equilibrio y la elasticidad ingreso de largo plazo ($\gamma\alpha_1^{**} + \beta_1^{**}$). Para que exista *sobre-sensibilidad* del consumo (>1) a modificaciones del ingreso corriente en el corto plazo, deben suceder las siguientes combinaciones en los parámetros que definen la elasticidad de corto plazo; 1) los tres parámetros estimados tengan valores numéricos iguales o mayor de 0.7; 2) si los parámetros de ajuste al equilibrio y la elasticidad ingreso de largo plazo crecen por arriba de 0.7, entonces el parámetro β_1^{**} puede estar en el rango 0.2-0.5; y, 3) con valores mayores a 0.8 en el parámetro β_1^{**} , los parámetros de ajuste al equilibrio y la elasticidad ingreso de largo plazo, en conjunto, pueden ser menores a 0.5.

El análisis anterior sobre la elasticidad ingreso de corto plazo supone que existe una elasticidad ingreso de largo plazo, -se tiene la posibilidad de una elasticidad ingreso de largo plazo sin crédito al consumidor y tipo de cambio real α_1^* - un β_1 y en especial el parámetro de ajuste de equilibrio γ que determina si la dinámica es homogénea o simétrica al equilibrio. De acuerdo con la metodología de regímenes múltiples de cointegración (threshold cointegration), con modelos con vectores de corrección de error (threshold-VECM) propuestos por Hansen y Seo (2002) y Seo (2011), establecemos dos especificaciones de la función del consumo, para identificar elasticidades ingreso de corto plazo, con dinámica asimétrica hacia el equilibrio de largo

plazo. En la primer especificación de la función del consumo, se considera la posibilidad de dos regímenes; el primero es para identificar los desequilibrios en los puntos A de la figura 1, que podrían estar relacionadas en términos del ciclo ascendente con consumo e ingreso en auge económico; y, el régimen segundo para los desequilibrios tipo punto B de la figura 1, para momentos de desaceleración y/o crisis económica. En la ecuación 3, se definen los regímenes con dos parámetros de ajuste al equilibrio; con el parámetro de ajuste γ_L se identifica la situación de desequilibrios, por debajo (L) y γ_H para los desequilibrios por arriba (H) de la relación de largo plazo. En esta especificación, se supone que la relación de cointegración es la misma, los parámetros de las variables endógenas y exógenas rezagadas se estiman con mismo VEC, por lo que estos son iguales para los dos regímenes. En el caso de parámetros de ajuste a los equilibrios diferentes ($\gamma_L \neq \gamma_H$), la velocidad es más lenta al equilibrio en el régimen con el parámetro de ajuste mayor, por lo que la consecuencia será una elasticidad ingreso de corto plazo mayor. Este resultado implica suponer que el consumo se ajusta más lento al equilibrio de largo plazo ($\gamma_L > \gamma_H$), para que la elasticidad ingreso de corto plazo sea mayor en un régimen de crisis económica ($\gamma_L \alpha_1^{**} + \beta_1^{**}$) $>$ ($\gamma_H \alpha_1^{**} + \beta_1^{**}$).

$$\Delta cp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta cp_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i}^{**} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2,i} \Delta cre_{t-i} - \sum_{i=1}^p \beta_{3,i} \Delta tcr_{t-i} - \begin{cases} \gamma_L VC_{L,t-1} \\ \gamma_H VC_{H,t-1} \end{cases} + \varepsilon_t, \quad (3)$$

donde el vector de cointegración definido por la ecuación 1 se escribe como

$$VC_{t-1} = (cp_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1^{**} y_{t-1} - \alpha_2 cre_{t-1} + \alpha_3 tcr_{t-1}). \quad (3.1)$$

Para analizar el caso de desequilibrios muy cercanos (por arriba y debajo) de la relación de largo plazo, se añade un nuevo régimen γ_M a los dos tipos anteriores. La metodología que definimos, de acuerdo con Hansen y Seo (2002) y Seo (2011), es la de mantener el supuesto de la relación de cointegración y estimar los parámetros de las variables endógenas y exógenas rezagadas con diferentes modelos VEC (*VECM*). Como se muestra en la ecuación 4, la especificación supone la misma elasticidad ingreso de largo plazo y dos fuentes de variación entre regímenes, los parámetros de la correlación del consumo y el ingreso con rezago y los de ajuste al equilibrio - ($\beta_{L,1}^{**}, \beta_{M,1}^{**}, \beta_{H,1}^{**}$) y ($\gamma_L, \gamma_M, \gamma_H$)-, para estimar las elasticidades de corto plazo. En un escenario de crisis económica donde los consumidores se ajustan lentamente al equilibrio de largo plazo y reaccionan fuertemente a cambios ingreso de corto plazo, entonces se espera una elasticidad ingreso de corto plazo mayor con la siguiente combinación de condiciones: 1) si los agentes ajustan más lento el consumo en el régimen bajo, se espera que se cumpla que $\gamma_L > \gamma_M > \gamma_H$; 2) que la correlación entre el consumo y el ingreso rezagado sea mayor en el régimen bajo, lo cual implica que $\beta_{L,1}^{**} > \beta_{M,1}^{**} > \beta_{H,1}^{**}$; y, 3) la

elasticidad ingreso de corto plazo, por tanto, será mayor en el régimen bajo $(\gamma_L \alpha_1^{**} + \beta_{L,1}^{**}) > (\gamma_M \alpha_1^{**} + \beta_{M,1}^{**}) > (\gamma_H \alpha_1^{**} + \beta_{H,1}^{**})$. Aunque el escenario anterior es el más claro, se pueden definir comportamientos distintos con otras combinaciones de parámetros y como resultado se encuentre una elasticidad ingreso de corto plazo mayor en el régimen bajo. Un caso, es suponer que los consumidores ajustan más rápido al equilibrio de largo, lo cual implica que las correlaciones entre el consumo y el ingreso rezagado serán suficientemente más altas, para que la elasticidad ingreso de corto plazo siga siendo mayor en el régimen bajo.

$$\begin{cases} \Delta cp_{L,t} \\ \Delta cp_{M,t} \\ \Delta cp_{H,t} \end{cases} = \begin{cases} \beta_{L,0} \\ \beta_{M,0} \\ \beta_{H,0} \end{cases} + \begin{cases} \sum_{i=1}^p \phi_{L,i} \Delta cp_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \phi_{M,i} \Delta cp_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \phi_{H,i} \Delta cp_{t-i} \end{cases} + \begin{cases} \sum_{i=1}^p \beta_{L,1,i}^{**} \Delta y_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{M,1,i}^{**} \Delta y_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{H,1,i}^{**} \Delta y_{t-i} \end{cases} \\ \begin{cases} \sum_{i=1}^p \beta_{L,2,i} \Delta cre_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{M,2,i} \Delta cre_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{H,2,i} \Delta cre_{t-i} \end{cases} - \begin{cases} \sum_{i=1}^p \beta_{L,3,i} \Delta tcr_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{M,3,i} \Delta tcr_{t-i} \\ \sum_{i=1}^p \beta_{H,3,i} \Delta tcr_{t-i} \end{cases} - \begin{cases} \gamma_L VC_{L,t-1} \\ \gamma_M VC_{M,t-1} \\ \gamma_H VC_{H,t-1} \end{cases} + \begin{cases} \varepsilon_{L,t} \\ \varepsilon_{M,t} \\ \varepsilon_{H,t} \end{cases} \quad (4)$$

2.4. Estadísticos de pruebas para cointegración threshold-VECM (TVECM)

De acuerdo con la estimación de un modelo vector de corrección de error bivariado con regímenes (*TVECM*), se han diseñado estadísticos para contrastar dos pruebas de cointegración (cointegración-threshold): 1) cointegración lineal versus cointegración-threshold; y, 2) no cointegración versus cointegración-threshold, las cuales se usarán para concluir si existe la evidencia de dos parámetros de ajuste al equilibrio, relativamente distintos, (γ_L, γ_H) y comportamientos asimétricos de las elasticidades de corto plazo hacia el largo plazo. Para el primer caso, Hansen y Seo (2002) propusieron utilizar una prueba sup-LM para comparar un *VECM* lineal versus threshold-*VECM* con dos regímenes, donde Stigler (2013) indica que el vector de cointegración es desconocido; pero, es suficiente utilizar un *TVECM* bivalente para obtener el valor máximo adecuado del sup-LM. Aunque la prueba involucra modelos de corrección de error para el consumo y el ingreso corriente, utilizamos el estadístico sup-LM para probar la hipótesis nula $\gamma_L = \gamma_H$ entonces, se acepta una relación de cointegración lineal con ajuste al equilibrio simétrico, en contraste con la alternativa de la relación de cointegración con ajuste al equilibrio de largo plazo asimétrico $(\gamma_L \neq \gamma_H)$. El planteamiento de la hipótesis nula y alternativa en Seo (2006) es importante analizarlo en el contexto de análisis de cointegración, debido a que el resultado de probar la hipótesis de no cointegración versus cointegración-threshold, podría llevar a la inferencia general de no encontrar cointegración. El estadístico sup-Wald se propone para probar la hipótesis nula $\gamma_L = \gamma_H = 0$ con respecto a la alternativa $\gamma_L = \gamma_H \neq 0$, considerando el vector de cointegración.

2.5. Datos y análisis exploratorio del consumo privado e ingreso

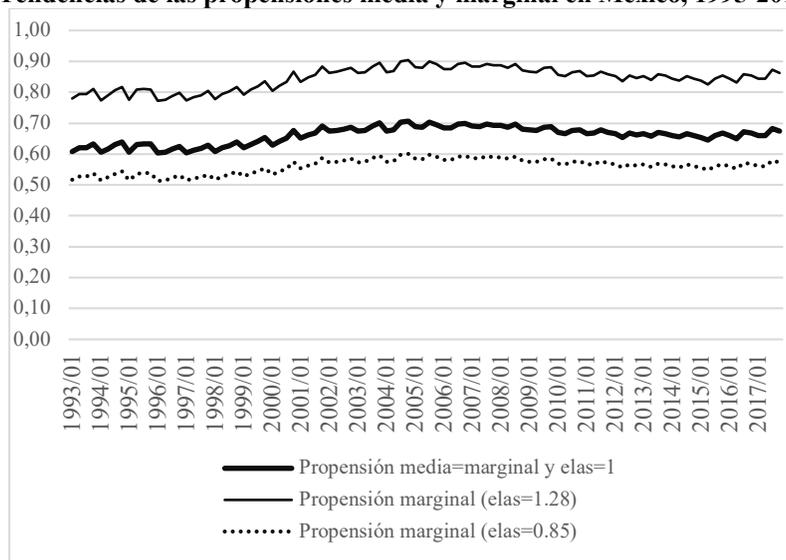
Los datos para las variables del consumo, el ingreso corriente, los créditos del consumo y el tipo de cambio real provienen del INEGI y Banxico. El consumo se mide con los índices del volumen físico mensual del consumo privado, bienes duraderos, semi-duraderos, no-duraderos y servicios de origen nacional, y bienes duraderos, semi-duraderos y no duraderos de origen importados con año base 2013=100, para el periodo enero de 1995 a septiembre de 2017. Como un buen indicador del pib (Elizondo, 2019) y del ingreso corriente, se utiliza el indicador global de actividades económicas (*igae*) con año base 2013=100¹; el crédito del consumo (*cre*) es la suma de los créditos de la banca comercial otorgados con tarjetas de crédito, para bienes del consumo duradero y otros, que originalmente se obtuvieron en saldos a millones de pesos, se transformaron a precios de 2013 con el *inpc* y en índices base 2013=100. Por último, el índice de tipo de cambio real se mide con el tipo de cambio nominal pesos por dólar, ponderado con una canasta de índices de precios al consumidor con respecto a 111 países (Banxico).

Para analizar las tendencias de las propensiones media y marginal en el periodo de análisis, se calculó primero la propensión media como el consumo privado entre el PIB a precios constantes de 2013; en segundo lugar, se suponen tres tipos de elasticidades ingreso para analizar el caso de sensibilidad baja (0.85), unitaria (1.0) y de *sobre-sensibilidad* (1.28) del consumo privado a modificaciones del ingreso corriente; y, por último, se estiman las propensiones marginales correspondientes. El escenario básico es cuando la elasticidad ingreso es la unidad y, por tanto, la propensión marginal es igual a la propensión media. El crecimiento acelerado de la propensión media -a partir de 1995- muestra claramente el cumplimiento sobre la predicción de mayor consumismo por la apertura comercial (Arrau & Oks, 1992); se alcanza el máximo en el periodo previo a la crisis de 2009 y, posterior a ella, se observa una tendencia decreciente. En este escenario, no se observa una situación de sensibilidad del consumo privado a cambios del ingreso, combinada con propensiones media y marginal relativamente altas, como las que se muestran en la figura 3, que se mantienen en el rango de 0.6 a 0.7. Es claro que en el escenario alternativo, donde se supone una elasticidad ingreso menor a la unidad (0.85), el riesgo de una propensión marginal relativamente alta se descarta. Sin embargo, el tercer escenario con una elasticidad ingreso mayor a la unidad (1.28), muestra claramente cómo la propensión marginal a consumir, se encuentra en una zona de “riesgo” entre 0.8 y 0.9, lo cual indicaría *sobre-sensibilidad* de los consumidores a choques de ingreso de corto plazo, en el periodo de apertura comercial.

¹ En la mayoría de los estudios, sobre el consumo en México, existe el consenso de utilizar al Producto Interno Bruto (PIB) como un buen indicador de ingreso. Sin embargo, Elizondo (2012 y 2019) demuestra que el IGAE es la mejor manera para predecir el PIB mensual.

Con el análisis exploratorio de regresiones con doble logaritmo y diagramas de dispersión (fig. 4), resalta la posibilidad de un escenario de *sobre-sensibilidad* de la función consumo privado, por la presencia de una elasticidad ingreso mayor a la unidad (1.15) que implica una propensión marginal a consumir, mayor a la propensión media y una nueva frontera máxima de 0.8 en el periodo 2002-2008, con un patrón de riesgo del consumo con alta sensibilidad a choques de ingreso (Campbell & Mankiw, 1989), previo a la crisis de 2009 en la economía mexicana. Este resultado contrasta con la elasticidad ingreso unitaria encontrada por otros estudios (Galindo, 1993; Castro, et al., 1997; Ruiz-Galindo y Venegas-Martínez, 2007), con datos para periodos distintos, previos a las crisis de 1995 y de ajuste económico de 2001 y donde, en muchos casos, el consumo privado depende solo del ingreso corriente.

Figura 3
Tendencias de las pensiones media y marginal en México, 1995-2017



Fuente: Elaborado con base a datos del INEGI

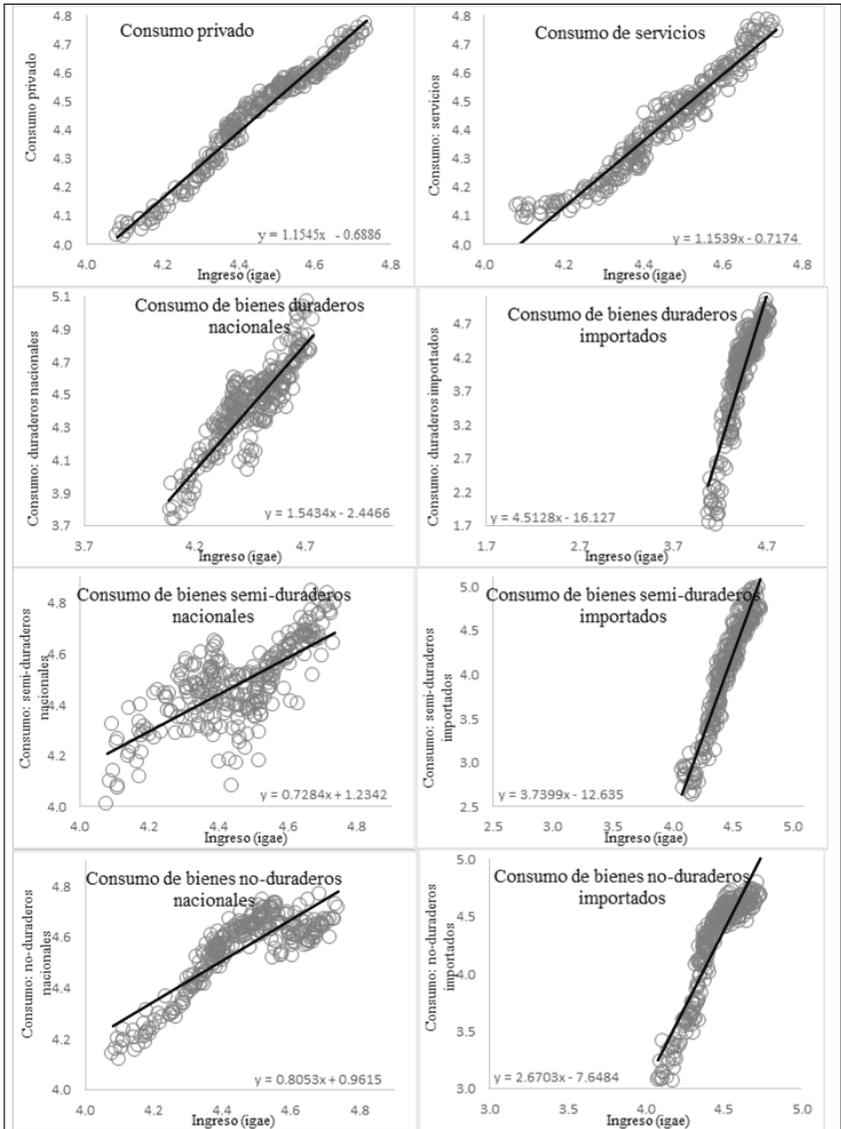
En el caso del consumo de bienes desagregado por durabilidad y de procedencia interno o importado, algunas de las predicciones indican que las regularidades esperadas son bienes del consumo de mayor durabilidad con tendencia a mayor sensibilidad a los choques de ingreso y a que los bienes del consumo de producción interna mantengan una elasticidad ingreso menor, en comparación con los importados; sobre todo, en el marco de apertura comercial (Mallick y Mohsin, 2016; Carbajal De Nova y Goicoechea, 2014). El diagrama

y la regresión estimada muestran que la elasticidad ingreso del consumo de servicios, es muy parecida a la del consumo privado (figura 4). Pero cuando se analizan los bienes del consumo por su durabilidad, los resultados muestran elasticidades ingreso más altas en los bienes durables producidos internamente o importados. En particular, los bienes semi-duraderos nacionales tienden a no cumplir con tal predicción, dado que su elasticidad ingreso es menor a los bienes no-duraderos; resalta la mayor dispersión alrededor de la línea de regresión que se muestra en el diagrama de dispersión correspondiente, en la figura 4. La segunda predicción también se cumple al comparar que las elasticidades ingreso de los bienes del consumo de producción interna están en el rango de 0.7 a 1.5 por durabilidad, mientras que las elasticidades ingreso de los bienes importados se estimaron entre 2.7 y 4.5, también ordenadas por su durabilidad. Es importante mencionar que esperamos confirmar estas predicciones con los resultados de la aplicación de la metodología, y ponderarlas cuando se incluyan los factores explicativos de los créditos del consumo y el tipo de cambio real. En el primer caso, debido a que la liberación financiera provocó el aumento del crédito del consumo a partir de la década del 2000 en México (Miller, 2013; de la Cruz y Alcántara, 2011) y, como consecuencia, se aceleró la compra de bienes no-duraderos y duraderos, nacional e importados. Mientras que la apertura comercial influyó para que la demanda de bienes importados y de producción interna, que dependen de insumos y bienes de capital importados, se volvieran más sensibles al tipo de cambio (Mendoza-González, 2020; Castro, et al., 1997).

3. Resultados

En esta parte, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología econométrica en tres fases: en la primera, se aplica el análisis de integración para identificar el orden de integración de todas las variables exógenas del consumo privado y de las variables explicativas; en la segunda fase, se utiliza la metodología de (Johansen & Juselius, 1990) para probar que los distintos bienes del consumo y las variables exógenas representan relaciones de largo plazo con solo un vector de cointegración, y se estiman funciones del consumo de largo plazo sin sesgo de endogeneidad (Spanos, 2003) de las variables ingreso corriente, crédito del consumo y tipo de cambio real con el método de estimación *FMOLS* (Phillips & Hansen, 1990; Saikkonen, 1991); y, finalmente se analiza la dinámica de las elasticidades de corto plazo con regímenes múltiples con base en las pruebas bivariadas de Seo (2006), para la hipótesis nula de no cointegración y alternativa de cointegración-threshold, y la Hansen-Seo (2002) para la hipótesis nula cointegración lineal con respecto a cointegración-threshold, y se estiman modelos con múltiples regímenes tipo *TVECM* (Seo, 2011; Stigler, 2013).

Figura 4
Diagramas de dispersión del consumo privado agregado, servicios y bienes por durabilidad con respecto al ingreso, 1995-2017



Fuente: Elaboración propia con base a datos del INEGI

3.1. Análisis de integración

Para el análisis de integración se aplicaron las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentada -ADF- (Dickey y Fuller, 1979; Dickey y Fuller, 1981), Philips-Perron -PP- (Phillips y Perron, 1988), Elliott, Rothenberg y Stock -ERS- (Elliott, et al., 1996) y para estacionariedad de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin -KPSS- (Kwiatkowski, et al., 1992) a las variables en logaritmo para el consumo privado y su desagregación, y las variables ingreso corriente, crédito al consumidor y el tipo de cambio real. Los tres primeros estadísticos se utilizan para analizar la hipótesis nula de raíz unitaria y con el estadístico KPSS la hipótesis nula de estacionariedad. Los resultados de la aplicación de las pruebas que se presentan en el cuadro 1, muestran que el consumo privado, el consumo de servicios, los bienes duraderos, semi-duraderos y no-duraderos nacionales e importados, son estacionarios con la primera diferencia del logaritmo de la variable, por lo que tienen un orden de integración igual a uno, $cp_t \sim I(1)$. Para las variables del ingreso corriente (*igae*) y el tipo de cambio real (*tcr*), también se encontró un orden de integración de uno - *igae* y *tcr* $\sim I(1)$, pero para el crédito del consumo se aplicó una segunda diferencia para que cumpliera con ser estacionaria; por tanto, su orden de integración fue de dos - *cre* $\sim I(2)$. En una investigación previa (Mendoza-González, 2020) se muestra que el orden de integración superior encontrado, se relaciona con el ciclo en el crecimiento de los créditos del consumo previo a la crisis económica de 2009 y, desde el enfoque econométrico, se recomienda incluir la variable de crédito junto con la variable ingreso para asegurar un vector de cointegración.

3.2. Análisis de cointegración de Johansen y Juselius con VECM

La metodología de Johansen y Juselius -JJ- (Johansen & Juselius, 1990) utiliza un *VECM* para estimar los parámetros de ajuste (γ) por cada variable endógena que supone una dinámica de las relaciones de corto plazo, condicionado de forma simétrica al equilibrio de largo plazo. Con tal esquema analítico, se aplicó el procedimiento de lo general a lo particular en la metodología *JJ*, para probar la sensibilidad de la relación de cointegración cuando se reduce el número de variables exógenas. En el nivel de análisis general, se aplicaron las pruebas de *JJ* para cada tipo del consumo y se incluyeron todas las variables exógenas: ingreso corriente (*ligae*), crédito del consumo (*lcre*) y el tipo de cambio real (*lter*); en el segundo nivel, se aplican las pruebas con la combinación de las variables exógenas, ingreso corriente y créditos y, por el otro lado, con el ingreso corriente y el tipo de cambio; por último, se aplican las pruebas a la relación entre el consumo y el ingreso corriente.

Cuadro 1
Análisis de integración para consumo por durabilidad y origen, ingreso, crédito al consumo y tipo de cambio real

Variables	ADF	V. crítico	PP	V. crítico	ERS	V. crítico	KPSS	V. crítico
<i>Consumo privado agregado</i>								
Total (cpt)	-2.57	-3.42	-5.95	-3.42	-1.38	-2.89	0.41	0.15
1er Dif. (cpt)	-4.24		-43.82		-3.49		0.06	
<i>Consumo de servicios (csn)</i>								
1er Dif. (csn)	-2.15		-7.95		-2.99		0.17	
	-3.80		-28.16		-3.15		0.05	
<i>Bienes duraderos</i>								
Nacionales (cp_dur_bn)	-2.74		-6.03		-2.98		0.23	
1er Dif. (cp_dur_bn)	-4.92		-32.98		-5.46		0.08	
Importados (cp_dur_bi)	-3.15		-3.76		-2.45		0.38	
1er Dif. (cp_dur_bi)	-4.99		-23.59		-6.03		0.04	
<i>Bienes semi-duraderos</i>								
Nacionales (cp_semidur_bn)	-1.85		-6.63		-2.48		0.23	
1er Dif. (cp_semidur_bn)	-3.70		-31.43		-9.23		0.08	
Importados (cp_semidur_bi)	-2.00		-5.89		-3.39		0.42	
1er Dif. (cp_semidur_bi)	-5.36		-27.96		-5.53		0.05	
<i>Bienes no-duraderos</i>								
Nacionales (cp_nodur_bn)	-2.85		-5.98		-0.84		0.51	
1er Dif. (cp_nodur_bn)	-5.65		-56.03		-4.35		0.04	
Importados (cp_nodur_bi)	-2.21		-3.73		-0.70		0.51	
1er Dif. (cp_nodur_bi)	-5.26		-46.94		-10.01		0.06	
<i>Variables explicativas</i>								
Índice Global de Actividades								
Económicas (igae)	-3.40		-7.57		-2.41		0.20	
1er Dif. (igae)	-4.20		-37.33		-2.09		0.04	
Crédito al consumo (cre)								
1er Dif. (cre)	-2.78		-3.10		-1.12		0.22	
1er Dif. (cre)	-2.18		-11.19		-1.72		0.35	
2do Dif. (cre)	-6.88		-48.04		-4.49		0.04	
Tipo de cambio real (tcr)								
1er Dif. (tcr)	-3.22		-2.65		-0.91		0.33	
1er Dif. (tcr)	-5.01		-14.13		-7.89		0.09	

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con la librería urca de R

Nota: Para las pruebas ADF, PP y KPSS se utilizaron 12 rezagos, cuatro rezagos para la prueba ERS y variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales.

Con los resultados que se presentan en el cuadro 2, de los estadísticos de las pruebas de hipótesis de cointegración ($r=0$) y de un solo vector ($r\leq 1$), con sus respectivos valores críticos para la traza y raíz máxima del método *JJ*, se asegura que el consumo privado y sus diferentes desagregaciones están cointegrados con el ingreso corriente, el crédito y el tipo de cambio. Pero no se confirma en todos los casos un solo vector, esto ocurre únicamente para los bienes duraderos y semi-duraderos de producción nacional e importados. En el siguiente escenario, donde se relacionan los consumos con el ingreso corriente y el crédito del consumo, se constató que la mayoría de los bienes de consumo están cointegrados, pero no así los bienes duraderos de producción nacional. También se encontró que los servicios y los bienes no duraderos importados que mantenían más de una relación de largo plazo, ahora cumplen con un solo vector. Es importante recordar que la variable del crédito del consumo es de

orden de integración 2 y al combinarse con la variable ingreso (*igae*) que es de $I(1)$, fue posible encontrar un vector de cointegración al considerar el problema de representación (Engle y Granger, 1987; Phillips y Hansen, 1990) y el análisis de cointegración para procesos estocásticos integrados de orden dos (Johansen, 1992; Stock y Watson, 1993). En el mismo escenario, con dos variables exógenas, pero ahora con la combinación de ingreso corriente y el tipo de cambio real, los resultados muestran que la mayoría de los bienes del consumo mantiene una relación de cointegración con un solo vector, pero en el caso de los bienes duraderos de producción nacional y los semi-duraderos importados no se encontró una relación de largo plazo. Como menciona (Mendoza-González, 2020) se ha encontrado que solo en la función del consumo privado se puede suponer como único determinante el ingreso corriente (Ruiz-Galindo y Venegas-Martínez, 2007), pero con nuestros resultados (cuadro 2) todo parece indicar que los servicios y el consumo privado cumplen con la hipótesis de cointegración con el ingreso corriente y mantener un vector que representa la relación de largo plazo; mientras que la mayoría de los bienes de consumo no están cointegrados con el ingreso corriente y, si lo están, tienen más que un solo vector de cointegración.

3.3. Relaciones de equilibrio de largo plazo y la sensibilidad del consumo privado ante los choques de ingreso

Del análisis de integración y de cointegración, se concluyó que el consumo privado y sus diferentes bienes y servicios mantienen relaciones económicas de largo plazo con las variables de ingreso, el crédito del consumo y el tipo de cambio real, pero existe la posibilidad de más de un vector de cointegración. En el escenario de funciones del consumo con el ingreso corriente y una de dos variables -crédito del consumo o tipo de cambio real-, se encontró que la posibilidad de relaciones de largo plazo con un solo vector de cointegración aumenta cuando se incluye el tipo de cambio real. Por último, se detectó que el consumo privado y los servicios son los únicos casos que mantienen una relación de largo plazo con el ingreso corriente y cumplen con la condición de un solo vector. Con tales condiciones de cointegración y la posibilidad de más de un vector de cointegración, se estimaron funciones consumo de largo plazo con posible sesgo de endogeneidad (Spanos, 2003) de las variables ingreso corriente, crédito del consumo y tipo de cambio real con el método de estimación *FMOLS* (Phillips & Hansen, 1990; Saikkonen, 1991). Las funciones consumo de largo plazo se estimaron con diferentes combinaciones de las variables exógenas, donde la especificación sencilla incluyó al ingreso corriente sin y con constante y tendencia; en el segundo nivel de análisis, se incluyó una variable adicional en combinación con el ingreso corriente, el crédito del consumo o el tipo de cambio real; y, por último, se estimó la especificación general con las tres variables exógenas: ingreso corriente, el crédito del consumo y el tipo de cambio real. Con este procedimiento se

contrastaron los resultados de las estimaciones, se estimó el rango de elasticidades ingreso de largo plazo y se midieron los efectos de las variables crédito y del tipo de cambio en la determinación de la *sobre-sensibilidad* del consumo a modificaciones del ingreso en el largo plazo.

Cuadro 2
Análisis de cointegración de Johansen y Juselius (JJ) con VECM, para las funciones consumo privado y variables ingreso, crédito al consumo y tipo de cambio real

Variables	Traza				Raíz Máxima			
	r = 0	V. crítico	r <= 1	V. crítico	r = 0	V. crítico	r <= 1	V. crítico
<i>Consumo privado agregado</i>								
ligae, lcre, ltr	124.1	63.0	60.0	42.4	64.0	31.5	37.6	25.5
ligae, lcre	95.7	42.4	33.7	25.3	62.0	25.5	22.5	19.0
ligae, ltr	69.7	42.4	23.8	25.3	46.0	25.5	17.4	19.0
ligae	52.1	25.3	11.2	12.3	40.9	19.0	11.2	12.3
<i>Servicios</i>								
ligae, lcre, ltr	86.2	63.0	46.9	42.4	39.3	31.5	31.5	25.5
ligae, lcre	38.6	42.4	12.9	25.3	25.7	25.5	11.5	19.0
ligae, ltr	49.5	42.4	18.0	25.3	31.4	25.5	14.4	19.0
ligae	33.2	25.3	2.6	12.3	30.6	19.0	2.6	12.3
<i>Bienes duraderos nacionales</i>								
ligae, lcre, ltr	68.9	63.0	27.0	42.4	41.9	31.5	14.6	25.5
ligae, lcre	28.6	42.4	12.6	25.3	15.9	25.5	9.5	19.0
ligae, ltr	35.8	42.4	11.9	25.3	23.9	25.5	9.1	19.0
ligae	15.6	25.3	2.8	12.3	12.8	19.0	2.8	12.3
<i>Bienes duraderos importados</i>								
ligae, lcre, ltr	72.8	63.0	37.5	42.4	35.3	31.5	19.8	25.5
ligae, lcre	42.7	42.4	16.4	25.3	26.3	25.5	11.3	19.0
ligae, ltr	44.5	42.4	21.5	25.3	23.1	25.5	15.6	19.0
ligae	19.9	25.3	4.9	12.3	15.0	19.0	4.9	12.3
<i>Bienes semi-duraderos nacionales</i>								
ligae, lcre, ltr	108.3	63.0	40.6	42.4	67.7	31.5	23.5	25.5
ligae, lcre	84.4	42.4	19.6	25.3	64.8	25.5	11.1	19.0
ligae, ltr	57.5	42.4	22.2	25.3	35.3	25.5	16.8	19.0
ligae	42.3	25.3	13.1	12.3	29.2	19.0	13.1	12.3
<i>Bienes semi-duraderos importados</i>								
ligae, lcre, ltr	72.1	63.0	34.3	42.4	37.9	31.5	15.1	25.5
ligae, lcre	45.2	42.4	18.9	25.3	26.3	25.5	13.0	19.0
ligae, ltr	39.1	42.4	15.6	25.3	23.5	25.5	9.4	19.0
ligae	18.2	25.3	5.1	12.3	13.1	19.0	5.1	12.3
<i>Bienes no-duraderos nacionales</i>								
ligae, lcre, ltr	115.4	63.0	59.1	42.4	56.2	31.5	35.6	25.5
ligae, lcre	83.9	42.4	35.8	25.3	48.1	25.5	24.9	19.0
ligae, ltr	79.3	42.4	27.1	25.3	52.2	25.5	19.4	19.0
ligae	61.9	25.3	15.4	12.3	46.5	19.0	15.4	12.3
<i>Bienes no-duraderos importados</i>								
ligae, lcre, ltr	83.6	63.0	43.8	42.4	39.8	31.5	21.6	25.5
ligae, lcre	65.8	42.4	27.7	25.3	38.1	25.5	18.1	19.0
ligae, ltr	47.8	42.4	24.6	25.3	23.2	25.5	17.7	19.0
ligae	38.7	25.3	18.8	12.3	19.9	19.0	18.8	12.3

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con la librería *urca* de *R*

Nota: Para todas las pruebas de traza y raíz máxima se utilizaron 12 rezagos, con tendencia lineal y variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales.

Con la estimación de las funciones consumo sin constante y sin tendencias, encontramos un resultado que no se había analizado en trabajos previos (Mendoza-González, 2020) y que consiste en una elasticidad ingreso en el rango de 0.92 y 1.02, que puede apoyar la hipótesis de una elasticidad del ingreso unitaria (Campbell & Mankiw, 1989; Mallick & Mohsin, 2016), sin importar la desagregación ni la procedencia (nacional o importada) de los bienes y servicios (cuadro 3). Esta regularidad de una elasticidad ingreso unitaria desaparece cuando en la ecuación con el ingreso corriente se incluye la constante y la tendencia –consistente con el análisis de integración y cointegración. La elasticidad ingreso del consumo privado resultó ser de 1.28 (cuadro 3), lo cual implica que la propensión marginal de largo plazo es más grande que la propensión media, en el rango entre 0.8-0.9 que indica *sobre-sensibilidad* de los consumidores a los choques de ingreso; lo que es diferente a la elasticidad unitaria estimada o condicionada en otras investigaciones (Ruiz-Galindo & Venegas-Martínez, 2007; Galindo, 1993). También resalta que nuestra estimación de una elasticidad ingreso mayor a la unidad de largo plazo, contrasta con el mismo resultado de González- García (2002) para un periodo determinado (1989-1994), y que fue consecuencia del programa de estabilización y reforma económica a finales de 1987. De acuerdo con las investigaciones de Mendoza-González (2020), Pérez López (2012) y Carbajal De Nova y Goicoechea (2014) se ha mencionado que el consumo privado desagregado reacciona diferente a los cambios del ingreso corriente. La predicción es que los servicios son menos sensibles, y que los bienes con mayor durabilidad y de procedencia importada tienden a ser más sensibles a los choques del ingreso. Los resultados de la tabla 3 muestran que, en efecto, los servicios no son elásticos a cambios del ingreso corriente (0.36), las elasticidades ingreso de los bienes son mayores al promedio nacional (mayor a 1.28), lo cual implica que son más sensibles a los choques de ingreso, y se cumple que los bienes no duraderos como los bienes importados tienen las mayores elasticidades; las elasticidades de los bienes nacionales fluctúan entre 1.68 y 3.08, y de los bienes importados, entre 2.74 y 8.38.

Las especificaciones con ingreso corriente y los créditos del consumo se estimaron para analizar si, al eliminar las restricciones crediticias, se fomenta el consumo privado en general y en especial, en los bienes importados (Campbell & Mankiw, 1989; Lavoie, 1994b; Castillo Ponce, 2003). En nuestra investigación previa (Mendoza-González, 2020), cuando el ingreso corriente y las remesas se incorporan al mismo tiempo, el efecto de los créditos del consumo reduce su importancia en la explicación tanto en el consumo privado en general, como en su desagregación en los servicios y los bienes de producción nacionales e importados. En los resultados del cuadro 3, la elasticidad del crédito del consumo fluctúa entre 0.03 y 0.18 que significa la importancia relativa en la explicación del consumo privado, en mayor medida en los bienes duraderos y principalmente importados. La combinación de

ingreso corriente y créditos del consumo no modifican de forma relevante la elasticidad ingreso con respecto a la especificación con el ingreso corriente.

Con la segunda especificación que combina el ingreso corriente con el tipo de cambio real, lo que se espera son resultados consistentes con los que se encontraron en otras investigaciones donde las variaciones del tipo de cambio real aumentaron su importancia en la explicación de las tendencias del consumo privado y bienes importados, sobre todo con la apertura comercial (Castro, et al., 1997; Carbajal De Nova y Goicoechea, 2014). En los estudios de Campbell y Mankiw (1989) y Mallick y Mohsin (2016) se establece que el tipo de cambio o precios relativos afectan principalmente en los bienes de mayor durabilidad. En los resultados de nuestras estimaciones, se muestra que el tipo de cambio real es más importante que los créditos del consumo en la explicación del consumo privado y en especial en los bienes no-duraderos, de producción nacional e importados, aunque fueron relevantes en la explicación de los bienes duraderos importados (cuadro 3). También encontramos que en el tipo de cambio real se reduce la elasticidad ingreso corriente; de *sobre-sensibilidad* a no-elástico en el caso del consumo privado y los bienes no-duraderos, y de reducción de la elasticidad ingreso de 8.38 a 4.36 en los bienes duraderos importados.

La última especificación combina las variables exógenas del ingreso corriente, los créditos del consumo y el tipo de cambio real. Los resultados encontrados son prácticamente los mismos que los dos escenarios anteriores, con el efecto pequeño de los créditos y mayor del tipo de cambio real en la explicación del consumo privado agregado, en los bienes no-duraderos nacionales e importados, y en los bienes duraderos importados. Con la combinación de las dos variables se observa la tendencia de la elasticidad ingreso a reducirse, de la *sobre-sensibilidad* a una elasticidad unitaria en el consumo privado y los bienes del consumo no-duraderos nacionales y de reducción de las elasticidades ingreso a la mitad en los bienes no-duraderos y duraderos importados; ver cuadro 3.

Cuadro 3
Funciones de cointegración del consumo privado y su desagregación sin sesgo de endogeneidad: método de estimación FMOLS

<i>Variables exógenas</i>	<i>Consumo privado</i>						<i>Servicios</i>			
ligac	1.00	1.28	1.26	0.91	0.98	0.99	0.36	0.39	0.49	0.49
Pr($ t >0$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
lcre			0.03		0.04			0.01		0.00
Pr($ t >0$)			0.01		0.00			0.40		0.82
lter				-0.13	-0.15				0.05	0.06
Pr($ t >0$)				0.01	0.00				0.03	0.01
Constante		-1.20	-1.49	0.89	0.21		2.59	2.42	1.83	1.76
Pr($ t >0$)		0.12	0.02	0.28	0.72		0.00	0.00	0.00	0.00
Tendencia		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Pr($ t >0$)		0.49	0.05	0.22	0.57		0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Bienes duraderos nacionales</i>						<i>Bienes duraderos importados</i>			
ligac	1.00	3.08	2.49	2.67	2.49	0.92	8.38	7.31	4.36	4.68
Pr($ t >0$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
lcre			-0.06		-0.07			0.11		0.20
Pr($ t >0$)			0.02		0.02			0.23		0.01
lter				-0.15	0.00				-1.44	-1.46
Pr($ t >0$)				0.10	0.99				0.00	0.00
Constante		-8.87	-5.70	-6.49	-5.62		-32.28	-28.97	-9.09	-12.53
Pr($ t >0$)		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.04	0.00
Tendencia		0.00	0.00	0.00	0.00		-0.01	-0.01	0.00	0.00
Pr($ t >0$)		0.00	0.03	0.00	0.05		0.00	0.00	0.84	0.07
	<i>Bienes semi-duraderos nacionales</i>						<i>Bienes semi-duraderos importados</i>			
ligac	1.00	1.74	1.37	2.10	1.90	0.92	2.74	2.44	1.06	1.26
Pr($ t >0$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
lcre			-0.11		-0.13			0.10		0.12
Pr($ t >0$)			0.00		0.00			0.04		0.00
lter				0.14	0.30				-0.57	-0.63
Pr($ t >0$)				0.21	0.00				0.00	0.00
Constante		-2.98	-0.26	-5.12	-3.59		-8.44	-8.21	1.12	-0.86
Pr($ t >0$)		0.05	0.85	0.01	0.01		0.00	0.00	0.61	0.62
Tendencia		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.01	0.00
Pr($ t >0$)		0.00	0.80	0.00	0.11		0.08	0.23	0.00	0.00
	<i>Bienes no-duraderos nacionales</i>						<i>Bienes no-duraderos importados</i>			
ligac	1.02	1.68	1.74	0.82	0.99	0.97	3.85	3.78	0.89	1.28
Pr($ t >0$)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.01
lcre			0.08		0.10			0.18		0.24
Pr($ t >0$)			0.03		0.00			0.04		0.00
lter				-0.30	-0.38				-1.03	-1.21
Pr($ t >0$)				0.01	0.00				0.00	0.00
Constante		-2.67	-3.81	2.24	0.74		-12.56	-14.20	4.39	0.93
Pr($ t >0$)		0.15	0.03	0.25	0.61		0.01	0.00	0.28	0.71
Tendencia		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Pr($ t >0$)		0.04	0.00	0.78	0.02		0.31	0.04	0.05	0.99

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería cointReg de R

Nota: Todas las estimaciones fueron con constante y tendencia lineal, y variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales; para el cálculo de la varianza de largo plazo se utiliza un Bartlett kernel y la opción Andrews para el bandwidth.

3.4. Dinámica de corto con regímenes múltiples de ajuste a equilibrios de largo por choques de ingreso

Para identificar la dinámica de las elasticidades de corto plazo con regímenes múltiples, se aplicaron las pruebas bivariadas de Seo (2006) para la hipótesis nula de no-cointegración y alternativa cointegración-threshold, y la de Hansen-

Seo (2002) para la hipótesis nula cointegración-lineal con respecto a la hipótesis alternativa de cointegración-threshold. Para la prueba Seo (2006), se utilizó el vector de cointegración del consumo-ingreso corriente con constante y tendencia estimada con el método *FMOLS* (cuadro 3). Mientras que en la prueba de Hansen-Seo (2002), se utiliza el vector de cointegración del consumo y el ingreso que fue estimado con un *VECM* lineal (Seo, 2011; Stigler, 2013). Los resultados de las estimaciones de las pruebas de Seo (2006), como se esperaba, indican que se acepta la hipótesis nula de no-cointegración con respecto a la hipótesis alternativa de cointegración-threshold, que es una regularidad que existe (cuadro 4). Sin embargo, con las pruebas de cointegración *JJ* y la estimación *FMOLS* se garantiza la existencia de vectores de cointegración con el supuesto de dinámica simétrica de elasticidades ingreso de corto plazo. Los resultados de la prueba Hansen-Seo (2002), sobre el supuesto de elasticidades ingreso de corto plazo con dinámica simétrica con respecto a las asimétricas, muestran evidencia de cointegración-threshold o elasticidades ingreso de corto plazo con dinámica asimétrica para el consumo privado, servicios, bienes semi-duraderos y no-duraderos; como las probabilidades asociadas al estadístico sup-LM fueron mayor a 0.10, no existe evidencia de comportamientos asimétricos en el caso de los bienes duraderos nacionales e importados.

Las consideraciones que se definieron en los escenarios para estimar los parámetros de ajuste al equilibrio de largo plazo, los parámetros betas y el análisis de los comportamientos asimétricos de las elasticidades de corto plazo, fueron: 1) los modelos threshold-*VECM* (*TVECM*) bivariados que utilizamos, suponen relaciones de cointegración conocidas, por eso, para el escenario básico, utilizamos las elasticidades ingreso de largo plazo del consumo solo en función del ingreso corriente, estimadas con el método *FMOLS*; por ejemplo, la elasticidad ingreso corriente para el consumo privado fue 1.28, que es el resultado de la segunda columna del cuadro 3; 2) en el mismo escenario básico, se supone que las asimetrías se derivan para diferenciar los desequilibrios por debajo y por arriba como regímenes de la función consumo de largo plazo (*bajo* (γ_L) y *alto* (γ_H)), y se estiman con dos estrategias: en la primera se utiliza el mismo *TVECM* y parámetros betas; y, en la segunda estrategia, se estiman *TVECM* individuales por régimen, lo cual implica parámetros betas individuales para cada estimación. Por último, se supone que los comportamientos asimétricos se identifican con tres regímenes: (*bajo* (γ_L), *medio* (γ_M) y *alto* (γ_H)), que se estiman también con *TVECM* individuales; 3) para analizar cómo influye la modificación del supuesto de *sobre-sensibilidad*, elasticidad unitaria y no-elástico en el comportamiento asimétrico de las elasticidades de corto plazo, se utilizaron las elasticidades ingreso de largo plazo de las funciones consumos, especificadas con el crédito del consumo y con crédito-tipo de cambio real de las estimaciones *FMOLS* del cuadro 3.

Cuadro 4
Pruebas bivariadas Seo (2006) y Hansen-Seo (2002) de cointegración
threshold-VECM

Relación consumo-ingreso corriente	Pruebas Seo (2006): No cointegración versus cointegración threshold		Pruebas Hansen y Seo (2002): cointegración lineal versus cointegración threshold		
	Estadístico sup-Wald	P. Value (100 bootstrap)	Estadístico sup-LM	P. Value (100 bootstrap)	Max-threshold value
<i>Consumo privado</i>					
Total (cpt)	19.04	1.00	71.94	0.03	0.00
Servicios nacionales (csn)	22.41	0.73	90.64	0.00	-0.04
<i>Bienes duraderos</i>					
Nacionales (cp_dur_bn)	15.75	1.00	64.35	0.29	-0.03
Importados (cp_dur_bi)	15.06	1.00	66.12	0.17	-0.61
<i>Bienes semi-duraderos</i>					
Nacionales (cp_semidir_bn)	29.64	0.97	80.67	0.00	0.02
Importados (cp_semidir_bi)	22.89	1.00	78.64	0.00	-0.47
<i>Bienes no-duraderos</i>					
Nacionales (cp_nodur_bn)	19.12	1.00	88.98	0.00	0.09
Importados (cp_nodur_bi)	11.49	1.00	72.68	0.07	-0.08

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería *TsDyn* de *R*

Nota: En la prueba Seo (2006) se aplica un trimming de 10% y el vector de cointegración consumo-ingreso de la estimación *FMOLS* de la tabla 3; la prueba Hansen-Seo (2002) se aplicó con constante y se utiliza el vector de cointegración del *VECM* lineal y variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales.

Para el análisis del *consumo privado*, se utilizó la elasticidad ingreso de largo plazo 1.28 que supone una propensión marginal a consumir mayor que la propensión media y con valores entre 0.8 y 0.9 que indican posibles riesgos en las decisiones de largo plazo a choques de ingreso. Los resultados del escenario, con dos regímenes estimados con el mismo modelo *TVECM*, muestran parámetros de ajuste al equilibrio (*bajo* (γ_L) y *alto* (γ_H)) con signo negativo, significativos y numéricamente muy parecidos (-0.21 y -0.22); la correlación entre el consumo y el ingreso corriente con rezago (β_1) es negativa, pequeña y no significativa; con la combinación de la elasticidad ingreso de largo plazo, los parámetros de ajuste al equilibrio y los coeficientes betas, se estimaron elasticidades ingreso de corto plazo con signo positivo muy parecidas para los regímenes, de 0.22 y 0.23, respectivamente (cuadro 4). Los resultados del escenario, con dos regímenes y diferentes *TVECM* muestran un régimen bajo con signo negativo $\gamma_L = -0.19$ y significativo, una correlación β_1 negativa, con nivel de confianza bajo y una elasticidad ingreso de corto plazo negativa pero muy pequeña, que prácticamente es cero y con una tendencia con aceleramiento hacia el largo plazo. Un régimen alto con γ_H positivo y significativo, β_1 positivo, pero no significativo, una elasticidad ingreso de corto plazo negativa, pero que no converge a la elasticidad ingreso de largo plazo con choques de ingreso. Con el escenario de tres regímenes, se confirman los resultados del régimen alto del escenario anterior, con prácticamente los mismos parámetros estimados; mientras que los escenarios con bajo y medio tienen el mismo parámetro de ajuste $\gamma_L = \gamma_M = -0.17$,

diferentes parámetros betas con los cuales se estimaron las elasticidades ingreso de corto plazo de -0.67 en régimen bajo y 0.12 en el medio. En el escenario con créditos del consumo, la elasticidad ingreso de largo plazo cambia de 1.28 a 1.26, los resultados de las estimaciones de los modelos *TVECM* muestran modificaciones importantes, donde los parámetros de ajuste al equilibrio (*bajo* (γ_L) y *alto* (γ_H)) resultaron no significativos y cambiaron de signo. La modificación de la elasticidad ingreso por los créditos del consumo mantienen, por un lado, los resultados en el marco de dos regímenes y diferentes *TVECM*, y por el otro, la relevancia del régimen bajo en el modelo de tres regímenes y diferentes *TVECM*. Cuando el tipo de cambio real se incorpora junto a los créditos del consumo y el ingreso corriente, el escenario con el régimen bajo predomina, principalmente cuando se suponen las betas individuales con regímenes estimados con diferentes *TVECM*. Los efectos del ingreso sobre los *servicios* en el largo plazo utilizadas en los modelos *TVECM* resultaron no-elásticos, en todos los casos: 0.36 con el ingreso corriente; 0.39 con la variable adicional créditos del consumo; y, de 0.49 con las tres variables exógenas: ingreso corriente, créditos del consumo y el tipo de cambio real; ver cuadro 3. Los resultados presentados del cuadro 4 muestran que los parámetros de ajuste al equilibrio (*bajo* (γ_L) y *alto* (γ_H)) son idénticos (-0.16), la beta es positiva y las elasticidades ingreso de corto plazo mantienen los signos positivos, son no-elásticas y menores a la de largo plazo, con dos regímenes y un *TVECM*. Los resultados en todos los escenarios aplicados a los servicios, al igual que el consumo privado agregado, muestran la prevalencia del régimen bajo, pero con elasticidades de corto plazo con signos positivos.

Los bienes duraderos son los más sensibles a los choques de ingreso en el largo plazo, en especial los bienes importados tienen las elasticidades ingreso más altas en los escenarios con las tres variables exógenas: del ingreso corriente, créditos del consumo y el tipo de cambio real. Para el escenario básico, las elasticidades ingreso de los bienes duraderos nacionales e importados resultaron de 3.08 y 8.38 (ver cuadros 3 y 6), pero los parámetros de ajuste fueron ligeramente mayores, las elasticidades ingreso de corto plazo, con signo positivo y muy cercanas a la unidad, en los bienes nacionales y cero en los bienes importados. En el escenario con dos regímenes estimados con diferentes *TVECM*, los resultados muestran una tendencia hacia la prevalencia del escenario bajo, con parámetros de ajuste con equilibrios altos y elasticidades ingreso de corto plazo, con signo positivo y cercanos a la unidad para los bienes nacionales, y resultados inestables en el escenario alto, para los dos tipos de bienes. Los resultados son inconsistentes cuando se suponen tres regímenes debido a que los parámetros de ajuste a equilibrio son positivos, no-significativos o en términos absolutos mayor a uno, por lo que no resulta relevante este escenario para los bienes duraderos, nacionales e importados (ver cuadro 6).

Cuadro 5
Modelos bivariantes con regímenes múltiples estimados con threshold-VECM.
Funciones consumo privado y servicios

Funciones consumo	Sin variable exógena		Crédito del consumo		Crédito del consumo y tipo de cambio real	
	Consumo privado	Servicios	Consumo privado	Servicios	Consumo privado	Servicios
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio e idéntico VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.28)	(1, -0.36)	(1, -1.26)	(1, -0.39)	(1, -0.98)	(1, -0.49)
VC (γ bajo (L))	-0.21	-0.16	0.04	-0.06	-0.05	-0.16
<i>P. Value</i>	0.00	0.00	0.58	0.18	0.39	0.00
VC (γ alto (H))	-0.22	-0.16	0.05	-0.06	-0.10	-0.16
<i>P. Value</i>	0.00	0.00	0.50	0.18	0.03	0.00
β_1	-0.05	0.04	-0.07	0.08	-0.07	0.04
<i>P. Value</i>	0.72	0.27	0.60	0.05	0.58	0.40
Elast. corto plazo (L)	0.22	0.10	-0.12	0.10	-0.02	0.11
Elast. corto plazo (H)	0.23	0.10	-0.13	0.10	0.03	0.11
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.81, 0.18	0.87, 0.12	0.47, 0.52	0.14, 0.85	0.69, 0.30	0.87, 0.12
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.28)	(1, -0.36)	(1, -1.26)	(1, -0.39)	(1, -0.98)	(1, -0.49)
VC (γ bajo (L))	-0.19	-0.23	-0.19	-0.17	-0.14	-0.11
<i>P. Value</i>	0.03	0.00	0.02	0.09	0.03	0.19
β_1	-0.25	-0.12	-0.27	-0.12	-0.42	-0.11
<i>P. Value</i>	0.12	0.03	0.08	0.06	0.00	0.07
Elast. corto plazo (L)	-0.01	-0.03	-0.03	-0.06	-0.29	-0.06
VC (γ alto (H))	0.30	-0.04	0.35	-0.06	-0.15	-0.07
<i>P. Value</i>	0.06	0.51	0.08	0.23	0.59	0.21
β_1	0.17	0.16	0.30	0.16	0.47	0.16
<i>P. Value</i>	0.45	0.02	0.24	0.01	0.05	0.01
Elast. corto plazo (H)	-0.21	0.17	-0.14	0.18	0.62	0.20
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.63, 0.36	0.63, 0.36	0.66, 0.33	0.53, 0.46	0.7, 0.3	0.55, 0.44
<i>Modelos con tres regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.28)	(1, -0.36)	(1, -1.26)	(1, -0.39)	(1, -0.98)	(1, -0.49)
VC (γ bajo (L))	-0.17	-0.22	-0.19	-0.20	-0.13	-0.11
<i>P. Value</i>	0.62	0.00	0.01	0.00	0.02	0.14
β_1	-0.89	-0.14	-0.27	-0.13	-0.41	-0.11
<i>P. Value</i>	0.06	0.01	0.07	0.01	0.00	0.05
Elast. corto plazo (L)	-0.67	-0.06	-0.03	-0.05	-0.28	-0.06
VC (γ medio (M))	-0.17	-8.87	0.58	-15.21	-6.45	0.07
<i>P. Value</i>	0.37	0.00	0.38	0.01	0.15	0.93
β_1	-0.10	0.87	0.39	0.07	2.20	-0.96
<i>P. Value</i>	0.64	0.03	0.28	0.90	0.02	0.04
Elast. corto plazo (M)	0.12	4.07	-0.34	6.01	8.52	-0.99
VC (γ alto (H))	0.30	-0.14	0.55	-0.14	0.51	-0.02
<i>P. Value</i>	0.06	0.04	0.19	0.04	0.40	0.78
β_1	0.17	-0.01	-0.17	-0.02	-0.26	0.16
<i>P. Value</i>	0.44	0.87	0.79	0.83	0.57	0.03
Elast. corto plazo (H)	-0.21	0.04	-0.87	0.04	-0.76	0.17
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.26, 0.36, 0.36	0.57, 0.11, 0.31	0.66, 0.18, 0.15	0.58, 0.10, 0.31	0.70, 0.10, 0.18	0.55, 0.10, 0.33

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería *TsDyn* de R.

Nota: En la especificación de los threshold-VECM se aplica un trimming de 5%, 12 rezagos, 100 bootstrap, constante, variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales y se utilizan las elasticidades ingreso de los vectores de cointegración de los modelos estimados con *FMOLS* del cuadro 3.

Cuadro 6

Modelos bivariantes con regímenes múltiples estimados con threshold- VECM

Funciones consumo de bienes duraderos (CBD) nacionales e importados

Funciones consumo	Sin variable exógena		Crédito del consumo		Crédito del consumo y tipo de cambio real	
	CBD nacionales	CBD importados	CBD nacionales	CBD importados	CBD nacionales	CBD importados
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio e idéntico VECM</i>						
V. de coint:(1, b)	(1, -3.08)	(1, -8.38)	(1, -2.49)	(1, -7.31)	(1, -2.67)	(1, -4.68)
VC (γ bajo (L))	-0.17	-0.11	-0.19	-0.15	-0.19	-0.02
<i>P. Value</i>	0.05	0.02	0.02	0.00	0.02	0.76
VC (γ alto (H))	-0.18	-0.11	-0.19	-0.16	-0.20	-0.02
<i>P. Value</i>	0.04	0.02	0.02	0.00	0.02	0.81
β ₁	0.42	-0.96	0.39	-1.22	0.40	-1.02
<i>P. Value</i>	0.29	0.20	0.28	0.08	0.27	0.10
Elast. corto plazo (L)	0.95	-0.03	0.86	-0.09	0.92	-0.93
Elast. corto plazo (H)	0.97	-0.01	0.88	-0.07	0.94	-0.95
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.67, 0.32	0.89, 0.10	0.69, 0.30	0.72, 0.27	0.72, 0.27	0.45, 0.54
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint:(1, b)	(1, -3.08)	(1, -8.38)	(1, -2.49)	(1, -7.31)	(1, -2.67)	(1, -4.68)
VC (γ bajo (L))	-0.44	-0.12	-0.51	-0.13	-0.51	-0.19
<i>P. Value</i>	0.14	0.01	0.05	0.00	0.06	0.05
β ₁	-0.45	-1.17	-0.49	-1.06	-0.26	-1.89
<i>P. Value</i>	0.62	0.08	0.56	0.09	0.76	0.03
Elast. corto plazo (L)	0.90	-0.13	0.78	-0.09	1.10	-0.98
VC (γ alto (H))	-0.10	0.76	-0.19	-1.62	-0.16	-0.01
<i>P. Value</i>	0.34	0.55	0.08	0.16	0.14	0.92
β ₁	-0.61	12.03	-0.85	-14.11	-0.75	-1.60
<i>P. Value</i>	0.23	0.35	0.08	0.13	0.13	0.04
Elast. corto plazo (H)	-0.31	5.62	-0.37	-2.27	-0.32	-1.56
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.33, 0.66	0.89, 0.10	0.31, 0.68	0.89, 0.10	0.32, 0.67	0.45, 0.54
<i>Modelos con tres regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint:(1, b)	(1, -3.08)	(1, -8.38)	(1, -2.49)	(1, -7.31)	(1, -2.67)	(1, -4.68)
VC (γ bajo (L))	0.01	-0.12	-0.12	-0.12	0.25	-0.19
<i>P. Value</i>	0.99	0.02	0.71	0.08	0.53	0.02
β ₁	1.63	-0.33	0.56	0.22	2.07	-1.89
<i>P. Value</i>	0.51	0.66	0.55	0.79	0.11	0.01
Elast. corto plazo (L)	1.62	0.66	0.87	1.06	1.41	-1.00
VC (γ medio (M))	-1.69	-0.21	-0.71	-0.10	-0.62	0.04
<i>P. Value</i>	0.00	0.35	0.62	0.48	0.27	0.73
β ₁	-2.90	-4.07	-1.23	-2.92	0.34	-0.89
<i>P. Value</i>	0.03	0.03	0.71	0.01	0.86	0.30
Elast. corto plazo (M)	2.31	-2.29	0.53	-2.19	1.98	-1.09
VC (γ alto (H))	-0.12	1.83	-0.20	-1.53	-0.18	-0.95
<i>P. Value</i>	0.23	0.05	0.03	0.05	0.06	0.09
β ₁	-0.71	22.47	-0.90	-13.95	-0.88	-7.84
<i>P. Value</i>	0.13	0.02	0.03	0.10	0.04	0.02
Elast. corto plazo (H)	-0.36	7.15	-0.40	-2.74	-0.40	-3.40
<i>Porcentaje por régimen</i>	0.15, 0.16, 0.68	0.69, 0.2, 0.10	0.19, 0.11, 0.69	0.57, 0.31, 0.10	0.17, 0.13, 0.68	0.46, 0.39, 0.14

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería *TsDyn* de R.

Nota: En la especificación de los threshold-*VECM* se aplica un trimming de 5%, 12 rezagos, 100 bootstrap, constante, variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales y se utilizan las elasticidades ingreso de los vectores de cointegración de los modelos estimados con *FMOLS* del cuadro 3.

Cuadro 7

Modelos bivariantes con regímenes múltiples estimados con threshold-*VECM*

Funciones consumo de bienes semi-duraderos (CBSMD) nacionales e importados

Funciones consumo	Sin variable exógena		Crédito al consumo		Crédito al consumo y tipo de cambio real	
	CBSMD nacionales	CBSMD importados	CBSMD nacionales	CBSMD importados	CBSMD nacionales	CBSMD importados
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio e idéntico VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.74)	(1, -2.74)	(1, -1.37)	(1, -2.44)	(1, -1.9)	(1, -1.26)
VC (γ bajo (L))	0.06	-0.20	0.06	-0.20	0.06	-0.17
<i>P. Value</i>	0.21	0.00	0.27	0.00	0.21	0.00
VC (γ alto (H))	0.07	-0.21	0.07	-0.21	0.07	-0.21
<i>P. Value</i>	0.17	0.00	0.20	0.00	0.17	0.00
β_1	-0.72	-1.35	-0.69	-1.28	-0.70	-1.17
<i>P. Value</i>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Elast. corto plazo (L)	-0.83	-0.80	-0.77	-0.78	-0.83	-0.95
Elast. corto plazo (H)	-0.85	-0.78	-0.79	-0.76	-0.84	-0.91
Porcentaje <i>por</i> <i>régimen</i>	0.42, 0.57	0.19, 0.80	0.35, 0.64	0.18, 0.81	0.42, 0.57	0.21, 0.78
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.74)	(1, -2.74)	(1, -1.37)	(1, -2.44)	(1, -1.9)	(1, -1.26)
VC (γ bajo (L))	0.21	-0.71	0.05	-0.50	0.26	-0.38
<i>P. Value</i>	0.12	0.01	0.61	0.03	0.09	0.04
β_1	-1.13	-2.57	-1.23	-3.30	-0.74	-2.66
<i>P. Value</i>	0.00	0.05	0.01	0.00	0.08	0.01
Elast. corto plazo (L)	-1.50	-0.62	-1.30	-2.08	-1.24	-2.19
VC (γ alto (H))	0.13	-0.13	0.00	-0.13	0.12	-0.20
<i>P. Value</i>	0.22	0.03	0.98	0.05	0.22	0.01
β_1	-0.17	-1.19	-0.57	-1.11	-0.08	-1.09
<i>P. Value</i>	0.67	0.00	0.09	0.00	0.84	0.00
Elast. corto plazo (H)	-0.39	-0.84	-0.57	-0.81	-0.32	-0.84
Porcentaje <i>por</i> <i>régimen</i>	0.42, 0.57	0.18, 0.81	0.36, 0.63	0.19, 0.80	0.39, 0.60	0.19, 0.80
<i>Modelos con tres regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.74)	(1, -2.74)	(1, -1.37)	(1, -2.44)	(1, -1.9)	(1, -1.26)
VC (γ bajo (L))	-1.10	-0.71	-8.51	-0.67	-1.90	-0.48
<i>P. Value</i>	0.57	0.00	0.01	0.01	0.42	0.00
β_1	-4.71	-2.57	-10.77	-2.39	-5.73	-3.01
<i>P. Value</i>	0.09	0.04	0.00	0.05	0.10	0.00
Elast. corto plazo (L)	-2.79	-0.62	0.89	-0.74	-2.12	-2.40
VC (γ medio (M))	-0.03	-0.15	-0.36	-0.19	-0.03	7.72
<i>P. Value</i>	0.90	0.12	0.25	0.09	0.90	0.06
β_1	-1.50	-2.01	-1.01	-2.50	-1.20	4.48
<i>P. Value</i>	0.00	0.00	0.20	0.00	0.02	0.29
Elast. corto plazo (M)	-1.46	-1.61	-0.51	-2.05	-1.15	-5.25
VC (γ alto (H))	0.13	-0.03	-0.03	-0.10	0.13	-0.33
<i>P. Value</i>	0.20	0.87	0.71	0.59	0.23	0.02
β_1	-0.17	-0.48	-0.53	-0.46	-0.16	-1.04
<i>P. Value</i>	0.66	0.51	0.08	0.44	0.67	0.01
Elast. corto plazo (H)	-0.39	-0.39	-0.49	-0.21	-0.41	-0.63
Porcentaje <i>por</i> <i>régimen</i>	0.10, 0.31, 0.57	0.18, 0.48, 0.33	0.10, 0.21, 0.68	0.18, 0.36, 0.45	0.11, 0.30, 0.58	0.24, 0.10, 0.65

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería *TsDyn* de R.Nota: En la especificación de los threshold-*VECM* se aplica un trimming de 5%, 12 rezagos, 100 bootstrap, constante, variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales y se utilizan las elasticidades ingreso de los vectores de cointegración de los modelos estimados con *FMOLS* del cuadro 3.

Cuadro 8

Modelos bivariantes con regímenes múltiples estimados con threshold-*VECM*

Funciones consumo de bienes no-duraderos (CBND) nacionales e importados

Funciones consumo	Sin variable exógena		Crédito al consumo		Crédito al consumo y tipo de cambio real	
	CBND nacionales	CBND importados	CBND nacionales	CBND importados	CBND nacionales	CBND importados
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio e idéntico VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.68)	(1, -3.85)	(1, -1.74)	(1, -3.78)	(1, -0.99)	(1, -1.28)
VC (γ bajo (L))	-0.05	-0.04	-0.18	-0.09	-0.29	-0.12
<i>P. Value</i>	0.16	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
VC (γ alto (H))	-0.04	-0.04	-0.19	-0.09	-0.09	-0.16
<i>P. Value</i>	0.25	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
β ₁	-0.13	-0.93	-0.30	-0.77	-0.17	-0.67
<i>P. Value</i>	0.30	0.00	0.02	0.01	0.17	0.02
Elast. corto plazo (L)	-0.06	-0.77	0.02	-0.43	0.12	-0.51
Elast. corto plazo (H)	-0.07	-0.78	0.03	-0.43	-0.08	-0.47
Porcentaje por régimen	0.15, 0.84	0.66, 0.33	0.25, 0.74	0.90, 0.09	0.25, 0.74	0.17, 0.82
<i>Modelos con dos regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.68)	(1, -3.85)	(1, -1.74)	(1, -3.78)	(1, -0.99)	(1, -1.28)
VC (γ bajo (L))	0.57	-0.07	-0.05	-0.09	-0.19	-1.24
<i>P. Value</i>	0.25	0.16	0.42	0.06	0.23	0.05
β ₁	-0.58	-1.04	-0.42	-1.18	-0.88	-4.54
<i>P. Value</i>	0.54	0.05	0.06	0.01	0.01	0.00
Elast. corto plazo (L)	-1.54	-0.76	-0.34	-0.82	-0.69	-2.96
VC (γ alto (H))	-0.03	-0.11	-0.10	-0.14	-0.04	-0.16
<i>P. Value</i>	0.43	0.13	0.26	0.07	0.34	0.00
β ₁	0.00	-0.95	-0.02	-0.85	0.14	-0.65
<i>P. Value</i>	0.98	0.02	0.94	0.05	0.31	0.02
Elast. corto plazo (H)	0.05	-0.54	0.16	-0.32	0.19	-0.45
Porcentaje por régimen	0.18, 0.81	0.43, 0.56	0.47, 0.52	0.48, 0.51	0.25, 0.74	0.17, 0.82
<i>Modelos con tres regímenes en ajuste de equilibrio y diferentes VECM</i>						
V. de coint.(1, b)	(1, -1.68)	(1, -3.85)	(1, -1.74)	(1, -3.78)	(1, -0.99)	(1, -1.28)
VC (γ bajo (L))	-0.34	-0.11	-0.06	-0.09	-0.20	-1.11
<i>P. Value</i>	0.21	0.29	0.18	0.04	0.18	0.03
β ₁	-1.26	-2.76	-0.38	-1.23	-0.91	-4.24
<i>P. Value</i>	0.04	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00
Elast. corto plazo (L)	-0.69	-2.35	-0.27	-0.88	-0.71	-2.82
VC (γ medio (M))	-0.14	-0.82	0.05	-0.31	-0.10	-0.39
<i>P. Value</i>	0.05	0.09	0.85	0.05	0.14	0.08
β ₁	0.34	-0.25	0.72	-0.66	-0.12	-1.44
<i>P. Value</i>	0.07	0.84	0.04	0.25	0.51	0.05
Elast. corto plazo (M)	0.57	2.90	0.64	0.50	-0.02	-0.94
VC (γ alto (H))	-0.13	-0.11	0.03	0.08	-0.04	-0.13
<i>P. Value</i>	0.62	0.10	0.90	0.87	0.90	0.22
β ₁	-0.41	-0.81	-0.64	0.67	0.29	-0.46
<i>P. Value</i>	0.28	0.03	0.10	0.62	0.34	0.19
Elast. corto plazo (H)	-0.20	-0.39	-0.69	0.38	0.33	-0.30
Porcentaje por régimen	0.24, 0.52, 0.23	0.28, 0.15, 0.56	0.49, 0.27, 0.23	0.51, 0.35, 0.13	0.25, 0.51, 0.23	0.20, 0.26, 0.53

Fuente: Elaboración propia con resultados de programación con librería *TsDyn* de *R*.

Nota: En la especificación de los threshold-*VECM* se aplica un trimming de 5%, 12 rezagos, 100 bootstrap, constante, variables dicotómicas para incorporar factores estacionales mensuales y se utilizan las elasticidades ingreso de los vectores de cointegración de los modelos estimados con *FMOLS* del cuadro 3.

Los modelos bivariantes threshold-*VECM* que fueron estimados para los bienes semi-duraderos dieron resultados contrastantes. En primer lugar, las

elasticidades de largo plazo muestran que estos bienes se parecen al comportamiento de los bienes duraderos. Esto es, las elasticidades ingreso de los bienes nacionales son mayores a la unidad (entre 1.3 y 1.9), y tienen un rango menor de efectos que los bienes importados (entre son 1.3 y 2.7), pero en los dos casos existen *sobre-sensibilidad* a los cambios de ingreso (ver cuadro 7). En el escenario básico, consumo en función de ingreso corriente, los resultados de los modelos *TVECM* que fueron aplicados a los bienes semi-duraderos nacionales, indican que los parámetros de ajuste en equilibrio no fueron significativos para ningún tipo de regímenes incluyendo los escenarios con ingreso corriente y créditos al consumo, y las mismas variables y el tipo de cambio real. En cambio, en los bienes semi-duraderos importados, los parámetros de ajuste al equilibrio son muy parecidos: cuando se suponen dos regímenes estimados con un *TVECM*, predomina el régimen bajo, cuando se utilizan *TVECM* individuales y parámetros de ajuste al equilibrio menores, cuando se incorporan las variables de créditos del consumo y el tipo de cambio en las funciones consumo. En los dos tipos de bienes semi-duraderos, nacionales e importados, predominan elasticidades ingreso de corto plazo con signo negativo y tienden a ser mayores en los bienes nacionales con el escenario básico y en los modelos para los bienes importados, cuando se incorpora el tipo de cambio real (cuadro 7).

Los bienes no-duraderos nacionales son los segundos más importantes después de los servicios -representan el 33% del consumo privado- y, entre los bienes no duraderos y duraderos importados, aportan el ocho por ciento. Aunque la importancia de los bienes no-duraderos de producción nacional ha disminuido en el periodo de análisis, las elasticidades ingreso de largo plazo muestran un comportamiento muy parecido al consumo privado; 1.68 cuando se considera el ingreso corriente únicamente, ligeramente mayor cuando se incluyen los créditos del consumo y unitaria cuando se añade el tipo de cambio real; ver cuadros 3 y 8. Mientras que las elasticidades ingreso de largo plazo de los bienes no-duraderos muestran la *sobre-sensibilidad*, en la funciones con el ingreso corriente y el crédito al consumo (3.85 y 3.78) y, aunque se reduce con el tipo de cambio real (1.28), siguen mostrando una sensibilidad alta; ver cuadros 3 y 8. Las estimaciones de lo modelos bivariantes *threshold-VECM* para los bienes no-duraderos nacionales con el ingreso corriente, muestran parámetros de ajuste no significativos, con valores mayores a uno en términos absolutos en los modelos con dos regímenes, y es significativo con el signo correcto en el régimen medio cuando se suponen tres regímenes. Cuando se incluyen los créditos y sobre todo el tipo de cambio real, se observa el predominio del régimen bajo con parámetros de ajuste significativo, negativo y mayor numéricamente en comparación con los otros escenarios, donde las elasticidades de corto plazo se caracterizan por signos negativos y menores a la unidad; ver cuadro 8. Los resultados de los modelos *TVECM* que fueron estimados para los bienes no-duraderos importados, son similares a los

encontrados en los bienes nacionales en los escenarios con el ingreso corriente. La diferencia se encontró en los modelos con tipo de cambio real, debido a que los parámetros de ajuste son significativos y negativos, en valor absoluto mayor a la unidad, lo cual indica problemas de estabilidad al equilibrio de largo y elasticidades ingreso de corto plazo, con signo negativo y mayores a la unidad, que implica la posibilidad de aumentos del consumo por el crecimiento de los precios relativos en el corto plazo (cuadro 8).

Conclusiones

Con un enfoque *poskeynesiano*, se prueba la existencia de la *sobre-sensibilidad* del consumo a choques de ingreso corriente de largo plazo, que se define como la presencia de una elasticidad ingreso mayor a la unidad en combinación con una propensión marginal a consumir mayor a 0.8, en contraposición a la hipótesis de “*sensibilidad excesiva*” de la teoría del ingreso permanente. La *sobre-sensibilidad* del consumo de largo plazo se encuentra vinculado a los *comportamientos asimétricos* del consumo a choques de ingreso de corto plazo. En particular, con la aplicación del análisis de cointegración de Johansen-Juselius y la estimación de las relaciones de cointegración sin sesgo de endogeneidad *FMOLS*, se concluye que la regularidad de una elasticidad ingreso corriente, con un valor unitario, aparece en funciones consumo, donde no es relevante el consumo autónomo, y el comportamiento del ingreso corriente es el único factor explicativo.

Cuando se considera el enfoque *poskeynesiano* en la explicación del consumo, los resultados econométricos muestran que la existencia de *sobre-sensibilidad* se encuentra explicado, principalmente, por los precios relativos o tipo de cambio real, la apertura comercial y el boom crediticio vinculado a la liberación financiera. Del análisis del consumo desagregado, se confirmó, que: los servicios son menos sensibles y los bienes con mayor durabilidad y de procedencia importada tienden a ser más sensibles a los choques del ingreso en el largo plazo. Los precios relativos o tipo de cambio real afectan principalmente a bienes no-duraderos, de producción nacional e importados, y a bienes duraderos importados.

Con la metodología de regímenes múltiples en la metodología de cointegración, se concluyó que existen comportamientos asimétricos entre el consumo y el ingreso corriente de corto plazo. Para el caso del consumo privado, los comportamientos son consistentes con un escenario de desaceleración o crisis (*régimen bajo*) y *sobre-sensibilidad* a choques de ingreso de largo plazo. También se detectaron escenarios sin *sobre-sensibilidad*, con mayor influencia de precios relativos o tipo de cambio real en el largo plazo, y con una tendencia hacia reacciones negativas del consumo a los choques de ingreso, en el corto plazo.

Los *servicios* son tan sensibles como el consumo privado a comportamientos asimétricos en periodos de crisis económicas; los *bienes duraderos* son los más sensibles a los choques de ingreso en el largo plazo; los bienes *semi-duraderos* no tienen un patrón definido; y, por último los bienes de consumo no-duraderos nacionales -los segundos más importantes después de los servicios- y los bienes no-duraderos importados, muestran relaciones de largo plazo con comportamientos similares a los bienes nacionales.

Finalmente, aunque los resultados de nuestra investigación aportan elementos relevantes a la discusión sobre la sensibilidad y asimetrías a choques de ingreso, en el consumo privado de México, es importante mencionar que desde el enfoque teórico y analítico, pueden existir sesgos por un problema de agregación en análisis macroeconómico que, en la literatura especializada, se elimina con el manejo de indicadores por persona y hogares, donde las preferencias de los consumidores se controlan por condiciones socio-demográficas. Este posible sesgo será abordado con una nueva línea de investigación, para probar las hipótesis poskeynesianas planteadas con los micro-datos disponibles, y analizar los impactos de la aplicación de instrumentos de política pública en la economía mexicana.

Referencias

- [1] Arrau, P. y Oks, D., 1992. El ahorro privado en México, 1980-1990. *Economía Mexicana*. Nueva Época, 1(2), pp. 311-378.
- [2] Bayoumi, T. y Sgheri, S., 2007. On the impact of income and policy shocks on consumption, Amsterdam, The Netherlands: De Nederlandsche Bank, working paper, No. 152.
- [3] Blundell, A., Browne, F., Cavaglia, S. y Tarditi, A., 1992. *Finacial Liberalisation and Consumption Behaviour*, s.l.: Economic Research Department, Reserve Bank of Australia.
- [4] Bunn, P., Leroux, J., Reinold, K. y Surico, P., 2017. The consumption response to positive and negative income changes, London: Bank of England, Working Paper No. 645.
- [5] Campbell, J. Y. y Mankiw, N. G., 1989. Consumption, Income, and Interest Rates: Reinterpreting the Time Series Evidence. *NBER Macroeconomics Annual*, Issue 4, pp. 185-216.
- [6] Campos, V. R. y Meléndez, Á. M., 2013. Una estimación semiparamétrica de las pautas de consumo e ingreso a lo largo del ciclo de vida para México. *El Trimestre Económico*, octubre-diciembre(320), pp. 805-840.
- [7] Carbajal De Nova, C. y Goicoechea, J., 2014. Consumo privado por origen y componente: efectos ingreso y precio para México. *investigación económica*, LXXIII(289), pp. 111-139.
- [8] Castillo Ponce, R. A., 2003. Restricciones de liquidez, canal de crédito y consumo en México. *Economía mexicana*, XII(1), pp. 65-101.

- [9] Castro, C., Loría, E. y Mendoza, M. A., 1997. Eudoxio; Modelo Macro econométrico de la Economía Mexicana. México: Facultad de Economía, UNAM.
- [10] Commault, J., 2017. How Does Consumption Respond to a Transitory Income Shock? Reconciling Natural Experiments and Structural Estimations, France: Ecole Polytechnique and CREST.
- [11] De la Cruz, J. L. y Alcántara, J. Á., 2011. Crecimiento económico y el crédito bancario: un análisis de causalidad para México. *Revista de Economía*, XXVIII(77), pp. 13-38.
- [12] Dickey, D. A. y Fuller, W. A., 1979. Distributions of the Estimators For Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, Issue 75, pp. 427-431.
- [13] Dickey, D. A. y Fuller, W. A., 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, Issue 49, pp. 1057-1072.
- [14] Elizondo, R., 2019. Estimaciones del PIB mensual en México basadas en el IGAE. *Estudios Económicos*, 34(2).
- [15] Elliott, G., Rothenberg, T. y Stock, J., 1996. Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. *Econometrica*, 64(4), p. 813–836.
- [16] Engle, R. y Granger, C., 1987. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, Issue 55, pp. 251-276.
- [17] Friedman, M., 1957. *A Theory of Consumption Function*. s.l.:Princeton: Princeton University Press.
- [18] Galindo, L., 1993. Los determinantes de corto y largo plazos del consumo en México (1960-1988). Un análisis con mecanismo de corrección de errores y cointegración. *Investigación Económica*, 206(4), pp. 177-207.
- [19] González García, J. R., 2002. *La Dinámica del Consumo Privado en México. Un Análisis de Cointegración con Cambios de Régimen*, México: Documentos de Investigación, Banxico.
- [20] Hall, R., 1978. Stochastic implications of the life-cycle permanent income hypothesis: theory and evidence. *Journal Political Economy*, Issue 86, pp. 971-987.
- [21] Hansen, B. E. y Seo, B., 2002. Testing for two-regime threshold cointegration in vector error-correction models. *Journal of Econometrics*, Issue 110, pp. 293-318.
- [22] Jappelli, T. y Pistaferri, L., 2010. The Consumption Response to Income Changes. *Annual Review of Economics*, Issue 2, pp. 479-506.
- [23] Johansen, S. y Juselius, K., 1990. Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration – with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), pp. 169-210.
- [24] Johansen, S., 1992. A Representation of Vector Autoregressive Processes Integrated of Order 2. *Econometric Theory*, 8(02), pp. 188-202.
- [25] Kirchgässner, G. y Wolters, J., 2007. *Introduction to Modern Time Series Analysis*. 1er edición Ed. Berlin Heidelberg: Springer.
- [26] Krueger, D. y Perri, F., 2011. *How do Households Respond to Income Shocks?*, Pennsylvania: CEPR and NBER.
- [27] Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. y Shin, Y., 1992. Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root? *Journal of Econometrics*, Volumen 54, p. 159–178.

- [28] Lavoie, M., 1994. A Postkeynesian Approach to Consumer Choice. *Journal of Post Keynesian Economics*, 16(4), pp. 539-562.
- [29] Lavoie, M., 1994b. Post Keynesian consumer theory: Potential synergies with consumer research and economic psychology. *Journal of Economic Psychology*, Issue 25, pp. 639-649.
- [30] Ludwig, J., 2015. Is there heterogeneity in the response of consumption to income shocks?, Dortmund, Germany: Ruhr-Universität Bochum (RUB), Department of Economics, Economic Papers, No. 595.
- [31] Mallick, S. K. y Mohsin, M., 2016. Macroeconomic Effects of Inflationary Shocks with Durable and Non-Durable Consumption. *Open Economic Review*, Issue 27, pp. 895-921.
- [32] Mendoza-González, M. Á., 2020. Las remesas en el contexto de los factores explicativos del consumo privado en México, 1995-2017. Documento de trabajo, Posgrado de Economía, UNAM.
- [33] Miller, J. L. C., 2013. Crédito bancario y crecimiento económico en México. *Economía Informa*, Issue 378, pp. 14-36.
- [34] Pérez López, A., 2012. Estimaciones de las funciones consumo de bienes no durables y servicios y de bienes durables:1980.1-2001.3, México: Documento de Investigación No. 2002-08, Banxico.
- [35] Phillips, P. y Hansen, B., 1990. Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes. *Review of Economic Studies*, Volumen 57, p. 99-125.
- [36] Phillips, P. y Perron, P., 1988. Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 2(75), pp. 335-346.
- [37] Ruiz-Galindo, L. A. y Venegas-Martínez, F., 2007. Un modelo macroeconómico de simulación con microfundamentos para la economía mexicana. *Economía Mexicana NUEVA ÉPOCA*, XVI(2), pp. 165-217.
- [38] Saikkonen, P., 1991. Asymptotically Efficient Estimation of Cointegrating Regressions. *Econometric Theory*, Volumen 7, pp. 1-21.
- [39] Seo, M. H., 2011. Estimation of non linear error-correction models. *Econometric Theory*, 27(2), pp. 201-234.
- [40] Seo, M., 2006. Bootstrap testing for the null of no cointegration in a threshold vector error correction model. *Journal of Econometrics*, 127(1), pp. 129-150.
- [41] Spanos, A., 2003. *Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modeling with Observational Data*. 1ra edición ed. British: Cambridge University Press.
- [42] Stigler, M., 2013. Threshold cointegration: overview and implementation in R. , s.l.: Retrieved April, from <http://cran.r-project.org/web/packages/tsDyn/vignettes/ThCointOverview.pdf>.
- [43] Stock, J. H. y Watson, M., 1993. A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica*, Volumen 61, pp. 783-820.
- [44] Urquiza, J., 2010. *Income Asymmetries and the Permanent Income Hypothesis*, Houston, University of Houston, Department of Economics.



La insostenibilidad del desarrollo en las entidades federativas de México

The Unsustainability of the Development in Mexican States

Lilian Albornoz Mendoza^{*†}

Rafael Ortiz Pech^{*}

Rodolfo Canto Sáenz^{*}

Información del artículo

Recibido:

1 noviembre 2018

Aceptado:

26 marzo 2020

Clasificación JEL:

Q01; Q57

Palabras clave:

Desarrollo sustentable;

Capacidad de Carga;

Huellas Ecológicas

Resumen

El objetivo del trabajo es estimar la huella ecológica de las entidades federativas de México para el año 2013. La hipótesis en la que se sustenta el desarrollo del trabajo es que las entidades federativas tienen procesos de desarrollo particulares y que no necesariamente siguen el mismo patrón de desarrollo del país en su conjunto. Para alcanzar el objetivo, la metodología consiste en tomar como base la estimación oficial de la huella ecológica para el país y distribuirlo entre sus 32 entidades federativas. El método consiste en estimar los pesos o ponderadores para cada entidad con base en el análisis de componentes principales de las variables más correlacionadas con la intensidad del consumo y la generación de residuos en cada entidad. También se estima el superávit o déficit ecológico en cada una de las entidades federativas de México. Los resultados indican que Tlaxcala es la entidad con la huella ecológica más baja y la Ciudad de México con la más alta. El análisis de los resultados sugiere que el desarrollo económico, social y ambiental en México y en las entidades federativas es diverso, que tienen como común denominador que el desarrollo no está siendo sostenible en 29 entidades federativas y que el déficit ecológico es severo en la Ciudad de México. Este estudio pretende contribuir a la discusión sobre la (in)sostenibilidad del desarrollo económico en las distintas regiones en México y las acciones necesarias a emprender para poder revertir el eventual colapso ecológico producido por el sistema económico actualmente vigente en nuestro país.

*Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán, México;

† email: lilian.albornoz@correo.uady.mx

Article information	Abstract
Received: 1 November 2018	The objective of this paper is to estimate the ecological footprint of the states in Mexico for the year 2013. The hypothesis of the work is based on the fact that the federative entities have particular development processes and that they do not necessarily follow the same pattern of development of the country as a whole. To achieve the objective of the work, the methodology consists of taking as its basis the official estimate of the ecological footprint for the country and distributing it among its 32 member states. The method consists in estimating the weights for each entity based on the analysis of the main components of the variables most correlated with the intensity of consumption and the generation of waste in each entity. The surplus and ecological deficit is also estimated. The results indicate that Tlaxcala is the entity with the lowest ecological footprint and Mexico City with the highest. The analysis of the results suggests that the economic, social and environmental development in Mexico and in the states is diverse, with the common denominator being that development is not sustainable in 29 states and that the ecological deficit is severe in Mexico City. This study aims to contribute to the discussion on the (in)sustainability of economic development in the different regions in Mexico and the necessary actions to be taken to reverse the eventual ecological collapse produced by the economic system currently in force in our country.
Accepted: 26 March 2020	
JEL Classification: Q01; Q57	
Keywords: Sustainable development; Carrying capacity; Ecological footprint	

Introducción

En el año 2015, la comunidad internacional desarrolló una nueva agenda de desarrollo con el fin de renovar el compromiso establecido en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La agenda tiene como fin orientar la política de desarrollo sostenible de los países de la comunidad internacional hacia un futuro sin hambre, con suficiente comida para todos, así como dotar a la población con trabajos decentes, entre otros fines. Es un conjunto de 17 acciones u Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que tiene como fin organizar la producción, la estructura del consumo y la acumulación de la riqueza de una economía local de acuerdo con los principios de la sostenibilidad de los ecosistemas locales y globales en la satisfacción de las necesidades materiales de la población local.

Sin embargo, las acciones a emprender como parte de dicha agenda deben considerar las condiciones particulares de las regiones donde se implementarán para que los resultados estén en línea con las metas esperadas. Las estructuras económicas, sociales y políticas que configuran un territorio particular determinan el proceso de desarrollo de dicho territorio y condicionan los resultados de un conjunto de acciones de política pública. Se entiende por estructura económica a la estructura de organización de la producción del conjunto de industrias locales, la estructura del consumo intermedio

interindustrial y consumo final de los hogares/gobierno/resto del mundo y la acumulación de la riqueza por los agentes económicos domésticos. La estructura social en cuanto al flujo de las remuneraciones a los factores de producción y la redistribución del ingreso a los hogares. Y la estructura política en cuanto a las decisiones que se toman, los programas de política que configuran los incentivos y las acciones de los agentes en la economía local. Es necesario sentar las bases para la reconfiguración de las estructuras de las economías locales en concordancia con los principios de las sostenibilidad social, económica y ambiental con el fin de alcanzar los resultados esperados en la agenda de desarrollo sostenible. Una herramienta que sirve de base para la planeación del desarrollo sostenible es la huella ecológica, como medida de la capacidad de los ecosistemas locales en proveer los satisfactores que demanda la población de un territorio en particular. Aun cuando la huella ecológica solo mide un aspecto de la sostenibilidad a decir, la biocapacidad de los ecosistemas y sus límites, es una herramienta que sintetiza información útil para la toma de decisiones.

La huella ecológica se basa en el principio de la sustentabilidad fuerte como criterio para administrar y organizar una economía en particular. La sustentabilidad fuerte requiere del mantenimiento continuo del acervo de capital natural como fuente de insumos o materias primas y de sumidero natural para la absorción de los desechos y, por lo tanto, se basa en la tesis de que la capacidad de regeneración de los ecosistemas es el factor limitante para la escala de la actividad humana. Hasta el momento, las estimaciones de la huella ecológica registran el consumo de recursos y energía de economías nacionales, pero recientemente se están haciendo esfuerzos para estimar las huellas de economías a una escala menor, como es el caso de entidades federativas, regiones o localidades en particular.

La sostenibilidad del desarrollo es más relevante a nivel local dado que es el espacio donde se pueden establecer políticas y programas de manejo más adecuados a los fines establecidos en dichas políticas. El contexto local es de suma importancia en los planes de manejo ambientales dado que el uso de recursos naturales está vinculado al sistema económico de un territorio particular. El espacio de un territorio particular es el marco más adecuado para la planeación del uso de recursos, para organizar la estructura económica con base en la dotación de los recursos disponibles y administrarlos de acuerdo con las directrices de planes y programas de manejo sustentables locales. La huella ecológica es el instrumento por excelencia que orienta la toma de decisiones en el marco de la planeación del desarrollo sostenible en un territorio en particular.

El presente trabajo tiene como fin generar información para la toma de decisiones de política pública. Con base en dicha información se pretende

demostrar la hipótesis de este trabajo de que el desarrollo económico, social y ambiental en las entidades federativas es diverso y que tienen como común denominador que el desarrollo no está siendo sostenible, de acuerdo con el análisis de huella ecológica que se presenta en este trabajo. La hipótesis del trabajo se contrasta con base en una metodología de análisis multivariado conocida como análisis de componentes principales, la cual permite la estimación de las huellas ecológicas y el déficit/superávit ecológico de cada una de las 32 entidades federativas de México.

Este estudio pretende contribuir a la literatura especializada sobre huellas ecológicas en México, en especial a la discusión sobre la (in)sostenibilidad del desarrollo económico en las distintas regiones en México y las acciones necesarias a emprender para poder revertir el eventual colapso ecológico producido por el sistema económico actualmente vigente en nuestro país. Con base en los resultados, se encuentra que Tlaxcala es la entidad federativa con la huella ecológica más baja (1.4 gha/pc) y la ciudad de México con la huella ecológica más alta (4.7 gha/pc). Por otra parte, 29 entidades federativas presentan déficit ecológico, siendo la Ciudad de México la entidad con el déficit más alto. Destacan los casos de Sinaloa, Durango y Sonora con oferta neta positiva de biocapacidad o superávit ecológico.

El artículo se estructura de la siguiente forma: después de la introducción, en el primer apartado se presenta el marco teórico-conceptual que sustenta el análisis realizado en el tema de desarrollo sustentable; en el segundo apartado se desarrolla la metodología para la estimación de las huellas ecológicas, capacidad de carga local y superávit/déficit ecológico; en los apartados tres y cuatro, se presentan los resultados del estudio; y, por último, las conclusiones a manera de resumen final.

1. Marco Teórico

1.1. Orígenes de la sustentabilidad

El término sustentabilidad ambiental es de reciente uso en el siglo XX, aunque sus raíces se desarrollaron en el siglo XVIII con las aportaciones de la escuela de pensamiento de los fisiócratas y los economistas clásicos. Los fisiócratas fueron los primeros en abordar las preocupaciones por los recursos naturales, en especial la tierra, porque según ellos la actividad económica real consistía en trabajar la tierra y todas las demás actividades no generaban riqueza sino dependían de aquella creada por la madre tierra. La explotación de la tierra y sus recursos naturales según esta escuela debía llevarse a cabo sin afectar el stock de los recursos y los esfuerzos se deberían orientar al incremento de las riquezas renovables. Por su parte, economistas clásicos (Robert Malthus, David Ricardo, John Stuart Mill) abordaron las limitaciones de la capacidad de

la tierra para satisfacer las crecientes necesidades de alimentos de la población y los incrementos en los precios de los alimentos. Su planteamiento es un antecedente del reconocimiento de la imposibilidad del crecimiento económico creciente y la armonía entre el bienestar material de la población y los recursos naturales del ecosistema (Rodríguez, 2004).

En el siglo XIX y XX destacan las aportaciones de renombrados científicos que contribuyeron a sentar las bases del desarrollo posterior en el marco del desarrollo sustentable. Por un lado, las preocupaciones de Stanley Jevons, economista neoclásico, al destacar la alta dependencia de la economía británica en la explotación de un recurso natural no renovable (carbón mineral) con fines energéticos, preocupaciones se han trasladado al ámbito de la economía mundial debido a la alta dependencia energética de las naciones en el uso y aprovechamiento no sustentable de las fuentes de recursos fósiles no renovables como el petróleo, carbón y el gas natural que además contribuyen a la emisión acelerada de partículas que elevan la temperatura y conducen al calentamiento de la superficie de la Tierra. También destacan las siguientes contribuciones de: Alfred Pigou destacó la existencia de externalidades que conducen a fallas en los mercados dado que los precios del mercado no internalizaban el daño que hacen a la naturaleza, Harold Hotelling quien planteó que el manejo de los recursos naturales debe realizarse en función de la tasa de interés del mercado aunque esta regla no garantiza la conservación de los recursos naturales y muy probablemente induzca a la explotación no sustentable de los mismos, Garret Hardin sobre la administración de recursos de acceso abierto, Nicholas Georgescu-Roegen con la Ley de entropía y el proceso económico y padre de la economía ecológica y Herman Daly sobre el estado estacionario de una economía, entre otros (Albornoz, 2015).

A partir de las aportaciones anteriores, y en respuesta a las preocupaciones por los problemas ambientales, en el año de 1983 la Organización de las Naciones Unidas creó la Comisión Mundial de Medio ambiente y Desarrollo a la cual encomendaría la elaboración de un informe denominado Nuestro Futuro Común también conocido como Informe Brundtland, el cual fue presentado en el año 1987 (ONU, 1987). En el informe se oficializó por primera vez el término desarrollo sustentable que versa así: “en esencia, el desarrollo sostenible se puede definir como un proceso de cambio en el cual la explotación de recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional todos en armonía y orientados a mejorar el potencial presente y futuro para satisfacer las necesidades humanas y sus aspiraciones ” (WCED, 1987, pág. 43).

A partir de la definición oficial, se han desprendido un sinnúmero de aportaciones de distintas corrientes del pensamiento que han enfocado el concepto desde diferentes perspectivas, dentro de estas se pueden distinguir a

tres de las más importantes: el enfoque de los tres pilares, el del ecosistema y el del capital. El enfoque del capital se basa en la idea del mantenimiento de un flujo de ingresos a partir de una administración y gestión eficiente del patrimonio o riqueza (natural y no natural) del país. El enfoque del capital surgió en el seno de la ciencia económica, sin embargo, ha adoptado elementos de otras disciplinas (ecología, geografía, ciencias de la tierra, termodinámica, dinámica de sistemas, entre otros). Para la corriente que ha adoptado este enfoque el desarrollo sustentable se puede definir como aquel estado que garantiza un nivel mínimo de bienestar con base en la gestión y mantenimiento de un stock de riqueza que genera un flujo constante o no decreciente de ingresos per cápita. La riqueza de un país está determinada por los recursos y servicios que suministra el ecosistema (capital natural), el capital físico que permite la producción de otros bienes (maquinaria, edificios, infraestructura en general), las habilidades-destrezas de los trabajadores en la realización de las actividades económicas (capital humano) y la capacidad para organizarse y tomar decisiones colectivas (capital social). El capital engloba los cuatro tipos de capital natural, físico, humano y social que deberán ser administrados y gestionados de tal forma que el flujo de ingresos que genere sea lo suficientemente elevado sin provocar menoscabo en las funciones y en los acervos del mismo (United Nations, 2003).

Entre los científicos de esta corriente, hay consenso en el sentido de que se debe mantener un stock mínimo de capital agregado, sin embargo, el consenso se pierde al determinar el tipo específico de capital que se debe preservar. En este debate, se distinguen dos extremos opuestos: los que opinan que el capital natural se puede agotar y degradar ya que puede ser sustituido perfectamente por capital físico producido por el hombre. En esta situación, el capital físico es un sustituto perfecto del capital natural, las máquinas o desarrollos tecnológicos pueden remplazar el recurso natural como los fertilizantes sintéticos han sustituido la falta de fertilizantes naturales por erosión de suelos. Por otro lado, están los que opinan que el capital natural es complemento del capital físico y, por lo tanto, el primero debe ser preservado. Los árboles de un bosque y las sierras eléctricas son complementos, se necesitan los dos tipos de capital para llevar a cabo el corte de las cortezas de los árboles, sin los árboles las sierras no tienen utilidad y valor. Ambas posturas han dado lugar a dos tipos de acepciones del concepto de sustentabilidad: la débil que considera sustitutivos perfectos los distintos tipos de capital y que está representada por la corriente de pensamiento de la economía ambiental y la fuerte con unidades de capital que se complementan representada por la corriente de pensamiento de la economía ecológica (United Nations, 2003).

1.2. Huella ecológica y la sustentabilidad fuerte

La huella ecológica es un marco contable que sirve para cuantificar los servicios biofísicos¹ de la naturaleza que requiere una economía dada (Wackernagel, 1994). Se calcula estimando el área de tierra necesaria para sostener el nivel de consumo actual de la población en una economía dada, usando la tecnología prevaleciente. Comprende todos los recursos y servicios ecológicos locales y globales que son apropiados por una economía para proveer materias primas, energía y para asimilar los desechos de la producción y el consumo, expresados en unidades de tierra (hectáreas).

La huella ecológica es un término para denominar a una herramienta de gestión y planeación de la sustentabilidad. Es una herramienta que mide los impactos biofísicos de la actividad de producción y consumo, en un indicador simple y que se basa en el principio de la sustentabilidad fuerte. En este sentido, la huella ecológica es una medida biofísica del capital natural (Wackernagel *et al.*, 1999) y para el cual se utiliza como aproximación una unidad de medida homogénea operativa denominada superficie de tierra bioproductiva expresada en hectáreas globales (de tierra y mar).

La huella ecológica representa los requerimientos de capital natural² de una economía en términos de su correspondiente área bioproductiva. La superficie bioproductiva tiene distintas acepciones, pero la que sirve de base al concepto es la cantidad de biomasa (producción primaria neta) que puede generar un área determinada (una hectárea) teniendo como referencia de cálculo la productividad global media del ecosistema. La huella ecológica enfoca su análisis desde la perspectiva de consumo de la población (perspectiva no territorial a diferencia del enfoque de la producción, esto es, perspectiva territorial) y todos los insumos, recursos y servicios biofísicos necesarios de manera directa e indirecta para satisfacerlo, expresado en hectáreas globales de tierra bioproductiva (Cano, 2004; Wackernagel *et al.*, 1999; Borucke *et al.*, 2013; Albornoz, 2015). Es decir, la demanda de recursos y servicios biofísicos

¹ Son cinco los servicios biofísicos que presta la naturaleza: proveedor de materias primas, proveedor de energía para la producción de bienes y servicios, capacidad de asimilación de desechos de las actividades humanas, servicios de soporte de la vida (capa de ozono, regulación del clima, biodiversidad) y como paisaje para la recreación (United Nations, 2003, pág. 1).

² El capital natural se puede clasificar en tres categorías: recursos naturales, tierra y ecosistemas. El *System of Environmental-Economic Accounting* (SEEA) contabiliza en las cuentas de activos físicos y monetarios cada una de estas tres categorías de capital natural. (United Nations, 2003). Los recursos naturales (biológicos y minerales) y los ecosistemas (aire y agua) se utilizan como materias primas (materia y energía) en la producción de bienes y servicios, y están comprendidos en los bienes de consumo final. Los ecosistemas y la tierra se suelen utilizar como sumidero de los desechos gaseosos, sólidos y líquidos de la actividad humana.

para satisfacer las necesidades de consumo de la población de una economía dada en una medida homogénea. Cada hectárea global de tierra representa la capacidad de bioproducción de recursos naturales (excepto agua dulce) que ingresan al sistema económico, que permiten la producción de bienes y servicios de consumo final y la capacidad de asimilación de desechos (solo la adsorción de CO₂).

Dado que la huella ecológica es un concepto simple y tiene como principio ser una medida conservadora del impacto ecológico de la actividad humana, en su estimación no se incluye la capacidad de asimilación de desechos distintos al dióxido de carbono (metales pesados, desechos sólidos municipales, tóxicos, aguas residuales) y la demanda de agua dulce. Por lo anterior, la huella ecológica comprende la huella de carbono, es un componente de aquél, pero no la huella hídrica. De aquí se desprende una de las principales desventajas de la huella como indicador de la sustentabilidad, como medida incompleta para medir los impactos de la actividad humana en la biosfera. Para la estimación de la huella hídrica se ha diseñado una metodología de cálculo para tratar de capturar el impacto ecológico de su consumo y contaminación (Hoekstra, 2009). Adicionalmente, se ha desarrollado la huella de carbono de manera independiente al de huella ecológica la cual intenta capturar el potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero en unidades de CO₂ equivalente.

Aunque la huella ecológica es un indicador que sintetiza información valiosa para la toma de decisiones de política pública, falla en capturar las distintas dimensiones de la sustentabilidad en los ámbitos sociales, económicos y ecológicos. De acuerdo con Moffatt (2000) y Schaefer et al (2006), las limitaciones de este indicador son: que es un indicador estático, que ignora el papel del cambio tecnológico en el uso de los recursos, deja de lado el uso de recursos que son importantes para el mantenimiento del equilibrio ecológico de los ecosistemas como son los recursos hídricos y los de los océanos, existen recursos cuya capacidad de absorción y regeneración es limitada y que no están representados en la huella ecológica como los metales pesados y radioactivos por un lado y las reservas de combustibles por el otro lado, es una medida que no incorpora consideraciones de equidad intra e inter generacional, entre otras más que mencionan los autores y que por razones de espacio no se mencionan aquí.

Por lo anterior, el análisis presentado en este artículo no pretende ser concluyente sino solo aportar evidencia desde el enfoque de las huellas que junto con otros indicadores permitan abarcar la sustentabilidad de un territorio en sus distintas dimensiones. El análisis de las huellas ecológicas debe acompañarse con información sobre distribución de ingresos, población en pobreza extrema, generación de empleos, uso de agua y descargas de aguas

residuales, manejo de desechos tóxicos y biológico-infecciosos por mencionar solo algunos de los indicadores que permitirían tener un amplio panorama sobre el tema de la sustentabilidad.

En la estimación de la huella ecológica se puede emplear dos métodos distintos. El primero, hace uso de las estadísticas oficiales de consumo, exportaciones e importaciones, rendimientos de la producción, superficies de tierra según distintos ecosistemas a nivel nacional e internacional (FAO, Sistemas de Cuentas Nacionales, anuarios estadísticos, entre otros) para obtener una medida agregada de la huella ecológica per cápita a nivel nacional (Borucke *et al.*, 2013; Cano, 2004). El segundo hace uso de la información disponible por tipo de bien o servicio y la estimación del ciclo de vida y los requerimientos de energía y materiales de la cuna a la tumba; este método de estimación de la huella es más complicado de llevar a cabo por la dificultad de la delimitación de los requerimientos de los productos y se suele aplicar a un ámbito espacial de menor dimensión incluso al nivel de empresa (Wackernagel *et al.*, 2000; Albino y Kültz, 2004). Recientemente, y como una extensión del primer enfoque, se han desarrollado propuestas metodológicas para la estimación de la huella ecológica en ámbitos espaciales de menor dimensión al nacional como son las entidades federativas, los municipios y localidades (Cano y Delgado, 2015). El presente trabajo de investigación toma la propuesta metodológica de Cano y Delgado (2015) para la estimación de las huellas ecológicas de las entidades federativas de México.

Para poder determinar la condición de superávit/déficit ecológico es necesario comparar la huella ecológica con la medida de capacidad bioproductiva disponible en hectáreas globales per cápita. Dicho de otra manera, se estima la capacidad de carga de los ecosistemas locales en unidades de tierra (hectáreas globales per cápita), de tal manera que se pueda tener una medida homogénea de la disponibilidad de biocapacidad para contrastarla con la huella ecológica como medida de la demanda de recursos biofísicos del ecosistema local y global. Cuando la demanda es superior a la oferta de biocapacidad, se dice que se incurre en déficit ecológico, es decir, la economía de un territorio está viviendo a expensas de la biocapacidad de otros territorios. Y si la demanda es inferior a la oferta, se incurre en un superávit ecológico, es decir, la economía está viviendo dentro de los límites de sus recursos biofísicos y en los límites de la capacidad de los ecosistemas locales. En este trabajo, se estiman las capacidades de carga de las economías de las entidades federativas de México, basándose en la propuesta de (Borucke *et al.*, 2013; Cano, 2004).

1.3. Literatura sobre huellas ecológicas

La literatura sobre huellas ecológicas a nivel internacional es amplia y abundante. En este conjunto de trabajos, podemos mencionar a Bicknell et al

(1998), Hoekstra (2009), Galli et al (2011), Wiedmann et al (2006), Ewing et al (2012), Wiedmann (2009), Cano (2004), Turner et al (2007), Hubacek y Giljum (2003), entre otros. En México, la literatura sobre huellas ecológica es limitada, se han publicado muy pocos trabajos en esta línea de investigación. Los trabajos publicados se centran en la estimación puntual de la huella ecológica o variantes de la misma acerca de productos, servicios y actividades o de regiones en particular. En el trabajo de Cornejo y Chávez (2013) se estima la huella de carbono de la actividad de avistamiento de ballenas en las Islas Marietas en Nayarit, México. Por su parte, Ríos et al (2015), determinan la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del distrito rural 017 de la comarca lagunera en México, de acuerdo con sus resultados, la producción de maíz y sorgo forrajero en la región resultó altamente eficiente y productiva en comparación con los demás cultivos forrajeros lo que se tradujo en una menor huella hídrica azul. Bueno et al (2019), estiman la huella hídrica de la zona costera de San Blas, México. Vazquez y Lambarri (2017) hacen un análisis de la huella hídrica en determinadas regiones del país, aquella de uso doméstico y productos agrícolas, así como un panorama amplio sobre los componentes de la huella hídrica y sus implicaciones a nivel mundial.

A diferencia de los trabajos referidos con anterioridad, el método propuesto por Cano y Delgado (2015) permite estimar la huella ecológica a nivel subnacional, haciendo uso de la información oficial sobre huellas ecológicas nacionales. Una de las principales ventajas de este método es que al aplica un método estadístico estándar –análisis de componentes principales- para obtener la huella ecológica de espacios subnacionales. Lo anterior garantiza la comparabilidad de resultados entre regiones a nivel nacional. Este es la principal ventaja de dicho método además de que permite identificar las variables que tienen el mayor impacto en la huella ecológica de un territorio dado.

2. Metodología

Este trabajo parte de la información disponible sobre huellas ecológicas nacionales y estadísticas oficiales de la actividad económica a nivel entidad federativa. Se hace uso de la propuesta metodológica de Cano y Delgado (2015) para la estimación de huellas ecológicas a una escala espacial local o regional, de menor nivel que las estimaciones convencionales sobre huellas ecológicas. El método está basado en el Análisis de Componentes Principales con el fin de estimar la escala de la actividad humana en las entidades federativas de México.

La información más reciente sobre huellas ecológicas nacionales corresponde al año 2013. En este año, la huella ecológica nacional ascendió a 2.7 hectáreas globales per cápita (gha/pc) (Global Footprint Network). Con base en este dato

y en el método de Análisis de Componentes Principales, se distribuyó este valor entre las 32 entidades federativas de México. Los factores de ponderación que sirvieron de base para la distribución de la huella entre las entidades federativas de México fueron los asociados al primer componente lo cual explica la mayor parte de la varianza de las variables incluidas en el análisis. Las variables utilizadas en el estudio son: Producto Interno Bruto (PIB) en millones de pesos a precios corrientes (Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI), residuos sólidos urbanos en miles de toneladas anuales (SEDESOL), vehículos de motor registrados en circulación (Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación, INEGI), consumo de energía eléctrica en gigawatts por hora (Comisión Federal de Electricidad), cuartos de hospedaje (Secretaría de Turismo e INEGI), establecimientos (Censo Económico, INEGI) y viviendas particulares habitadas (Censo de Población y Vivienda, INEGI).

El método para la estimación de las huellas ecológicas de las entidades federativas de México está conformado por un conjunto de etapas. Primeramente, se parte de un conjunto de p variables, X_1, X_2, \dots, X_p , en niveles. A partir de este conjunto de variables, se estiman los componentes principales del conjunto de datos en el programa STATA©. Es decir, se hace la estimación de los eigenvalores y eigenvectores del análisis de componentes principales³. Una vez que se calculan los componentes, se toma el componente con la mayor varianza (eigenvalor) y los coeficientes (eigenvectores) (u_{1i}) de este componente se multiplican con las variables asociadas a cada entidad federativa. El valor de Y_{1i} sirve de ponderador para estimar la huella ecológica de cada una de las entidades federativas de México. Esto es, en términos algebraicos para el componente uno, se tiene:

$$Y_{1i} = u_{11}X_{1i} + u_{12}X_{2i} + \dots + u_{1p}X_{pi} \quad (1)$$

Donde $i = 1, \dots, n$ es el número de entidades federativa para un conjunto de p variables.

En términos matriciales, para el conjunto de n observaciones (entidades federativas) del componente 1, se puede representar de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ \dots \\ Y_{1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{pn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \dots \\ u_{1p} \end{pmatrix}$$

³ Los eigenvalores son las varianzas de los componentes principales y los eigenvectores son los coeficientes que integran a cada componente. Los eigenvectores se pueden representar como una combinación lineal de las p variables del conjunto de datos.

Dado que la media de Y_{1i} , $i=1, \dots, n$ es una magnitud distinta de uno, se hace un cambio de escala en la cual la media tenga valor 1 y desviación estándar de 1 de tal manera que estos factores transformados se utilizan finalmente como ponderadores normalizados Z_{1i} para estimar la huella ecológica de las entidades federativas de México en hectáreas globales. Con los ponderadores normalizados y el dato de la huella ecológica total de México, la cual asciende a $HE=334,098,302$ hectáreas globales para el año 2013 según la Footprint Network, se estima la huella ecológica en hectáreas globales (gha) por entidad federativa (HE_i). La huella en términos per cápita (gha/pc) se estima dividiendo la huella en hectáreas globales de cada entidad federativa por el total de la población respectiva. La media de las huellas ecológicas por entidad federativa permite obtener la huella ecológica de México, la cual asciende a 2.6 gha/pc una diferencia de una décima con respecto a aquella reportada por Footprint Network para el año 2013, la cual asciende a 2.7 gha/pc. La diferencia puede deberse a los redondeos de las huellas ecológicas estimadas de las entidades federativas.

$$HE_i = HE(Z_{1i}) \quad (2)$$

Además, se realiza la estimación de la oferta de recursos naturales y los servicios de asimilación de desechos de los ecosistemas de las entidades federativas de México en unidades de hectáreas globales per cápita. Es decir, de la capacidad bioproductiva disponible local en una medida homogénea como lo son las hectáreas globales per cápita. La información sobre superficie territorial según tipo de uso de suelo se tomó de los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos de los años 2013 y 2014 (SEMARNAT-CONAFOR). En las estimaciones de la capacidad bioproductiva de cada entidad federativa, se necesario contar con los datos de la superficie territorial en hectáreas de las siguientes categorías: agrícola, pastizales, área forestal y zonas urbanas.

Los pasos para la estimación de la capacidad bioproductiva disponible per cápita (CB) por entidad federativa i se indican a continuación: las hectáreas de superficie (ha) por tipo de uso de suelo j se dividen por la población (pob) para obtener el per cápita disponible por tipo de uso de suelo j . A su vez, se multiplica por el factor de rendimiento (fr) según j para obtener el equivalente en hectáreas mundiales per cápita por tipo de uso de suelo y finalmente se multiplica por el factor de equivalencia (fe) según j para obtener el valor expresado en hectáreas globales per cápita (Borucke *et al.*, 2013; Cano, 2004). La capacidad bioproductiva disponible local se estima para cada una de las entidades federativas i . La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$CB_i = \sum_{j=1}^4 [(ha_{ij}/pob_i) * fr_{ij} * fe_{ij}] \quad (3)$$

$$i=1, \dots, 32, j=1, \dots, 4$$

Los factores de rendimiento utilizados en la estimación de la capacidad de carga de la superficie agrícola y forestal se estiman dividiendo la producción (agrícola o forestal) local (*ton/ha*) y la producción mundial (agrícola o forestal) (*ton/ha*). Es decir, el cociente del rendimiento medio local y el rendimiento medio mundial⁴. En relación con la superficie destinada a pastos, el factor de rendimiento se obtiene al dividir la producción local de carne (bovino, caprino y ovino) y leche ambos en gigajoules por hectárea (*Gj/ha*) y la correspondiente a la producción mundial en (*Gj/ha*). El factor de rendimiento y el factor de equivalencia de la superficie de las zonas urbanas es equivalente al factor de rendimiento y factor de equivalencia de las áreas agrícolas (Cano, 2004; Borucke et al., 2013; Wackernagel, 1994).

Por otra parte, se estimó el factor de equivalencia de los diferentes tipos de uso de suelo. Este factor permite obtener una medida en hectáreas comparable a aquella obtenida para la huella ecológica, con el fin de contrastar ambas y con ello obtener el déficit/superávit ecológico de una entidad en particular. Por lo anterior, el factor varía de acuerdo con el tipo de uso de suelo y por año. En particular, el factor de equivalencia permite obtener el equivalente de las hectáreas globales a partir de la información de las hectáreas mundiales por tipo de uso de suelo. De manera más general, de acuerdo con Borucke et al (2013) la lógica del factor de equivalencia consiste en permitir obtener ponderaciones de la capacidad inherente de cada tipo de área de tierra para generar recursos biológicos útiles a la actividad humana. Es importante destacar que la estimación no se basa en la capacidad actual para producir biomasa sino en la capacidad inherente de generación de biomasa de cada tipo de tierra.

Con relación a los factores de equivalencia, éstos se estimaron con base en el siguiente procedimiento. En primer lugar, se tomó el valor del índice de adecuación mundial reportado en Borucke et al., (2013). Los índices que se utilizaron fueron los siguientes: agrícola 0.9, forestal 0.5, pastizal 0.1 y por convención metodológica para la zona urbana se toma el mismo valor para las áreas agrícolas. Este índice de adecuación sirvió para estimar las hectáreas disponibles ajustadas (*ha/pc* ajustadas) por tipo de uso de suelo *j*. Después, se obtuvieron las hectáreas relativas como el cociente de las hectáreas ajustadas de cada categoría con relación a la categoría agrícola que sirve de base de comparación. El factor de equivalencia para cada tipo de uso de suelo entonces es la división de las hectáreas relativas correspondientes a cada tipo y un valor dado por un cociente que expresa las hectáreas ajustadas promedio ponderadas por su participación en el total y el total de hectáreas ajustadas (Cano, 2004). El factor de equivalencia para cada tipo de uso de suelo se estimó por entidad

⁴ Para la estimación del rendimiento medio local y mundial solo se tomaron los datos de la producción de maíz, trigo y centeno.

federativa. La superficie forestal para extracción de recursos forestales y la que corresponde a la captura de carbono es la misma.

Por otra parte, se estima el superávit y déficit ecológico como la diferencia entre la Capacidad Bioprodutiva (CB) y la Huella Ecológica (HE) ambas en gha/pc. El déficit ecológico se presenta cuando la huella ecológica es mayor a la capacidad bioprodutiva local, es decir, cuando la demanda de recursos y servicios del ecosistema es mayor a la capacidad de carga del ecosistema local. El superávit ecológico se presenta cuando la capacidad bioprodutiva local es mayor a la huella ecológica, en esta situación, la oferta de recursos y servicios ecosistémicos locales es mayor a la demanda bioprodutiva de las actividades económicas y la población y puede ser satisfecha en su totalidad por los servicios y recursos de los ecosistemas locales. La fórmula para estimar el déficit/superávit es la siguiente:

$$\text{Superávit} = CB_i - HE_i > 0 \quad (4)$$

$$\text{Déficit} = CB_i - HE_i < 0 \quad (5)$$

3. Huella ecológica de las entidades federativas

En el tabla 1 y figura 1 se presentan los resultados de las estimaciones de la huella ecológica. En el anexo 1 se pueden encontrar las principales características de las variables, matriz de correlación, los componentes principales y la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin. Los resultados indican que Tlaxcala es la entidad federativa con la huella ecológica más baja (1.4 gha/pc) y la ciudad de México con la huella ecológica más alta (4.7 gha/pc). Le sigue en importancia en orden descendente, Campeche (4.2 gha/pc), Nuevo León (3.8 gha/pc), Jalisco (3.2 gha/pc), Michoacán (3.1 gha/pc), Chihuahua (3.0 gha/pc), Baja California y Tamaulipas (2.8 gha/pc), Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Quintana Roo con una huella de (2.7 gha/pc). Estas entidades federativas tienen una huella superior o igual a la huella del país. Todas las demás entidades, tienen una huella ecológica de menor valor⁵.

El desarrollo económico, social y ambiental en las entidades federativas es diverso y está en función de distintos factores que se presentan a nivel local. Los factores que destacan son el tamaño de la población, el consumo de energía eléctrica, el tamaño de la economía medida a través del PIB estatal, los residuos sólidos urbanos, vehículos de motor en circulación, cuartos de hospedaje, número de establecimientos y viviendas particulares. Las políticas de desarrollo sustentable deben considerar esta diversidad a nivel territorial para

⁵ Según la Global Footprint Network la huella ecológica de México en el 2013 fue de 2.7 gha/pc. En este trabajo de investigación, el promedio de la huella ecológica de las 32 entidades federativas resultó ser de 2.6 gha/pc para el mismo año. Los autores del trabajo consideramos que la diferencia en el decimal se debe a razones de redondeo de las cifras.

el diseño de estrategias y acciones a nivel regional tanto a mediano, como a largo plazo con el fin de mitigar los impactos de las actividades humanas en los sistemas naturales locales, pero también en los globales. Los recursos naturales, los ecosistemas y la tierra a nivel local deben protegerse para que tanto los servicios (de asimilación de desechos, de soporte de vida, paisaje para la recreación), recursos, energía y materias primas que proporcionan a la población puedan mantenerse a perpetuidad para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Como podemos observar en el figura 2, la huella ecológica tiene una alta relación con el tamaño de la economía, medido por el PIB. A mayor tamaño de la economía, mayor es la huella ecológica de la entidad. Aunque la relación no es perfecta. El tamaño de la economía es una medida del uso de recursos naturales, factores productivos (trabajo, capital físico) y recursos financieros (monetarios), que se movilizan para producir bienes y servicios que se ponen a disposición de la población. El consumo de la población demanda recursos de la biosfera (recursos naturales y capacidad de asimilación de desechos) a nivel local como base para su continua expansión.

Este hallazgo conduce a afirmar que, si una economía crece y, por lo tanto, aumenta de tamaño, mayor es el consumo de recursos y servicios de la biosfera a nivel local. Si las condiciones descritas anteriormente se mantienen sin cambio, entonces el consumo de la biocapacidad podría llegar a ser mayor a la tasa de regeneración de los recursos naturales, entonces se prevé un escenario de disminución en el acervo de capital natural disponible para proveer insumos y materias primas necesarias a la producción, consumo y acumulación de la economía. Y hay mayor riesgo de incurrir en déficit ecológico, una situación en donde la capacidad de carga de los ecosistemas locales y del territorio ha sido rebasada en su totalidad. Esta condición es una situación de desequilibrio ambiental, dado que la economía está demandando recursos a una tasa superior a la capacidad de regeneración de los ecosistemas locales, por lo que la población está viviendo a expensas de las generaciones futuras que aún no han nacido y cuyo nivel de vida dependerá de las condiciones que hayan heredado de las generaciones que le precedieron.

Tabla 1
Huellas Ecológicas y Capacidad de Carga de las entidades federativas de México, 2013

Entidad	Z estandar	HE gha	Población	HE gha/pc	BC gha/pc	Sup(+)/Déf(-)
Aguascalientes	0.30	3,090,368	1,308,800	2.4	0.5	-1.9
Baja California	0.93	9,760,339	3,533,722	2.8	0.7	-2.1
Baja California Sur	0.20	2,059,008	750,620	2.7	1.1	-1.7
Campeche	0.37	3,856,558	920,041	4.2	2.1	-2.1
Chiapas	0.82	8,517,277	5,350,296	1.6	1.0	-0.5
Chihuahua	1.08	11,287,763	3,800,116	3.0	2.6	-0.3
Coahuila	0.75	7,799,938	3,020,585	2.6	0.6	-1.9
Colima	0.12	1,300,601	729,821	1.8	0.8	-1.0
Ciudad de México	4.17	43,584,438	9,295,259	4.7	0.0	-4.7
Durango	0.37	3,824,665	1,806,461	2.1	3.0	0.9
Estado de México	4.21	43,979,646	17,102,988	2.6	0.0	-2.6
Guanajuato	1.40	14,574,543	5,977,931	2.4	1.0	-1.5
Guerrero	0.76	7,888,278	3,682,946	2.1	0.8	-1.3
Hidalgo	0.69	7,224,162	2,933,029	2.5	1.0	-1.5
Jalisco	2.45	25,616,815	8,091,837	3.2	1.5	-1.6
Michoacán	1.39	14,529,350	4,734,422	3.1	1.2	-1.9
Morelos	0.40	4,191,951	1,958,800	2.1	0.4	-1.8
Nayarit	0.23	2,405,849	1,231,603	2.0	1.7	-0.2
Nuevo León	1.87	19,548,702	5,164,127	3.8	0.5	-3.3
Oaxaca	0.65	6,791,727	4,137,777	1.6	0.7	-0.9
Puebla	1.36	14,166,383	6,341,535	2.2	0.5	-1.8
Querétaro	0.45	4,656,844	2,031,648	2.3	0.7	-1.6
Quintana Roo	0.40	4,136,910	1,552,000	2.7	0.2	-2.5
San Luis Potosí	0.71	7,367,280	2,824,136	2.6	0.5	-2.1
Sinaloa	0.80	8,366,489	3,064,695	2.7	4.6	1.8
Sonora	0.76	7,917,729	2,980,193	2.7	4.0	1.4
Tabasco	0.57	5,956,462	2,439,886	2.4	0.9	-1.6
Tamaulipas	0.95	9,968,266	3,617,601	2.8	2.7	-0.1
Tlaxcala	0.18	1,853,088	1,298,838	1.4	0.4	-1.0
Veracruz	1.88	19,657,663	8,280,899	2.4	1.8	-0.6
Yucatán	0.48	5,049,370	2,157,339	2.3	0.3	-2.1
Zacatecas	0.30	3,169,841	1,620,163	2.0	0.5	-1.5
País				2.6	1.2	-1.4

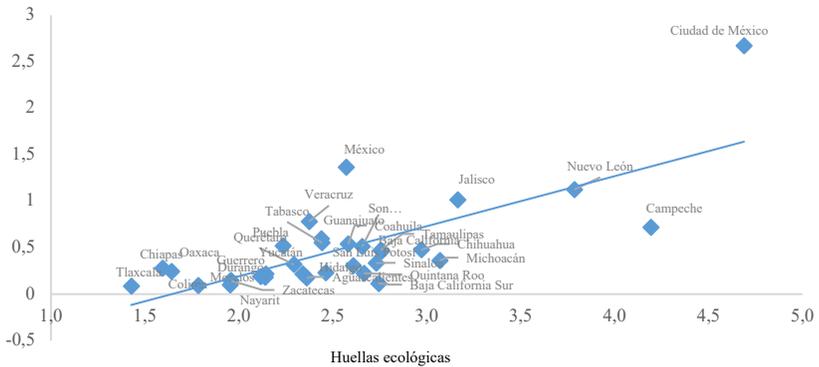
Fuente: Estimaciones propias

Figura 1
Huellas ecológicas de las entidades federativas de México, 2013



Fuente: elaboración propia en QGIS 3.0.3

Figura 2
Huellas Ecológicas y PIB (millones de pesos a precios del 2013) de las entidades federativas de México



Fuente: Elaboración propia con base en resultados de huellas ecológicas e INEGI

4. Biocapacidad y déficit ecológico en las entidades federativas

En este apartado se estima la capacidad bioproductiva disponible en las entidades federativas de México⁶. Es decir, la oferta de recursos naturales y servicios de asimilación de desechos del ecosistema local en unidades de hectáreas globales per cápita. Los resultados de la biocapacidad se contrastan con aquellos de la huella ecológica para obtener el superávit o déficit ecológico por entidad federativa. En el anexo 2 se presentan los resultados de los factores de rendimiento y equivalencia por tipo de uso de suelo y en el anexo 3 los tipos de uso de suelo en hectáreas.

El análisis de los resultados se presenta en el tabla 1 y figura 3. Se observa que 29 entidades federativas presentan déficit ecológico, esto es, la demanda de biocapacidad de la población supera la oferta de recursos y servicios ecológicos a nivel local por lo que se está presentando un quiebre ecológico. La escala de actividad económica ha rebasado los límites de los ecosistemas locales en la provisión de energía y materiales para el sostenimiento del sistema económico y en la absorción de las emisiones de carbono que emiten las actividades en conjunto. El déficit ecológico de las economías de las entidades federativas pone en riesgo el acervo de capital natural disponible y si esta situación se mantiene por un largo periodo podría conducir a la degradación progresiva del mismo hasta su agotamiento definitivo. La riqueza natural de los ecosistemas locales no está siendo administrada de manera sostenible, por lo que se corre el riesgo de colapso de los sistemas naturales y del sistema económico cuya reproducción continua se apoya en el primero.

Destaca el caso de la Ciudad de México con una huella ecológica de 4.7 gha/pc y una oferta de biocapacidad disponible aproximadamente de cero que contribuyen a un déficit ecológico de 4.7 gha/pc. La oferta de biocapacidad es muy cercana a cero, debido a diversos factores que han contribuido a la degradación de los servicios de los ecosistemas locales. La alta densidad de población de 5,967 hab/km² (INEGI, 2010), la mayor del país, contribuye a que los recursos y servicios biológicos a nivel local no puedan cubrir la sobredemanda de alimentos, recursos biológicos y absorción de desechos que se generan por el excesivo nivel de consumo agregado de la población local. La demanda de suelo para uso urbano ha contribuido a la disminución de la bioproductividad local, al uso intensivo del suelo productivo y no productivo y a su degradación por sobreexplotación.

⁶ En la estimación de la capacidad de carga disponible o capacidad bioproductiva por entidad federativa, se aplicó la fórmula señalada en el apartado metodológico. Se tuvieron que ajustar los resultados por un factor de escala para que el resultado agregado a nivel país (el promedio de todas las entidades federativas) coincidiera con el valor reportado por la Global Footprint Network que corresponde a una CB=1.2 gha/pc. El factor de escala consistió en multiplicar la CB por un factor de 2.

El déficit ecológico no solo tiene implicaciones ambientales sino también sociales y éticas para las generaciones futuras y para otros territorios. Los conflictos sociales por el control de los recursos naturales (tierra, agua, bosques) entre regiones o ciudades están surgiendo con más fuerza en años recientes alimentados por la creciente escasez de aquéllos. Dicha escasez es intensificada por los efectos del cambio climático en los ecosistemas locales que conduce a una mayor degradación ambiental y pérdida de biodiversidad. La población que depende de los recursos de los ecosistemas para su sustento diario (leña, carbón vegetal, agua, caza, pesca ribereña, plantas y vegetales silvestres, entre otros) son los más vulnerables a la creciente escasez lo que agudiza aún más los conflictos por el control de los recursos naturales.

La sobredemanda de recursos biofísicos de las entidades federativas con déficit ecológico presumiblemente está siendo satisfecha con los recursos biológicos de otras áreas que presentan una condición de superávit ecológico, posiblemente a través del comercio de bienes y servicios con otros estados que presentan dicha condición, como es el caso de Sinaloa, Durango y Sonora en México; y a través del comercio internacional con países como Canadá que presentan un superávit ecológico de 8.49 gha/pc. La apropiación de los recursos que pertenecen a otras áreas, entidades federativas y países a través del consumo de bienes importados que para su producción incorporan recursos bioproductivos, está contribuyendo a acrecentar la inequidad en la distribución de los recursos de la biosfera que se concentran en las áreas que presentan un proceso de desarrollo que no está siendo sustentable a escala local.

Así mismo, la población actual está viviendo a expensas del bienestar de las generaciones futuras, porque está consumiendo los recursos y servicios de la biosfera a una tasa que pone en riesgo la disponibilidad futura de los mismos para su consumo por la población que aún no nace. Las implicaciones éticas no son menos importantes que las sociales y requieren atención prioritaria para evitar que la población actual expolice los recursos que no le pertenecen de manera exclusiva. La civilización actual debe extraer lecciones de las civilizaciones antiguas que lograron desarrollar sus economías en plena armonía con el entorno natural y gracias a lo cual, las generaciones del presente están disfrutando de los recursos naturales que conservaron y nos legaron.

Por otra parte, destacan los casos de Sinaloa, Durango y Sonora con oferta neta positiva de biocapacidad. El caso de Durango con un superávit de 0.9 gha/pc y Sonora con 1.4 gha/pc. Estas dos entidades federativas presentan una densidad de población de 14 y 16 hab/km² respectivamente, detrás de Baja California Sur con una densidad de 10 hab/km². La baja densidad poblacional es un factor que contribuye a la baja demanda de recursos y servicios para consumo el cual aún está dentro de los límites de las disponibilidades locales. Además, la escala de la actividad económica de ambas entidades se desarrolla

dentro de los límites de la capacidad de carga de la biosfera local. Por su parte, el estado de Sinaloa con un superávit de 1.4 gha/pc, presenta una densidad poblacional (52 hab/km²) muy cercana al promedio del país (61 hab/km²) (INEGI, 2010), por lo que no es un factor explicativo de esta condición. En su caso, el estado presenta altos niveles de rendimientos agrícolas y pecuarios que destacan no solo a nivel nacional sino también a nivel mundial, por lo que la oferta bioproductiva local está superando la demanda de consumo de la población local. Sin embargo, aun cuando el estado Sinaloa, pero también Sonora y Durango, presentan una condición de superávit ecológico, no debe obviarse otros elementos importantes que no están siendo considerados en la metodología de las huellas ecológicas y capacidad de carga local, como es la contaminación de agua, distribución del ingreso, por mencionar algunos, en un análisis más integral del desarrollo sustentable de las economías locales.

Figura 3
Déficit/Superávit ecológico



Fuente: elaboración propia en QGIS 3.0.3

Conclusiones

El desarrollo económico en la mayor parte de las entidades federativas no está siendo sustentable. Se llegó a la conclusión anterior, con base en los resultados obtenidos de la huella ecológica, capacidad de carga disponible y la estimación del superávit/déficit ecológico en cada una de las 32 entidades federativas del país. Los resultados sugieren que el modelo de desarrollo implementado en

México y en el nivel local (excepto para Sonora, Durango y Sinaloa) no conduce a un uso sustentable de los recursos naturales y de los servicios de los ecosistemas y que, de continuarse con este modelo, se corre el riesgo de un colapso de los sistemas que le dan sustento a la vida. Se requiere empezar a considerar a la naturaleza como un sistema que no se puede disociar del sistema económico-social y que para el sostén de ésta se requiere mantener un acervo de capital natural que permita la reproducción económica de manera indefinida para bienestar de las generaciones actuales y futuras.

La planeación del desarrollo a nivel local en México debe incorporar el elemento de la sostenibilidad y que el desarrollo es un proceso que implica la interacción de las esferas económicas, sociales y ambientales. La promoción de una sola dimensión en detrimento de las otras dos no conduce al desarrollo sustentable, como ha ocurrido actualmente dado que solo se ha favorecido el factor económico (crecimiento económico y generación de riqueza) a costa del deterioro ecológico y la polarización de la población debido al ensanchamiento de brechas entre ricos y pobres. Los diseñadores de política pública deben promover el cambio de paradigma en los procesos de la planeación del desarrollo para pasar de una planeación cortoplacista economicista a una de mediano y largo plazo enfocada en el equilibrio dinámico de los sistemas económicos-sociales y ambientales dentro de los límites físicos de los ecosistemas.

Aunque la huella ecológica y la capacidad de carga representan índices que sintetizan información valiosa para la toma de decisiones de política pública, aún son indicadores que no logran capturar las otras dimensiones de la sustentabilidad como la social, económica y cuestiones en materia de manejo ambiental. Por lo anterior, el análisis presentado en este artículo debe complementarse con información sobre distribución de ingresos, población en pobreza extrema, generación de empleos, uso de agua y descargas de aguas residuales, manejo de desechos tóxicos y biológico-infecciosos por mencionar algunos temas a considerar en los análisis de sustentabilidad. Al menos, para comenzar en la dirección correcta, y como un primer paso en este sentido, los diseñadores de política pública deben dar los pasos necesarios para incorporar la huella ecológica como indicador de la gestión de la sustentabilidad en los procesos de planeación del desarrollo local. Además, se debe pasar de un enfoque de planeación de corto plazo, como se ha comentado con anterioridad, a uno enfocado a periodos temporales que comprendan una visión de mediano y largo plazos en línea con los procesos de planeación sustentable.

Actualmente, los diseñadores de políticas públicas pueden apoyarse en la agenda de desarrollo basada en los ODS de la ONU como marco para orientar las acciones a emprender en cada territorio de acuerdo con las particularidades de los sistemas y estructuras económicas y sociales en el nivel local. En este

sentido, la planeación sustentable del territorio puede servir de base para adaptar las acciones de la nueva agenda de desarrollo a una escala subnacional de acuerdo con la visión del desarrollo local de todos los actores del territorio en dos vertientes: modelo de sustentabilidad débil o fuerte.

Las acciones de planeación con base en el principio de sustentabilidad fuerte deben incorporar todas aquellas que son necesarias para organizar y administrar los recursos del territorio con base en el principio de precaución y de acuerdo con los postulados de la escuela de la economía ecológica. De acuerdo con el principio de precaución, las acciones a emprender comprenden aquellas que evitan daños irreversibles a los recursos naturales que en esencia son insustituibles, es decir, que no pueden ser sustituidos por otros tipos de materiales no naturales. En este marco, las acciones de protección y apoyo a los sistemas agrícolas tradicionales con manejo agroecológico (milpa) como alternativa a los sistemas de producción de monocultivo para la producción de alimentos, se enmarcan en este modelo. Otras acciones a considerar es el incremento del número de hectáreas de áreas naturales protegidas, protección de especies animales y vegetales en peligro de extinción, creación de bancos de germoplasma, entre otros. Por otra parte, las acciones de establecimientos de explotaciones comerciales forestales, pesqueras, agrícolas con base en los parámetros de rentabilidad de análisis costo-beneficio, gestión de recursos naturales con base en los parámetros de valoraciones monetarias de los recursos naturales, es decir, con base en los postulados de la economía ambiental son acordes a los principios de sustentabilidad débil. Estos son algunos ejemplos de las acciones a emprender por los gobiernos locales, a manera de ejemplificación ya que no es el fin de este trabajo establecer una lista exhaustiva de acciones, el cual debería ser retomado como una línea de investigación a desarrollar en trabajos futuros.

Referencias

- [1] Albino, V., & Kühtz, S. (2004). Enterprise input–output model for local sustainable development—the case of a tiles manufacturer in Italy. *Resources, Conservation and Recycling*, 41(3), 165-176. doi:10.1016/j.resconrec.2003.09.006
- [2] Albornoz, L. (2015). Sustentabilidad económica, social y ambiental en el marco de una matriz de contabilidad social híbrida para el estado de Yucatán, México, tesis de doctorado por la Universidad de Sevilla, España. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/38376>
- [3] Bicknell, K., Ball, R., Cullen, R. y Bigsby, H. (1998), New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy, *Ecological Economics*, 27, 149- 160.
- [4] Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J.C., Wackernagel, M., y Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint

- Accounts' underlying methodology and framework, *Ecological Indicators*, 24, 518-533.
- [5] Bueno, S. E., S. Marcelleño, O. Nájera, R. de Haro (2019), Implementación del método de escasez en la determinación de la huella hídrica en la zona costera de San Blas, México, *Tecnura*, 23(62), <https://doi.org/10.14483/22487638.15796>
- [6] Cano, A. (2004), *Economía y sostenibilidad en las grandes aglomeraciones urbanas: una aproximación al cálculo de la huella ecológica de Sevilla y su área metropolitana*, Sevilla Global, 316 páginas.
- [7] Cano, A. y Delgado, M. (2015), Local ecological footprint using principal component analysis: a case study of localities in Andalusia (Spain), *Ecological Indicators*, vol. 57, october 2015, pp. 573-579
- [8] Comisión Federal de Electricidad, Sistema de Información Energética, disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/>
- [9] Cornejo, J. L. y R. M., Chávez (2013), la huella de carbono de la observación de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en las islas Marietas, Nayarit, México, *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1): 121-130.
- [10] Ewing, B. R., Hawkins, T. R., Wiedmann, T. O., Galli, A., Ertug Erçin, A., Weinzettel, J., y Steen-Olsen, K. (2012). Integrating ecological and water footprint accounting in a multi-regional input-output framework. *Ecological Indicators*, 23(0), 1-8. doi:10.1016/j.ecolind.2012.02.025
- [11] FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistic Division. FAOSTAT DATABASE. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>
- [12] Footprint Network (2018), *National Footprint Accounts 2018 edition*, <http://data.footprintnetwork.org/#/>
- [13] Galli, A., Wiedmann, T., Erçin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. y Giljun, S. (2011), Integrating Ecological Carbon and Water Footprint: Defining the "Footprint Family" and its application in tracking human pressure on the Planet. OPEN: EU project deliverable <http://www.oneplanetecomynetwork.org/>
- [14] Hoekstra, A. Y. (2009), Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, 68, 1963-1974.
- [15] Hubacek, K., y Giljun, S. (2003). Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecological Economics*, 44(1), 137-151. doi:10.1016/S0921-8009(02)00257-4
- [16] INEGI, Varios documentos. Disponible en: www.inegi.org
- [17] Moffatt, I. (2000). Ecological footprints and sustainable development, *Ecological Economics* 32(2000): 359-362
- [18] ONU (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: www.un.org
- [19] Ríos, J.L., M. Torres, R. Castro, M.A. Torres, J. Ruiz (2015), Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México, *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Cuyo*, Mendoza, Argentina, 47(1): 93-107.
- [20] Rodríguez, C. (2004). Sistema híbrido para el análisis de las relaciones entre el medioambiente, la economía y la sociedad. Aplicación para el año 2000 al

recurso agua y las emisiones a la atmósfera en España. Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla, España.

- [21] Schaefer, F., U. Luksch, N. Steinbach, J. Cabeza and J. Hanauer, Ecological Footprint and Biocapacity, the world's ability to regenerate resources and absorb waste in a limited time period, Working papers and studies, Luxembourg: office for official publications of the European Communities.
- [22] SEDESOL, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. Fecha de consulta: 27 de junio de 2016.
- [23] SAGARPA, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- [24] SEMARNAT-CONAFOR (2015). Colección de Inventarios Estatales Forestales y de Suelos 2013-2014. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal.
- [25] Turner, K., Lenzen, M., Wiedmann, T., y Barrett, J. (2007). Examining the global environmental impact of regional consumption activities — part 1: A technical note on combining input-output and ecological footprint analysis. *Ecological Economics*, 62(1), 37- 44. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.12.002
- [26] United Nations (2003), Integrated environmental and economic accounting 2003, United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development World Bank.
- [27] Vázquez del Mercado, R. y J. Lambarri (2017). Huella hídrica en México: análisis y perspectiva, Jiutepec, Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 255 pp.
- [28] Wackernagel, M. (1994), Ecological Footprint and Appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability, Thesis submitted in Partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in The Faculty of Graduate Studies, School of Community and Regional Planning, University of British Columbia, Canada.
- [29] Wackernagel, M., Onisto, L., Bello P., Callejas, A., López I., Méndez J., Suárez A. y Suárez M. (1999), National natural capital accounting with the ecological footprint concept, *Ecological Economics* 29, pp. 375-390.
- [30] Wackernagel, M., Chambers, N. y Simmons C. (2000), Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as an indicator of sustainability. Earthscan publications Ltd, London and Sterling, VA.
- [31] WCED (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, disponible en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- [32] Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J., y Wackernagel, M. (2006). Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis. *Ecological Economics*, 56(1), 28-48. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.05.012
- [33] Wiedmann, T. (2009). A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics*, 69(2), 211- 222. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.08.026

Anexo 1

Tabla 2
Media y desviación estándar

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
energy	32	6,442	4,742	1,258	17,758
pib	32	488,832	504,154	87,658	2,673,066
rsu	32	1,357	1,418	239	6,958
hotel	32	21,009	17,391	3,952	86,588
vh	32	1,148,276	1,127,564	240,445	4,787,187
eto	32	132,211	115,304	28,114	534,838
viviendas	32	893,987	751,560	178,079	3,749,106

Pib: Producto Interno Bruto en millones de pesos a precios corrientes (Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI); rsu: residuos sólidos urbanos en miles de toneladas anuales (SEDESOL); vh: vehículos de motor registrados en circulación (Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación, INEGI); energy: consumo de energía eléctrica en gigawatts por hora (Comisión Federal de Electricidad); hotel: cuartos de hospedaje (Secretaría de Turismo e INEGI); eto: establecimientos (Censo Económico, INEGI); viviendas: viviendas particulares habitadas (Censo de Población y Vivienda, INEGI).

Tabla 3
Matriz de correlación entre variables

	energy	pib	rsu	hotel	vh	eto	viviendas
energy	1.0000						
pib	0.7453	1.0000					
rsu	0.8036	0.8213	1.0000				
hotel	0.3008	0.3632	0.3465	1.0000			
vh	0.8239	0.8821	0.9590	0.3957	1.0000		
eto	0.7142	0.7551	0.9582	0.3702	0.9201	1.0000	
viviendas	0.7943	0.7550	0.9765	0.3543	0.9204	0.9715	1.0000

Tabla 4
Componentes principales/correlaciones

		Número de observaciones	32	
		Número de componentes	7	
		Traza	7	
		Rho	1	
Componente	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
Comp1	5.4503	4.6159	0.7786	0.7786
Comp2	0.8344	0.4676	0.1192	0.8978
Comp3	0.3668	0.1026	0.0524	0.9502
Comp4	0.2642	0.2178	0.0377	0.9879
Comp5	0.0464	0.0183	0.0066	0.9946
Comp6	0.0281	0.0183	0.0040	0.9986
Comp7	0.0099	-	0.0014	1.0000

Tabla 5
Componentes principales (eigenvectores)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	Comp7	Unexplained
enery	0.3680	-0.1175	0.5863	0.6829	0.0741	0.1493	0.1131	0.0000
pib	0.3765	-0.0186	0.5149	-0.6855	0.3491	0.0177	-0.0264	0.0000
rsu	0.4190	-0.1148	-0.2087	-0.0046	-0.0828	-0.6670	0.5620	0.0000
hotel	0.1921	0.9775	-0.0113	0.0769	0.0154	-0.0322	0.0170	0.0000
vh	0.4193	-0.0481	0.0375	-0.1502	-0.8336	0.1104	-0.3015	0.0000
eto	0.4058	-0.0677	-0.4751	-0.0447	0.1625	0.6801	0.3379	0.0000
viviendas	0.4121	-0.1013	0.3469	0.1822	0.3799	-0.2382	-0.6821	0.0000

Tabla 6
**Kaiser-Meyer-Olkin measure of
sampling adequacy**

Variable	kmo
pib	0.7932
rsu	0.9207
hotel	0.8358
energy	0.8914
eto	0.8167
vh	0.8009
viviendas	0.7451
Overall	0.8157

Tabla 7
Factores de rendimiento y equivalencia por tipo de uso de suelo

Entidad	fr agrícola	fe agrícola	fr pastos	fe pastos	fr forestal	fe forestal
Aguascalientes	0.5	2.3	31.5	0.1	0.0	2.1
Baja California	1.4	1.3	9.0	0.1	0.0	11.2
Baja California Sur	1.4	1.3	17.2	0.0	0.0	10.6
Campeche	0.6	1.7	8.4	0.0	0.0	4.6
Chiapas	0.5	2.1	2.7	0.3	0.0	3.6
Chihuahua	1.5	1.4	6.0	0.1	0.0	8.1
Coahuila	0.4	1.2	6.7	0.1	0.0	14.5
Colima	0.8	2.2	4.1	0.2	0.0	3.5
Ciudad de México	0.3	2.3	9.7	0.1	0.0	2.6
Durango	0.5	1.6	2.0	0.4	0.0	6.3
Estado de México	0.9	2.4	0.0	0.0	0.1	1.6
Guanajuato	0.9	1.9	13.6	0.0	0.1	0.7
Guerrero	0.6	1.9	1.3	0.3	0.0	4.7
Hidalgo	0.6	2.1	8.1	0.1	0.0	1.2
Jalisco	1.3	2.1	13.7	0.1	0.0	3.6
Michoacán	0.9	2.0	4.7	0.1	0.0	2.9
Morelos	0.7	2.2	5.6	0.1	0.0	1.4
Nayarit	1.0	1.8	4.4	0.1	0.0	4.1
Nuevo León	0.5	1.8	1.4	0.2	0.0	5.2
Oaxaca	0.3	1.9	1.4	0.2	0.0	4.8
Puebla	0.4	2.3	3.4	0.2	0.1	2.8
Querétaro	0.7	2.2	16.4	0.1	0.0	2.0
Quintana Roo	0.2	1.3	0.6	0.1	0.0	10.5
San Luis Potosí	0.2	1.9	8.8	0.1	0.0	3.7
Sinaloa	2.0	2.1	48.4	0.0	0.0	2.4
Sonora	1.6	2.4	1.9	0.3	0.3	2.0
Tabasco	0.4	1.8	4.3	0.1	0.0	0.7
Tamaulipas	0.8	2.2	1.4	0.1	0.1	2.1
Tlaxcala	0.7	1.5	23.4	0.0	0.1	0.3
Veracruz	0.5	2.8	3.0	0.5	0.0	1.9
Yucatán	0.2	1.8	14.3	0.0	0.0	4.7
Zacatecas	0.1	1.9	11.0	0.0	0.0	3.3

Fuente: Estimaciones con base en INEGI, SAGARPA, FAOSTAT

Tabla 8
Tipos de uso de suelo en hectáreas

Entidad	Agrícola	Pastizales	Área Forestal	Zonas urbanas	Superficie continental
Aguascalientes	179,726	41,925	291,793	22,379	555,867
Baja California	410,499	322,370	6,287,339	90,871	7,350,701
Baja California Sur	166,202	15,173	2,469,323	26,266	7,396,898
Campeche	904,044	85,238	4,448,975	25,672	5,727,716
Chiapas	1,376,865	1,545,654	4,199,189	60,202	7,361,186
Chihuahua	2,046,405	679,454	21,622,373	147,761	24,697,335
Coahuila	629,323	638,325	13,365,623	143,115	15,067,115
Colima	110,160	87,401	316,504	11,675	559,827
Ciudad de México	23,641	4,622	47,422	70,710	148,646
Durango	907,970	1,790,443	6,249,454	22,548	12,213,120
Estado de México	901,175	0	1,065,367	208,282	2,226,737
Guanajuato	1,562,353	222,717	1,124,806	95,102	3,033,978
Guerrero	935,753	1,132,553	4,153,795	76,231	6,356,487
Hidalgo	869,372	228,408	876,957	80,880	2,065,455
Jalisco	1,585,301	744,851	4,850,338	168,888	7,796,438
Michoacán	1,355,224	626,976	3,414,289	8,609	5,829,629
Morelos	182,009	47,416	206,100	22,113	485,941
Nayarit	492,469	154,803	1,985,128	23,579	2,781,801
Nuevo León	834,781	975,161	4,205,458	101,032	6,335,853
Oaxaca	1,381,067	1,372,250	6,295,474	149,631	9,395,978
Puebla	753,241	618,260	1,674,763	49,908	3,422,824
Querétaro	391,153	97,672	630,022	36,193	1,158,927
Quintana Roo	262,399	183,720	3,773,023	40,783	4,455,627
San Luis Potosi	1,214,197	289,220	4,314,632	56,007	6,049,994
Sinaloa	1,639,334	58,637	3,417,027	67,776	5,680,290
Sonora	1,030,641	1,281,440	1,501,859	75,781	18,084,046
Tabasco	1,058,083	506,496	711,674	21,004	2,469,460
Tamaulipas	2,225,457	1,170,502	3,795,182	81,075	7,942,606
Tlaxcala	267,441	25,271	84,075	15,619	397,397
Veracruz	1,639,843	2,874,908	2,091,132	288,194	7,146,131
Yucatán	640,894	66,069	3,094,633	72,593	3,918,934
Zacatecas	1,722,763	157,314	5,347,484	41,988	7,447,971

Fuente: CONAFOR-SEMARNAT (2015), INAFED



Demanda de electricidad residencial: Una perspectiva de regresión cuantílica

Residential electricity demand: A quantile regression perspective

Ricardo Arturo Cárdenas Ovalle*

Información del artículo

Recibido:
13 julio 2019

Aceptado:
26 marzo 2020

Clasificación JEL:
D12

Palabras clave:
Microeconomía;
Demanda de electricidad;
Elasticidad de demanda; Regresión cuantílica

Resumen

El objetivo de este trabajo es estimar la demanda de electricidad residencial de México mediante una regresión cuantílica. Por primera ocasión se utiliza información que permite identificar la tarifa de electricidad residencial a nivel municipio facilitando la conversión del gasto en electricidad a kilowatts-hora. Sin embargo, se incurre en una sobreestimación en el consumo de electricidad para los hogares que pagan derecho de alumbrado público ya que no se dispone de esta información. Se encontró que la elasticidad ingreso de la demanda es inelástica, a través de los deciles de consumo, con un rango de [0.25, 0.28], mientras que la elasticidad precio y precio cruzada de la demanda resultaron ser elásticas con rangos de [-1.93, -1.42] y [-1.81, -1.04], respectivamente. También se observa que los hogares, equipados con aire acondicionado, consumen en promedio entre 69 % y 49 % más que el resto de los hogares.

*Banco de México, email: ricardo.arturo.ovalle@gmail.com.

Nota: Los anexos pueden ser consultados en <http://dx.doi.org/10.29105/ensayos39.1-4>

ISSN Electrónico: 2448-8402 | ISSN Impreso: 1870-221X | ©2020 Los autores 

Article information	Abstract
Received: 13 July 2019 Accepted: 26 March 2020	The aim of this paper is to estimate the Mexican household electricity demand through a quantile regression. Data to identify the residential electricity tariff is used for the first time, facilitating the conversion of electricity expenditure to kilowatt-hours. However, an overestimation in electricity consumption is incurred for households whose tariff includes an entitlement to public lighting charge since this information is not available. The elasticity income of the demand was found to be inelastic through the consumption deciles, with a range of [0.25, 0.28], while the elasticity price and cross price of the demand turned out to be elastic with ranges of [-1.93, -1.42] and [-1.81, -1.04], respectively. It was also observed that households equipped with air conditioning consume on average between 49 % and 69 % more than the rest of households.
JEL Classification: D12	
Keywords: Microeconomics; Electricity demand; Elasticity of Demand; Quantile Regression	

Introducción

El estudio de la demanda de electricidad con frecuencia es abordado mediante datos agregados debido a la falta de información que permita conocer el consumo de kwh de los hogares. Otros estudios recurren a la información de las encuestas para estudiar la demanda de electricidad ya sea recuperando la información de la cantidad consumida de electricidad por medio del gasto en electricidad, como lo hace Fernández (2006), o limitándose al estudio del gasto en electricidad, que es el caso de Medina y Vicéns (2011). También existen algunas encuestas que capturan la información del consumo de electricidad medido en kilowatts-hora (kwh), un ejemplo de esto es el trabajo de Branch (1993)¹.

Con el estudio de los determinantes del consumo de electricidad es posible identificar sus efectos ante ajustes en la política pública. Cuando estos efectos son significativos, resulta de interés conocer sus correspondientes magnitudes y direcciones con la finalidad de corregir patrones de consumo de electricidad no deseados, ya que los hogares podrían estar haciendo un uso ineficiente de la electricidad mediante un consumo de electricidad que exceda el nivel de consumo eficiente cuando con menores niveles de consumo se podría obtener el mismo nivel de bienestar. El consumo eficiente de electricidad debe ser aquel que es obtenido como resultado de la asignación eficiente del equipamiento y consumo de energía utilizando correctamente toda la información. Por lo que, aun siendo este nivel de consumo alto, podría

¹ A partir de ahora, de manera indistinta se entenderá consumo de kwh, consumo de electricidad o simplemente consumo como la cantidad de electricidad consumida.

considerarse racional siempre que cumpla con los requisitos listados, pero cuando el precio de la electricidad no refleja el verdadero valor para el cual el mercado se encuentra en equilibrio y este está por debajo de este, los hogares no tienen incentivos de alterar su asignación de consumo en electricidad.

En México, los subsidios a la electricidad incentivan a los hogares en hacer un mal uso del recurso, y esto a su vez deriva en asignaciones ineficientes en el equipamiento de la vivienda, ya que los hogares no solo consideran el precio de los componentes del equipamiento de la vivienda, sino que también consideran el precio de la energía que requieren para su función.

Un análisis empírico contribuye en la detección de patrones de consumo ya que, mediante técnicas cuantitativas, se pueden identificar los determinantes del consumo de electricidad y sus efectos sobre esta (magnitud y dirección). En este estudio se ha realizado un análisis exhaustivo sobre la función de demanda de electricidad residencial, este incluye un esfuerzo por estimar la cantidad consumida de kwh de los hogares considerando su nivel de gasto y precio kwh, es decir que se hace un estudio riguroso de la dinámica de precios de electricidad en el sector residencial mediante la revisión de contratos de suministro de energía eléctrica, permitiendo así identificar la estructura tarifaria que enfrentan los hogares. Se utiliza la información de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares partiendo del gasto en electricidad, declarado por los hogares en la encuesta, para obtener el consumo de kwh y a su vez un precio medio por kwh. Con lo anterior, es posible construir una función de demanda de electricidad residencial que considera las variaciones en ingreso, precio y otros factores económicos y sociales que determinan el consumo de electricidad. Esto resulta útil para los tomadores de decisiones en la implementación de políticas públicas del sector energético, los cuales formulan dichas políticas en función de objetivos, en ocasiones olvidando que los instrumentos de políticas públicas son medios y no fines².

² Los instrumentos son utilizados por los hacedores de políticas públicas, que enfrentan decisiones del tipo "trade-off" (utilidad a cambio de sacrificio) en la búsqueda de sus objetivos fijados. Los instrumentos de política económica se pueden distinguir por su dinámica de interrelación, siendo incompatibles (conflictos de carácter fundamental), complementarios o independientes. Esta dinámica de objetivos puede presentarse por las disyuntivas entre objetivos económicos (eficiencia), financieros (sostenibilidad y rentabilidad financiera), sociales (acceso, equidad y asequibilidad), etc., cuando estas se contraponen. Así, el objetivo social de asequibilidad puede ser, hasta cierto punto, opuesto al de eficiencia económica y compatible hasta otro (Cuadrado, 2010). Por ejemplo, si el objetivo de eficiencia económica nos lleva a un resultado de reducción de costos, entonces las tarifas podrían ser más asequibles contribuyendo así al objetivo social, pero también la tarifa podría ser muy baja y no compensar los costos de producción y de inversión que garanticen el servicio de electricidad en el largo plazo, los objetivos serían incompatibles. Entre los instrumentos se pueden distinguir los cuantitativos, cualitativos, y reformas fundamentales (Tinbergen, 1987). Las políticas cuantitativas son ajustes en el nivel de los

El objetivo de este trabajo es analizar los determinantes de la demanda de electricidad residencial de México. La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) únicamente captura el gasto en electricidad así que se realiza una conversión del gasto en electricidad a cantidad consumida de electricidad. Por primera ocasión se utiliza información de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) que permite identificar la tarifa de electricidad residencial a nivel municipio y proporciona el periodo de temporada de verano para cada municipio. La demanda de electricidad residencial se estima mediante un enfoque de regresión cuantílica por ser más robusta en la estimación de modelos multivariantes cuando se trabaja con información proveniente de encuestas con tamaños muestrales grandes y ante la presencia de heteroscedasticidad, observaciones atípicas o cambio estructural (Vicéns y Sánchez, 2012). Adicionalmente se incorpora al análisis información de los precios medios de electricidad, precios máximos de gas licuado de petróleo y una aproximación de la temperatura a nivel municipal.

El presente artículo se organiza de la siguiente manera: en la primera sección se realiza una revisión de la literatura; en la segunda se expone la metodología y en la tercera se presentan resultados y conclusiones.

A continuación, se hace mención de algunos trabajos en los que estiman la demanda de electricidad de los hogares, se comienza haciendo una revisión general de los estudios previos y se termina con una breve mención de aquellos que utilizan un enfoque de regresión cuantílica.

1. Antecedentes

Los trabajos que se exponen en esta sección tienen como principal objetivo la estimación de las elasticidades ingreso, precio y precio de la demanda de electricidad. Un ejemplo es el trabajo de Branch (1993), en el que se estima una función de demanda de electricidad con datos de panel para Estados Unidos, utilizando la información de la encuesta "Consumer Expenditure Survey" (CE). La unidad de observación de la encuesta son los hogares y la población objetivo del estudio son los hogares en que residen los propietarios, ya que los servicios públicos están incluidos en el pago de la renta. Branch utiliza el método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) ya que el estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) resultaría ineficiente debido a la correlación del error a lo largo de los meses dentro de cada hogar en la muestra. El autor estima la elasticidad ingreso y precio de la demanda en 0.23 y -0.20, respectivamente.

instrumentos ya disponibles en la economía (ajustes de tarifas, bloques de consumo, frecuencia de cobro del servicio, etc.); las políticas cualitativas son inserciones de cambios estructurales en la economía (cambios en la ley, introducción de impuestos, regulaciones); y las políticas de reformas fundamentales influyen sobre la base de la organización socioeconómica (políticas de ordenación).

Por otro lado, Filippini y Pachauri (2004) estiman tres ecuaciones de demanda de electricidad residencial mediante MCO, con información de la encuesta “National Sample Survey Organization” (NSSO), para las temporadas de invierno, verano y monzón en zonas urbanas de la India. Los autores obtienen elasticidades ingreso de la demanda similares entre temporadas, en un rango de 0.60 a 0.64, mientras que la elasticidad precio de la demanda resulta ser más inelástica durante el verano, con -0.29, que en invierno y monzón donde obtuvieron -0.42 y -0.51, respectivamente. También estiman la elasticidad precio cruzada de la demanda con el precio del gas LP y obtienen que esta es menos inelástica durante la temporada de monzón, con -0.65, que en las temporadas de invierno y verano que resultaron en -0.27 y 0.26, respectivamente.

Asimismo, Fernández (2006) estima la demanda de electricidad de los consumidores domésticos en España durante 1999 estudiando las variaciones de la cantidad consumida de electricidad, la cual obtiene a partir de la conversión del gasto en electricidad reportado por los hogares en la Encuesta Continua de Presupuesto Familiares (ECPF)³. La autora utiliza un enfoque de MCO recurriendo a la técnica de variables instrumentales para controlar la endogeneidad entre el precio y cantidad consumida de kwh. El problema de endogeneidad surge por un sistema de bloques de consumo el cual consiste en un incremento de precio por bloque de consumo. Finalmente, estima una elasticidad ingreso de la demanda de entre 0.14 y 0.58, mientras que para la elasticidad precio de la demanda obtiene -0.59⁴.

Igualmente, Agostini, Plottier y Saavedra (2012) estiman la demanda de electricidad residencial en Chile con información de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), durante 2006, con un enfoque de MCO. Los autores obtienen elasticidades ingreso, precio y precio cruzada de la demanda de entre [0.11, 0.12], [-0.38, -0.40] y [0.14, 0.16], respectivamente⁵. Finalmente, señalan que si bien la elasticidad ingreso es inelástica, la elasticidad precio resulta menos inelástica de forma que un cambio en precio tiene mayor impacto en el consumo de electricidad que un cambio en ingreso.

³ Fernández (2006) utiliza una factura estándar, que había sido contratada por el 90 % de la población, para realizar la conversión del gasto en electricidad a cantidad de electricidad consumida.

⁴ El rango para la elasticidad ingreso de la demanda de Fernández (2006) son las estimaciones puntuales mínima y máxima obtenidas por la inclusión de variables ficticias por decil de ingreso.

⁵ La elasticidad precio cruzada de la demanda es en referencia al precio del gas LP.

He y Reiner (2016) a través de datos panel provenientes de una encuesta dirigida por la Universidad de Pekín, la cual es representativa para Beijing, Shanghai, y Guangdong, estiman la demanda de electricidad para hogares de Beijing con el objetivo de identificar un rango de necesidades básicas en el consumo de electricidad. Al igual que Branch (1993) los autores estiman el modelo mediante MCG, para las zonas urbana y rural, y encuentran un umbral de consumo eléctrico con respecto a los ingresos de cada zona la cual estiman en 90 kwh para zonas rurales y 150 kwh para zonas urbanas. Los autores incorporan variables ficticias por decil de ingreso, pero solo resultan significativas a partir del séptimo decil para zonas rurales con valores entre 0.34 y 0.39, y a partir del quinto decil de ingreso para zonas urbanas con un rango de entre 0.33 y 0.46. Por otro lado, las elasticidades precio resultaron en -3.59 para zonas rurales y -2.91 para zonas urbanas, mientras que las elasticidades precio cruzada de la demanda resultaron en -2.03 para zonas rurales y -1.36 para zonas urbanas. De esta forma, las elasticidades precio y precio cruzada de la demanda, a diferencia de otros estudios, resultaron ser elásticas.

La distribución del consumo de electricidad es asimétrica por la presencia de observaciones extremas. Al igual que la media aritmética no es siempre el estimador de tendencia central más representativo, el efecto marginal medio que ofrece el estimador de MCO no es siempre el más representativo ante la presencia de observaciones atípicas, heteroscedasticidad o cambio estructural (Vicéns y Sánchez, 2012). Una alternativa al enfoque de MCO es el enfoque de regresión cuantílica el cual ha sido utilizado recurrentemente en otros trabajos para la estimación de la demanda de electricidad ya que permite obtener líneas de regresión por cuantil aprovechando todas las observaciones de la muestra. Entre los artículos que utilizan esta técnica de regresión se encuentra el trabajo de Medina y Vicéns (2011) en el que se estima la demanda de electricidad residencial en España a través del gasto en electricidad de la ECPF. Los autores realizan la estimación para el primer, segundo y tercer cuartil, al igual que la estimación de MCO, obteniendo elasticidades ingreso de la demanda entre 0.12 y 0.15 en las estimaciones por cuantiles y 0.16 con el estimador de MCO. Adicionalmente, los autores presentan una segunda estimación en la cual utilizan variables ficticias por nivel de ingreso para estimar las elasticidades ingreso de la demanda. Finalmente concluyen que las variaciones en el ingreso disponible tienen un bajo impacto en las variaciones del consumo de electricidad.

Igualmente, con el objetivo de identificar características socioeconómicas, geográficas o del equipamiento del hogar, relacionadas con altos niveles de ineficiencia en el consumo de electricidad, Hancevik y Navajas (2015) realizan una estimación de la demanda de electricidad residencial, para el área metropolitana de Buenos Aires, mediante un enfoque de regresión cuantílica.

Los autores obtienen el consumo de kwh a partir del gasto en consumo de electricidad de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGH) y del cálculo de la factura de electricidad residencial. La estimación de la elasticidad ingreso de la demanda resulta entre 0.23 y 0.26, mientras que la elasticidad precio cruzada de la demanda resulta tener poca relevancia, obteniendo estimaciones entre -0.18 y 0.26. Los autores no estiman la elasticidad precio de la demanda ya que argumentan escasa variación en el precio. Entre los resultados de este estudio se encuentra que los hogares que no tienen acceso al servicio de gas natural en promedio consumen más electricidad que los que sí tienen, que los hogares con equipos de aire acondicionado tienen en promedio mayores niveles de consumo que los que no tienen y que los hogares que habitan en departamentos en promedio consumen menos electricidad que los que habitan en casas.

Para el caso de México se encuentra el trabajo de Gutiérrez (2016) que estima la demanda de electricidad con un enfoque de regresión cuantílica utilizando los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2014. Las conclusiones principales del estudio son que las características socioeconómicas no resultan ser relevantes en la determinación del consumo de electricidad y, como en otros estudios, la elasticidad ingreso de la demanda tampoco resulta ser importante. También encuentra que los hogares que están equipados con aire acondicionado tienen un consumo promedio mayor a los que no lo tienen y que la temperatura de las entidades federativas influyó de manera importante en el consumo de electricidad.

A pesar de que en este trabajo, al igual que el de Gutiérrez (2016), se utiliza información de la ENIGH 2014, se consideran ciertos aspectos que proporcionan un valor agregado a la investigación, entre los cuales se encuentran: 1. Se cuenta con información de la clasificación tarifaria a nivel municipal, por lo anterior no es necesario realizar asignaciones, que podrían ser distintas, a la de la metodología de clasificación tarifaria de CFE⁶; 2. Se cuenta con variabilidad por clasificación tarifaria a nivel municipal y por bloque de consumo de electricidad; 3. Se considera que el impuesto de derecho de alumbrado público (DAP) no se cobra en todo el país y no se determina de la misma forma para todas las localidades (Nuño, 2014), por lo que a falta de información se evita descontar dicho impuesto en el gasto de electricidad de los hogares asumiendo el costo de esta limitación, ya que se considera que un ajuste arbitrario podría introducir un sesgo mayor en la determinación del

⁶ La CFE asigna tarifas de electricidad residencial distintas a la 01 a las localidades que durante tres o más de los últimos cinco años excedan, con su temperatura media mínima anual, una temperatura establecida para cada tarifa. La información anterior se obtiene consultando para cada tarifa, particularmente para el año 2014, en los enlaces de "Tarifas específicas domésticas: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E y 1F" dentro de la página web de CFE.

consumo de kwh de los hogares que el asumido al no hacerlo; 4. Se aprovecha otra información contenida en la encuesta para identificar consumos realizados dentro y fuera de la temporada de verano (fecha en que se realizó el pago y frecuencia de pago) así como la identificación de usuarios de CFE⁷; 5. Se considera la variable precio de electricidad en el modelo de forma que se evita la subespecificación del modelo de demanda por omisión de esta variable relevante.

Dado las observaciones anteriores, y al hecho de que el presente trabajo cuenta con información que permite asociar las tarifas y temporadas de verano con los hogares de la ENIGH 2014 (información que no se encuentra disponible para cruzar con la ENIGH 2016), se justifican la realización de la estimación de la demanda de electricidad para México con información de esta encuesta⁸.

2. Metodología

Esta sección se divide en cuatro partes: En la primera se expone el modelo teórico; en la segunda se presenta el modelo empírico; en la tercera se describe el modelo econométrico a utilizar; y en la cuarta se muestra la estimación del modelo.

2.1. Modelo teórico

La demanda de electricidad se deriva de una demanda de servicios que sean provistos mediante el uso de aparatos eléctricos, por lo que la acumulación de electrodomésticos y la intensidad con que estos se utilizan determinan el consumo de electricidad. La intensidad del uso de aparatos eléctricos está en función del ingreso, precio de la electricidad, equipamiento del hogar, características demográficas, temporada y clima (Branch, 1993). Por tanto, la demanda de electricidad se modela de la siguiente forma:

$$Q_{kwh} = f(I, P_{kwh}, H, E, D, T, C) \quad (1)$$

donde Q_{kwh} es la cantidad consumida de electricidad, I el ingreso del hogar, P_{kwh} el precio de la electricidad, H características de la vivienda, E el equipamiento del hogar, D las características demográficas, T la temporada y C el clima.

⁷ Ver en "Manual de Disposiciones Relativas al Suministro y Venta de Energía Eléctrica Destinada al Servicio Público", sección segunda, décimo séptima.
URL: <<http://www.cfe.gob.mx/inversionistas/InformacionJuridica/Paginas/Manuales.aspx>> [Último acceso: Agosto de 2017].

⁸ La información de las tarifas es obtenida a través de la calculadora de facturas de electricidad de la CRE: URL <<http://www.calculadora.cre.gob.mx>> [último acceso: agosto de 2017].

2.2. Modelo empírico

Partiendo del modelo teórico de Branch (1993) se utilizan como variables explicativas el ingreso, precio de electricidad y el precio del gas LP (P_{GLP}) para estimar la elasticidad ingreso, precio y precio cruzada de la demanda, respectivamente. Igualmente, se considera el tamaño del hogar, características del jefe del hogar, características y equipamiento de la vivienda, temperatura del municipio y la región en la que se ubica el hogar. No se agrega información sobre la temporada ya que los datos utilizados corresponden a la temporada de verano.

$$\log(Q_{kwh}) = \beta_0 + \beta_1 \log(I) + \beta_2 \log(P_{kwh}) + \beta_3 \log(P_{GLP}) + \beta_4 H + \beta_5 E + \beta_6 D + \beta_7 C + v \quad (2)$$

Los datos son obtenidos a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2014. La motivación principal para utilizar la ENIGH 2014, y no una más reciente, es la obtención de clasificaciones tarifarias de electricidad residencial a nivel municipal para el mismo año de la encuesta, mismas que no están disponibles para el año 2016. Aunque se podría pensar que los municipios pueden tener la misma clasificación tarifaria en el periodo 2014-2016, no existe completa certeza de esto ya que, como se comentó a detalle con anterioridad, estas dependen de los resultados de temperatura media mínima promedio de los últimos cinco años. Igualmente, no se utiliza la información de la ENIGH 2018 ya que esta aún no se publicaba al momento de realizar la investigación.

La ENIGH ofrece información sobre el monto, procedencia y distribución de ingresos y gastos de los hogares; características ocupacionales y sociodemográficas de los integrantes del hogar, así como de la infraestructura de la vivienda y equipamiento del hogar. La encuesta es representativa para México, con corte urbano y rural, así como para las entidades federativas que hayan convenido una ampliación de la muestra con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)⁹. A partir del cuestionario de Gastos del Hogar de la ENIGH se obtiene el gasto en electricidad que incluye el pago por servicio de energía eléctrica y el pago proporcional al consumo del hogar cuando comparte el servicio con un negocio al estar dentro de la misma vivienda, y excluye la proporción de gasto en electricidad correspondiente al negocio que se tiene dentro de la vivienda, el servicio de electricidad recibido como pago por trabajo exentando al trabajador del pago y los gastos generados por reinstalación del servicio. El levantamiento de la ENIGH 2014 se realizó entre el 11 de agosto y 28 de noviembre de 2014, de forma que la encuesta

⁹ La ENIGH 2014 también es representativa para el Estado de Tabasco.

capta el tercer trimestre siendo este el periodo con mayor consumo de electricidad. La ENIGH tiene una muestra de 19,479 hogares, pero solo 17,150 hogares reportaron gasto en energía eléctrica. De estas observaciones únicamente se conservaron 16,577 ya que se eliminaron las observaciones de los hogares que no contaban con gasto monetario en electricidad, que reportaron su consumo de electricidad en un año distinto al 2014 o una frecuencia de pago superior a dos meses, y los hogares que declararon que obtenían la electricidad de una fuente distinta a la del servicio público. Adicionalmente se eliminaron dos observaciones por no contar con información para alguna variable explicativa del modelo.

Se obtiene la cantidad de consumo mensual en electricidad mediante la conversión del gasto en electricidad, una vez descontado el IVA de 16 %, utilizando los precios y bloques de consumo de cada tarifa, así como las temporadas de verano¹⁰. En este trabajo no se utiliza la tarifa de alto consumo (DAC) ya que no se cuenta con el historial de consumo de los últimos doce meses de cada hogar. Igualmente, no se considera el pago por derecho de alumbrado público (DAP) ya que se desconoce el método de cálculo de cobro para cada municipio¹¹.

A continuación, se realiza una descripción de las variables explicativas del modelo las cuales pueden provenir de la ENIGH o de fuentes alternas:

a) Elasticidad ingreso, precio y precio cruzada de la demanda

En lugar de utilizar el ingreso como indicador de la renta del hogar se utiliza el gasto no energético ya que el primero puede influir tanto en el consumo de la electricidad como en el equipamiento de electrodomésticos de los hogares (Fernández, 2006), mientras que el gasto no energético indica el poder adquisitivo sin la distorsión sobre la capacidad adquisitiva de equipos eléctricos¹². El gasto no energético se obtiene sustrayendo el gasto en electricidad y combustibles del gasto total.

¹⁰ Además de la ENIGH 2014, se utiliza información sobre los precios de electricidad y bloques de consumo provenientes de la CFE, así como del tipo de tarifa residencial y temporadas de verano por municipio obtenidas de la CRE (ver anexos 1, 2 y 3). Las ecuaciones que describen la conversión del gasto en electricidad a cantidad de electricidad consumida se encuentran en el anexo 4.

¹¹ El DAP no está legislado en todas las entidades federativas de la República Mexicana, y la decisión y mecanismo de cobro puede variar inclusive por colonias dentro de un mismo municipio dependiendo de los acuerdos que tengan las entidades federativas o los municipios con CFE (Nuño, 2014).

¹² Fernández (2006) señala que esta consideración sobre el ingreso ha sido abordada previamente en Dubin y McFadden (1984), Baker y Blundell (1991), Leth-Petersen (2002) y Halvorsen, Larsen y Nesbakken (2003).

Se utiliza el precio medio de la electricidad ya que para los consumidores es costoso distinguir el precio marginal partiendo de la información proporcionada en su recibo de electricidad (Fernández, 2006). Lo anterior se soporta empíricamente en el trabajo de Shin (1985) en el que se contrasta si los consumidores de electricidad residencial responden al precio medio o al precio marginal, favoreciendo a la hipótesis de que los consumidores responden al precio medio.

Se incorpora el precio del gas LP ya que este podría ser un bien sustituto de la electricidad para algunos servicios como lo son la cocción de alimentos y el calentamiento del hogar. Los precios del gas LP para el usuario final en México se encuentran sujetos a un esquema de precios máximos ya que se considera un bien indispensable para las actividades cotidianas de la mayoría de la población¹³. En el primer decreto por el que se establecieron los precios del gas LP se asignaron 145 zonas con distintos precios máximos los cuales se calculan sumando el precio de venta de primera mano; flete del centro embarcador a la planta de almacenamiento para distribución; margen de comercialización; e impuesto al valor agregado. Para incorporar la variable precio del gas LP se utilizó tanto la información de los precios máximos del gas LP provenientes del SIE durante el año 2014, como el primer decreto en el que se establecen los municipios que integran cada zona^{14 15}.

b) Características de la vivienda

Para indicar las características de la vivienda se incorporan las variables tamaño y tipo de vivienda. Para el tamaño se utiliza la proporción de bombillas sobre número de cuartos, bajo el razonamiento de que cuartos grandes requieren mayor iluminación. Mientras que para el tipo de vivienda se incorporan variables ficticias de casa, departamento, vecindad, cuarto en azotea y local no construido para habitación.

c) Equipamiento de la vivienda

Respecto al equipamiento del hogar, se considera si este cuenta con calefacción, aire acondicionado, acceso a gas, bombillas ahorradoras y una variable ficticia que indica si el hogar cuenta con medidor de luz¹⁶. También

¹³ A partir del 01 de enero de 2017 se liberalizó el precio del gas LP.

¹⁴ Sistema de Información de Energía (SIE). URL: <<http://sie.energia.gob.mx>>.

¹⁵ El primer decreto, por el que se fija el precio máximo del gas LP, es publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 2007. URL: <<http://diariooficial.gob.mx>> [último acceso: Agosto de 2017].

¹⁶ En la muestra se incluyeron los hogares que declararon que tenían gastos en electricidad y que obtenían la luz eléctrica del servicio público, por tanto, se desconoce la situación de los hogares sin medidor de luz.

se agregan variables ficticias de no acceso a gas y de acceso a gas LP. La ENIGH 2014 no proporciona información directa sobre el acceso a gas de los hogares, pero se deducen bajo los siguientes criterios: 1. Se considera que los hogares tienen acceso a gas natural si declaran en la encuesta que utilizan gas natural para cocinar o si reportan gasto en gas natural; y, 2. Se considera que los hogares tienen acceso a gas LP si declaran que lo utilizan para cocinar, si reportan gasto en gas LP o si la vivienda cuenta con tanque estacionario¹⁷.

d) Características demográficas

Para analizar los efectos de las características demográficas se incorpora la zona (rural o urbana) interaccionada con el estrato económico y variables ficticias para cada entidad federativa¹⁸. Igualmente, se incluyen variables de género, edad y educación del jefe del hogar.

e) Clima

Para considerar el efecto clima sobre el consumo de electricidad se utiliza la variable de temperatura. La información climatológica por municipio se puede obtener a través de la información generada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)¹⁹, pero no sería viable extraer la información para cada municipio disponible y posteriormente enfrentarse a un problema de asignación²⁰. Alternativamente se ha obtenido la temperatura media mensual durante el año 2014 de 190 municipios mediante los 32 anuarios estadísticos y geográficos de las entidades federativas para el año 2015²¹. Estas temperaturas se asignan al resto de los municipios bajo un criterio de distancia radial mínima. Se utilizó la información de longitud y latitud de los municipios, para calcular una aproximación de distancia radial, utilizando la fórmula Haversine,

$$d = 2r \operatorname{sen}^{-1} \sqrt{\frac{\operatorname{sen}^2\left(\frac{\Delta\textit{latitud}}{2}\right) + \cos(\textit{latitud}_1)\cos(\textit{latitud}_2)\operatorname{sen}^2\left(\frac{\Delta\textit{longitud}}{2}\right)}{2}} \quad (3)$$

¹⁷ Las preguntas 25 y 51 del Cuestionario de Viviendas de la ENIGH 2014 son “El combustible que más usan para cocinar es...1) leña; 2) carbón; 3) gas de tanque; 4) gas natural; 5) electricidad; y 6) otro combustible?” y “Esta vivienda tiene tanque de gas estacionario?”. La clave de gasto para gas natural y gas LP en la encuesta son R001 y G009, respectivamente.

¹⁸ En la muestra no se cuenta con observaciones de hogares de estrato medio alto o alto para hogares rurales.

¹⁹ CONAGUA, información climatológica. URL: <http://smn.cna.gob.mx>.

²⁰ No hay estaciones meteorológicas para cada municipio por lo que solo se cuentan con algunas mediciones.

²¹ En algunos casos no se dispone de información durante el año 2014 por lo que se utilizan los meses del año más próximo

donde r = radio terrestre²².

Esta aproximación de temperatura solo depende de la distancia entre municipios omitiendo otras consideraciones, pero permite mayor variabilidad y es una aproximación más estricta que el promedio de la temperatura por entidad federativa. Además, la temperatura se utiliza únicamente como una variable de control. Para cada hogar se utilizó la temperatura promedio correspondiente a los meses en que realizó consumo de electricidad.

2.3. Modelo econométrico de regresión cuantílica (Koenker y Basset, 1978)

El método de regresión cuantílica es una alternativa a la de MCO ya que este último es menos robusto por ser sensible ante la presencia de heteroscedasticidad, cambios estructurales y datos atípicos mismos que son frecuentes cuando se trabaja con datos de encuestas. Esta técnica se basa en la minimización de desviaciones absolutas ponderadas con pesos asimétricos los cuales no se ven afectados por datos extremos. A diferencia del estimador de MCO, el estimador de mínimas desviaciones absolutas (LAD), también conocido como mínimos errores absolutos, establece una relación entre los regresores y la variable endógena sin restringir la perturbación aleatoria, por lo que se considera una técnica semiparamétrica. El estimador LAD tiene el inconveniente de limitar el proceso de inferencia ya que al desconocer la distribución del término del error no se pueden analizar las propiedades de los estimadores, aunque a la vez tiene la ventaja de no estar restringido a la normalidad de los residuos (Vicéns y Sánchez, 2012).

Se define cuantil θ como

$$\text{Min}(b \in \mathbb{R}) \left[\sum_{Y_i \geq b} \theta |Y_i - b| + \sum_{Y_i < b} (1 - \theta) |Y_i - b| \right] \quad (4)$$

que es un valor que minimiza una suma ponderada, donde se pondera más el segmento con menor número de observaciones. El valor b que minimiza la relación anterior es el de la observación que deja una proporción θ por debajo de la muestra y otra proporción de $(1 - \theta)$ por encima de la muestra.

Los cuantiles incondicionales del valor muestral definidos anteriormente como un problema de optimización también pueden ser tratados como los cuantiles de la variable Y condicionados a los valores de un conjunto de regresores X . Si

²² La información de longitud y latitud de los municipios se obtiene del Catálogo único de Claves de áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades del INEGI. <http://www.inegi.org.mx> [último acceso: Agosto de 2017].

consideramos que b es una simplificación de $x_i\beta$ cuando $x_i = 1$, entonces podemos expresar el problema de optimización planteado en (4) como

$$\text{Min}(\beta \in \mathbb{R}) \left[\sum_{Y_i \geq x_i\beta} \theta |Y_i - x_i\beta| + \sum_{Y_i < x_i\beta} (1 - \theta) |Y_i - x_i\beta| \right] \quad (5)$$

donde el valor que minimiza la suma cuadrada residual es $\text{Quant}_\theta(Y_i|x_i) = x_i\beta_\theta$. El estimador de los parámetros que minimiza (5) sería una estimación cuantílica la cual se obtiene normalmente mediante métodos de optimización iterativos o de programación lineal (Medina y Vicéns, 2011). De esta forma se lleva a cabo una minimización de las desviaciones mínimas absolutas donde los residuos positivos tienen ponderaciones diferentes a los residuos negativos.

El método de regresión cuantílica permite estimar rectas de regresión por cuantiles de la variable dependiente sin el inconveniente de ser considerablemente afectada por la presencia de heteroscedasticidad, datos atípicos o cambios estructurales ya que penaliza los errores de manera lineal y no de manera cuadrática como sucede con el estimador de MCO. De esta forma es posible analizar diferentes segmentos de la distribución como los hogares con consumo de electricidad más alto en donde se esperaría encontrar niveles elevados de ineficiencia energética (Hancevic y Navajas, 2015).

Además, se evita el sesgo de selección por segmentación de muestra señalado por Heckman (1979), ya que utiliza las desviaciones respecto a los cuantiles para ponderar la recta de regresión en cada cuantil evitando así la segmentación de la muestra. Aunque al no conocer la distribución del error se limita el proceso de inferencia, al no poder analizar las propiedades de los estimadores, para muestras grandes y bajo ciertas condiciones de regularidad los coeficientes estimados se distribuyen asintóticamente como una normal (Vicéns y Sánchez, 2012). La regresión cuantílica tiene una eficiencia comparable a la de MCO para los modelos lineales gaussianos, mientras que supera sustancialmente al estimador de MCO en modelos lineales no gaussianos (Koenker y Bassett, 1978). Esta técnica permite analizar a los hogares con diferentes niveles de consumo, en lugar de limitarse al análisis del hogar promedio. La razón para analizar la respuesta de los hogares dependiendo de su nivel de consumo de electricidad es que este puede ser muy alto o muy bajo, de forma que los hogares con consumo alto podrían estar haciendo un uso inadecuado del recurso mientras que los hogares con consumo bajo podrían incrementar su bienestar con pequeños incrementos de consumo de electricidad. Dada la asimetría de la distribución del consumo de electricidad, no es conveniente generalizar las estimaciones arrojadas por el estimador de MCO ya que estas describen al hogar promedio y no necesariamente a los hogares que se encuentran en los extremos de la

distribución de consumo de electricidad, sobre todo aquellos que se encuentran en el extremo superior a la media de consumo donde la dispersión es mayor. Por tanto, se estudia la respuesta de los hogares a lo largo de la distribución del consumo de kwh obteniendo así información útil para la implementación de políticas públicas en materia de energía eléctrica residencial. Los coeficientes obtenidos en la regresión cuantílica, al igual que el estimador de MCO, corresponden a los efectos marginales en consumo de electricidad. Sin embargo, estos no representan al hogar con consumo de electricidad promedio a menos que el cuantil de consumo de electricidad en cuestión corresponda con el promedio de consumo de electricidad.

2.4. Estimación del modelo

El problema de endogeneidad entre las variables consumo de electricidad y el precio de la electricidad se ha encontrado con regularidad en trabajos previos cuando el precio varía por bloques de consumo (Fernández, 2006). Por tanto, estimar el modelo de forma directa no garantiza la consistencia de los estimadores. Se aplicó la prueba de endogeneidad de Hausman para verificar si el problema de endogeneidad, entre el consumo de electricidad y su precio, está presente en el modelo. Se rechaza la hipótesis nula de no endogeneidad para un nivel de $\alpha = 0.01$, por tanto, se considera que existe un problema de endogeneidad entre ambas variables²³. Se utiliza la técnica de variables instrumentales para controlar el efecto que tiene el sistema de incremento de precio por bloques de consumo sobre el precio de la electricidad. Dadas las ecuaciones de precio y consumo de electricidad:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \gamma_0 + \gamma_1 Y_2 + \gamma_2 X + \gamma_3 Z + \varepsilon \\ Y_2 &= \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta} Y_1 + \beta_{2\theta} X + v_\theta \end{aligned} \quad (6)$$

en donde

$$\begin{aligned} Y_1 &= \log(P_{kwh}); \\ Y_2 &= \log(Q_{kwh}); \\ X &= \text{Matriz de variables exógenas para } Y_2; \\ Z &= V_q * T_j; \\ V_q &= \begin{cases} 1, & \text{temporada de verano;} \\ 0, & \text{de otra forma} \end{cases}; \\ T_j &= \begin{cases} 1, & \text{tarifas diferentes a la 01} \\ 0, & \text{tarifa 01} \end{cases} \end{aligned}$$

²³ La prueba de endogeneidad se incluye en el anexo 5.

Se estima en una primera etapa la ecuación para el precio medio de electricidad por MCO Y_1 incluyendo todas las variables exógenas X y los instrumentos Z ²⁴

$$Y_1 = \hat{\Pi}_0 + \hat{\Pi}_1 X + \hat{\Pi}_2 Z + \varepsilon \quad (7)$$

y se obtienen los valores estimados

$$\hat{Y}_1 = \hat{\Pi}_0 + \hat{\Pi}_1 X + \hat{\Pi}_2 Z \quad (8)$$

los cuales se reescriben en la ecuación de precio como la suma entre los valores estimados y los residuos

$$Y_1 = \hat{Y}_1 + \varepsilon$$

misma que se sustituye en la ecuación de consumo de electricidad Y_2

$$\begin{aligned} Y_2 &= \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta}(\hat{Y}_1 + \varepsilon) + \beta_{2\theta}X + v_\theta \\ Y_2 &= \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta}\hat{Y}_1 + \beta_{2\theta}X + (\beta_{1\theta}\varepsilon + v_\theta) \\ Y_2 &= \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta}\hat{Y}_1 + \beta_{2\theta}X + v_\theta^* \end{aligned} \quad (10)$$

siendo la (10) el modelo a estimar. A continuación, de manera informativa, se muestran los primeros 9 deciles de consumo de electricidad.

Cuadro 1
Consumo de electricidad

Decil	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
kwh	53.31	78.86	100.49	120.74	144.67	176.91	221.19	281.34	446.75

Nota: Los valores corresponden al valor del decil y no al promedio de cada decil.

Fuente: Elaboración propia con información de la ENIGH 2014, CFE y CRE.

3. Resultados

En este apartado se hace referencia a la significancia estadística a partir de un nivel de $\alpha = 0.05$. En el anexo 7 se exhiben las estimaciones con su respectivo nivel de significancia y en el anexo 8 se presentan las estimaciones mediante

²⁴ Bound, Jaeger, y Baker (1995) proponen analizar las características de la primera etapa de la estimación para evitar utilizar instrumentos que estén débilmente correlacionados con la variable endógena ya que podría llevar a la ineficiencia e inconsistencia del estimador. Los autores proponen analizar la R^2 parcial y la significancia en esta primera etapa. Los instrumentos utilizados en la ecuación precio resultan significativos al igual que la significancia conjunta del modelo. Por otro lado, se obtiene una R^2 de 0.45 y al excluir los instrumentos es de 0.31, por lo que los instrumentos aumentan la R^2 en 0.14. Véase en anexo 6.

gráficas, mismas a las que se hace alusión en los siguientes párrafos. Las gráficas incluyen las estimaciones de la regresión cuantílica para cada decil de consumo, cada estimación cuenta con su intervalo de confianza y en cada gráfica se incluye el intervalo de confianza de MCO que permite determinar si las estimaciones de la regresión cuantílica son estadísticamente diferentes a las de MCO.

El intercepto corresponde a un hogar cuyo jefe de familia es un hombre menor de 65 años que no ha concluido secundaria y habita en una casa con medidor de luz, con accesos a gas natural, sin calefacción o aire acondicionado, dentro de una población urbana de estrato económico medio, particularmente en la Ciudad de México. El consumo promedio de este hogar se estima en 73 kwh de acuerdo con el estimador de MCO, mientras que para las estimaciones por deciles de la regresión cuantílica resultan entre 15 kwh y 170 kwh. La estimación para el intercepto del primer decil de consumo de electricidad no resultó significativa, por lo que no se consideró en el rango anterior. Este resultado se debe tomar con cautela ya que es posible que en la muestra se tengan pocas observaciones, o ninguna, que representen a este hogar hipotético.

Las elasticidades ingreso, precio y precio cruzada de la demanda resultaron en 0.27, -1.73 y -1.61, respectivamente, mientras que en las estimaciones por deciles de consumo resultaron entre [0.25, 0.28], [-1.93, -1.42] y [-1.81, -1.04], respectivamente²⁵.

En general, la estimación obtenida de la elasticidad ingreso de la demanda es parecida a la de trabajos previos, de forma que los cambios en el ingreso tienen una magnitud pequeña sobre las variaciones en consumo de electricidad. Dado lo anterior, la implementación de una política pública vía ingreso (un incremento en impuestos, por ejemplo), cuyo objetivo sea una mejor racionalización del consumo de electricidad no sería factible. Sin embargo, también supone que cambios en la política fiscal no perturbarían en gran medida la demanda de electricidad residencial. Algo a destacar es que la elasticidad ingreso estimada por Gutiérrez (2016) indica que los hogares con mayor nivel de consumo de electricidad son más sensibles a cambios en ingreso lo cual se atribuye a cuestiones de lujos, mientras que en este trabajo los deciles ocho y nueve de consumo en electricidad resultan ser los menos sensibles ante cambios en ingreso, estas a su vez son las únicas que son estadísticamente distintas a la elasticidad ingreso obtenida por el estimador de MCO (ver gráfica 1). Es importante señalar que existen diferencias metodológicas importantes, entre el estudio de Gutiérrez (2016) y el presente

²⁵ Los rangos de estimaciones reportados, para la regresión cuantílicas por decil, representan las estimaciones puntuales mínima y máxima que además hayan resultado estadísticamente significativas.

estudio, en la determinación de consumo de kwh de los hogares. Además, la elasticidad ingreso de la demanda estimada en este estudio representa a la del hogar, mientras que la de Gutiérrez (2016) representa a la elasticidad ingreso per cápita del hogar.

La elasticidad precio (ver gráfica 2) es mayor en los deciles de consumo altos, además de que algunas estimaciones resultan estadísticamente distintas a la obtenida por el estimador MCO. Es importante destacar que la elasticidad precio de la demanda obtenida es más elástica que la de estudios previos, a excepción de las obtenidas por He y Reiner (2016) que resultan ser más elásticas que las de este trabajo. Las estimaciones sugieren que los hogares son más sensibles ante cambios en precios de electricidad, en comparación a los cambios en ingreso, dicha relación es negativa y en particular mientras mayor es el consumo del hogar en electricidad mayor es su respuesta de disminución de consumo de electricidad ante incrementos en precios. En México el precio medio de kwh pagado por el hogar depende del subsidio que es otorgado en función de la temperatura, es decir que el subsidio no se focaliza por nivel de ingreso y por tanto los hogares que podrían pagar el precio de la electricidad en verano también reciben el subsidio incentivándolos a hacer un mal uso del recurso. Convendría explorar las implicaciones de la determinación de tarifas en México ya que estas podrían estar provocando el uso irracional de electricidad por parte de los hogares.

Por otro lado, la elasticidad precio cruzada de la demanda (ver gráfica 3), al igual que la elasticidad precio, resulta ser más elástica que en otros trabajos, salvo las obtenidas por He y Reiner (2016). Sin embargo, no resultan estadísticamente distintas a la obtenida por el estimador de MCO. Resulta interesante que el consumo de electricidad se reduce ante un aumento en el precio del gas LP, de forma que las estimaciones sugieren que la electricidad y el gas LP son bienes complementarios. El resultado es contrario a lo esperado ya que se pensaría que haya un grado de sustitución entre energéticos, relación encontrada en el trabajo de Agostini, Plottier y Saavedra (2012). Por otro lado, Flippini y Pachauri (2004), utilizando el precio del queroseno, obtuvieron un signo negativo para la elasticidad precio cruzada de la demanda dentro de la temporada de invierno y monzón. Los autores comentan que no esperaban dicho resultado y que para futuras investigaciones se requiere explorar si hay un error en sus estimaciones. En el caso de este estudio, los datos en su mayoría corresponden a la temporada de verano por lo que se podría comparar las estimaciones con las de Flippini y Pachauri (2004)²⁶. Sin embargo, el signo

²⁶ La ENIGH se levantó entre el 18 de agosto y 28 de noviembre de 2011 considerando que los consumos en electricidad se realizan durante meses previos, lo cual se puede corroborar con la pregunta “¿cuál fue la fecha del último pago?” contenida en el cuestionario de gastos del hogar.

obtenido por los autores para la temporada de verano, contrario al obtenido en este trabajo, resulta positivo.

La sustitución o complementariedad de los energéticos analizados deben estar en función de su uso. Los hogares utilizan estos energéticos para obtener servicios como lo son cocción de alimentos, iluminación, climatización o acondicionamiento del aire (ventilación, calefacción y refrigeración), lavado, secado, planchado, etc. La flexibilidad con la que los hogares pueden sustituir energéticos dependerá del equipamiento de la vivienda. La cuestión es si los hogares están racionalizando las asignaciones del equipamiento de su vivienda. Los componentes que integran el equipamiento se consideran bienes duraderos y por tanto podrían ser reemplazados hasta que pierdan su funcionalidad o hasta que haya un cambio en los precios de los energéticos tal que incentive a su reemplazo por otros de mayor eficiencia. Se requiere un análisis profundo que explore vertientes como los determinantes de las inversiones de los hogares en el equipamiento de su vivienda, la capacidad de respuesta de los hogares ante cambios en precios de energéticos en sus asignaciones de equipamiento de vivienda, etc. Lo anterior escapa al alcance del estudio por lo que se considera para futuras investigaciones. También, al igual que Flippini y Pachauri (2004), se considera los posibles errores de medición y de muestra, por lo que se sugiere ser cauto con el resultado obtenido.

El tamaño del hogar influye de manera positiva en el consumo de electricidad, aunque los incrementos disminuyen conforme aumenta el número de integrantes en el hogar, de acuerdo con los resultados, en promedio se obtendrían decrementos en el consumo de electricidad a partir del noveno integrante. Esto último no es lógico ya que en todo caso no habría incrementos en el consumo de electricidad cuando la capacidad de consumo de electricidad se sature, ya que en las viviendas existe un número limitado de conectores y estos no pueden variar a menos que se realice una instalación. También consideremos que los hogares con mayor número de integrantes pueden corresponder con los de menores ingresos, por su bajo costo de oportunidad en ingreso ante un hijo adicional, y por tanto con los de menor consumo de electricidad al contar con menor poder adquisitivo y equipamiento de vivienda. Los signos de los coeficientes, que sugieren una tasa de crecimiento en consumo constante y una tasa de decremento variable al cambiar el número de integrantes del hogar, se deben a que existen costos de electricidad que se distribuyen entre los integrantes del hogar, como el servicio del refrigerador, de una bombilla de luz, el hecho de que una persona adicional mire la televisión no incrementa el consumo de electricidad, o que una persona entre a una habitación donde se hace uso de una bombilla eléctrica no incrementa el consumo de electricidad, se podría decir que algunos servicios de electricidad no son excluibles ni rivales en su uso. Otro aspecto por destacar es que la relevancia de estas variables cambia a lo largo de los deciles de consumo (ver

gráficas 5 y 6) difiriendo así a las obtenidas por el estimador de MCO. En los deciles más altos al agregar un integrante se obtiene un crecimiento promedio menor y una tasa decreciente menor en el consumo de electricidad en comparación a los deciles bajos. Lo anterior podría estar relacionado con la base de consumo de estos hogares, ya que al contar con un mayor equipamiento en la vivienda como podría ser una caldera para la piscina, entonces el efecto de un integrante adicional no incrementaría tanto el consumo como la de los hogares con menor base de consumo de electricidad.

Cuadro 2
Elasticidades de la demanda en estudios precios^{1/}

Autores	Elasticidad ingreso	Elasticidad precio	Elasticidad precio cruzada
Parti y Parti (1980)	0.15	-0.58	-
Dubin, Miedema y Chandran (1986)	0.61	-0.55	-
Baker, Blundell y Micklewright (1989)	0.13	-0.75	-
Baker (1992)	0.24	-0.62	-
Branch (1993)	0.23	-0.20	-
Reiss y White (2002)	0.00	-0.39	-
Fernández (2006)	(0.14, 0.58)	-0.59	-
Halvorsen y Larsen (2001)	(0.06, 0.13)	-0.44	-
Leth Petersen (2002)	0.28	-	-
Medina y Vicéns (2012)	(0.12, 0.15)	-	-
Dubin y McFadden (1984)	0.02	-0.26	0.39
Flippini y Pachauri (2004), invierno	0.63	-0.49	-0.27
Flippini y Pachauri (2004), verano	0.63	-0.29	0.26
Flippini y Pachauri (2004), monzón	0.60	-0.51	-0.65
Agostini, Plottier y Saavedra (2012)	(0.11, 0.12)	(- 0.38, -0.40)	(0.14, 0.16)
Gutiérrez (2016)	(0.04, 0.10)*	-	-
Hancevic y Navajas (2015)	(0.23, 0.26)*	-	-
He y Reiner (2016), rural	(0.33, 0.38)	-3.59	-2.03
He y Reiner (2016), urbano	(0.33, 0.46)	-2.91	-2.36
Presente estudio	(0.25, 0.28)	(- 1.93, -1.42)	(-1.81, -1.04)

1/ Únicamente se incluyen resultados con significancia estadística. Los rangos indican la estimación puntual mínima y máxima para cada elasticidad.

* Para estos estudios, se trata de la elasticidad ingreso per cápita del hogar.

Nota: Por la diferencia de metodologías y datos, se recomienda acotar la comparabilidad de resultados al signo de los coeficientes para analizar el sentido económico del efecto.

Fuente: Fernández (2006), Medina y Vicéns (2011) y elaboración propia.

La proporción de bombillas sobre número de cuartos es una variable proxy para el tamaño de vivienda. De acuerdo con lo esperado los coeficientes estimados por MCO resulta con signo positivo indicando que a mayor tamaño de hogar mayor consumo de electricidad, mientras que las estimaciones por deciles de consumo resultan no ser estadísticamente distintas a la de MCO.

Para el tipo de vivienda solo resultan significativas las variables ficticias de departamento y vecindad, las cuales de acuerdo con el estimador de MCO tienen una diferencia media de consumo de -16.42 % y -21.24 %, respectivamente, en comparación con los hogares de familias que habitan en casas, mientras que las diferencias medias por decil de consumo resultaron no ser estadísticamente distintas a las de MCO²⁷.

Además, los hogares con aire acondicionado en promedio consumen 60.22 % más que los hogares que no tienen aire acondicionado, mientras que en las estimaciones por deciles resultaron entre 48.89 % y 69.29 %, exhibiendo mayor magnitud para los deciles de alto consumo (gráfica 11). Se estima que los hogares con calefacción tienen un consumo promedio mayor en 18.86 % respecto a los que no tienen calefacción, de acuerdo con el estimador de MCO, mientras que las estimaciones por deciles de consumo resultaron en un consumo promedio mayor de entre [13.89 %, 24.40 %], aunque estas no son estadísticamente distintas a las de MCO. Al igual que Gutiérrez (2016), se encuentra que los hogares que hacen uso del aire acondicionado tienen un incremento en el consumo de electricidad considerable por lo que hacer un uso más eficiente de estos equipos puede contribuir de manera importante en el uso racional de la electricidad. En general, se podría buscar alternativas para hacer un uso más eficiente de estos equipos si se siguen las especificaciones del producto, ya que los quipos de enfriamiento están diseñados para trabajar bajo ciertas condiciones y estas se señalan en los manuales de usuario. Por ejemplo, la capacidad de enfriamiento de estos equipos está relacionada con su tamaño, entonces utilizar un aparato de aire acondicionado para tratar de enfriar una superficie superior para la cual fue diseñada provocará que el quipo opere en condiciones no óptimas y por tanto consuma mayor electricidad y reduzca su vida útil. Lo anterior también ocurre cuando la temperatura dentro de la vivienda es suficientemente alta como para que el equipo de enfriamiento logre alcanzar la temperatura solicitada, ya que esto haría que el equipo trabaje a su máxima capacidad durante su tiempo de uso. Por tanto, si los hogares complementaran con otras acciones el control de la temperatura de su vivienda y siguieran las especificaciones del producto podrían reducir el consumo en electricidad derivado del uso de equipos de enfriamiento. Sin embargo, los hogares podrían no estar tomando medidas para hacer un uso más eficiente de sus equipos de enfriamiento ya sea por asimetría de la información, falta de presupuesto, por la presencia del subsidio al consumo de electricidad durante la temporada de verano (que desincentiva el uso racional del recurso), etc.

Para los hogares que no cuentan con medidor de luz, se estima mediante MCO, que en promedio consumen 8.99 % menos respecto a los hogares que sí cuentan

²⁷ Únicamente la estimación en el noveno decil de consumo de electricidad para la variable “vecindad” resulta estadísticamente distinta a la de MCO.

con medidor de luz. Esto resulta contraintuitivo ya que se esperaría que al no medir su consumo de electricidad estos harían un uso irracional del recurso. Se debe considerar que el consumo de electricidad fue estimado de acuerdo con el gasto declarado por el hogar, es posible que los hogares que no tienen medidor de electricidad no estén pagando lo correspondiente a su consumo real y por tanto estemos subestimando su consumo. Las estimaciones obtenidas de la regresión cuantílica son únicamente significativas para los deciles de consumo de electricidad que van del primero al sexto, los cuales varían entre -5.81 % y -1.38 %. Se debe considerar que un hogar que declara altos niveles de gasto en electricidad debería contar con un medidor en su vivienda. Dado lo anterior, lo único razonable sería pensar que los hogares sin medidor de luz no están pagando lo que deberían por el servicio. Convendría estudiar el problema de falta de medición de consumo de electricidad en los hogares. Dado que los hogares incluidos en la muestra son aquellos que reportaron gasto en electricidad y que declararon que la luz eléctrica se obtiene del servicio público, estos usuarios sin medidor tendrían que ser usuarios de CFE.

De acuerdo con el estimador de MCO, los hogares con acceso a gas LP tienen una diferencia promedio en consumo de electricidad de -3.38 % respecto a los hogares con gas natural, mientras que las estimaciones de la regresión cuantílica no son estadísticamente distintas a las de MCO. Para los hogares que no tienen acceso a gas hay una diferencia promedio de consumo de -28.99 % respecto a los hogares que tienen acceso a gas natural, mientras que las estimaciones para cada decil de consumo oscilan entre -38.53 % y -23.91 %. El resultado obtenido es contrario al esperado y se opone al conseguido por Hancevic y Navajas (2015) en el cual exponen que la falta de acceso a gas natural produce un mayor consumo de electricidad, aunque su análisis se limita al área metropolitana de Buenos Aires donde, de acuerdo con los autores, el 77.70 % de los hogares están conectados a la red de gas natural. Dado que se esperaría que los hogares sin acceso a gas hagan uso de la electricidad para satisfacer su demanda de energía, y ya que la estimación sugiere que, como en la situación anterior, más bien disminuye el consumo de electricidad, entonces podría ser indicativo de que los hogares sin acceso a gas sean los más marginados y por tanto aquellos con menor equipamiento en su vivienda y menor consumo de electricidad. También existe la posibilidad de que su pago declarado de electricidad no refleje su consumo real, caso similar al de los hogares sin medidor de consumo. Según la encuesta nacional sobre consumo de energéticos en las viviendas particulares (ENCEVI) 2018, los combustibles más utilizados en las viviendas mexicanas son el gas LP, leña y gas natural con 79 %, 11 % y 7 %, respectivamente.

Contrario a lo esperado, el coeficiente para la variable “proporción de bombillas ahorradoras” resulta positivo tanto para la estimación de MCO como las estimaciones por deciles en la regresión cuantílica. Lo anterior puede

justificarse como un “rebound effect” el cual consiste en un aumento en el consumo ante una mejora en eficiencia, en este caso los hogares que están ahorrando en iluminación destinan ese ahorro a otros servicios que requieren el uso de electricidad e inclusive incrementan su consumo. La relevancia de esta variable disminuye en los deciles más altos de consumo (gráfica 16). Esto indica que los programas públicos de renovación de equipos, como el de “Luz sustentable” y “Cambia tu viejo por uno nuevo” durante la gestión de Felipe Calderón (2006-2012), pueden incrementar el consumo de electricidad de los hogares a los que van dirigidos, por lo que dichos programas cumplen con un objetivo social, a través de un incremento de eficiencia en el uso de la electricidad de los hogares²⁸.

Los coeficientes para las variables edad y edad al cuadrado de las estimaciones por deciles de consumo no resultaron ser estadísticamente distintas a las de MCO. Además, la magnitud de los coeficientes se aproxima a cero por lo que no resultan relevantes para fines de interpretación. Por otro lado, no se encuentra una diferencia media significativa de consumo entre hombre y mujer ni entre personas menores de 65 años y las de mayor o igual edad.

Se encuentra una diferencia media significativa entre los jefes de familia que concluyeron la secundaria, el bachillerato o la universidad en comparación con aquellos que no concluyeron secundaria. Para el estimador de MCO los jefes de familia que concluyeron sus estudios de secundaria, bachillerato y universidad tienen una diferencia media de consumo de electricidad de 3.68 %, 6.88 % y 15.14 %, respectivamente, en comparación a los que no concluyeron la secundaria. En las estimaciones por deciles de consumo, las diferencias medias varían entre [2.26 %, 7.25 %], [5.45 %, 8.91 %] y [13.55 %, 16.16 %], respectivamente, comparados con los jefes de familia que no concluyeron la secundaria. Para las estimaciones por deciles de consumo, únicamente la de la variable jefes de familia que concluyeron secundaria tiene diferencias promedio significativas respecto al estimador de MCO (gráfica 21). En particular la diferencia de consumo medio de electricidad de los jefes de familia con secundaria concluida respecto a los que no la concluyeron resulta ser no significativa en los deciles de consumo de electricidad más altos, contrario a los que concluyeron preparatoria y universidad que siguen teniendo diferencias cercanas al 5 % y 14 %, respectivamente, respecto a los que no concluyeron secundaria.

Para las interacciones de estrato económico y población se observa que a mayor estrato económico mayor consumo de electricidad, así las diferencias medias estimadas por MCO para los estratos bajo en población rural, medio en

²⁸ El programa “Luz sustentable” consistía en obsequiar bombillas ahorradoras, mientras que el programa “Cambia tu viejo por uno nuevo” consistía en apoyos directos y créditos para renovación de electrodomésticos.

población rural, bajo en población urbana, medio alto en población urbana y alto en población urbana resultaron en -19.10 %, -3.47 %, -10.55 %, 5.40 % y 13.08 %, respecto al estrato medio en población urbana, mientras que para las estimaciones por decil de consumo estas oscilan entre [-26.56 %, -13.19 %], [-4.91 %, -1.23 %], [-19.42 %, -7.58 %], [1.69 %, 9.61 %] y [9.45 %, 14.96 %], respectivamente. En general, estos resultados son intuitivos ya que se esperaría que las viviendas de los estratos más alto tengan mayor equipamiento del hogar.

Para considerar la influencia del clima en el consumo de electricidad se ha incorporado la temperatura promedio mensual en el modelo. De acuerdo con el estimador de MCO, se estima un incremento en el consumo de electricidad de 1.11 % por grado centígrado adicional, mientras que las estimaciones por deciles de consumo fluctúan entre 0.78 % y 1.28 %, aunque solo la correspondiente al cuarto decil de consumo resulta estadísticamente distinta a la obtenida en MCO, aunque solo excede ligeramente el límite inferior del intervalo de confianza de la estimación de MCO. Este resultado debe tomarse con reserva considerando las limitaciones expuestas anteriormente sobre esta variable. Las estimaciones de las diferencias promedio para el consumo de electricidad entre la Ciudad de México y el resto de las entidades federativas pueden consultarse en el anexo 7 y anexo 8 (gráficas 30-60).

Para el modelo estimado por MCO se obtiene una bondad del ajuste de 0.59. Debido a que la regresión cuantílica no tiene las propiedades del estimador MCO, no es posible calcular la R^2 . Sin embargo, se presenta el estadístico de Pseudo- R^2 el cual se calcula como

$$\text{Pseudo-}R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^i [y_i - \hat{y}_i]}{\sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_\theta]} \quad (11)$$

y mide la bondad de ajuste para la regresión cuantílica (Vicéns y Sánchez, 2012).

Cuadro 2
Medida de bondad de ajuste de las estimaciones por decil

Decil	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Pseudo- R^2	0.21	0.19	0.20	0.23	0.29	0.34	0.38	0.41	0.47

Fuente: Elaboración propia con información de la ENIGH 2014, CFE y CRE

La bondad de ajuste es mayor para las estimaciones en los deciles más altos de consumo de electricidad. Estas son superiores a las obtenidas en el trabajo de Hancevic y Navajas (2015) las cuales no alcanzan el valor de 0.20. Otro trabajo

que expone los cálculos de este estadístico es el trabajo de Medina y Vicéns (2011) cuyos valores resultan entre 0.41 y 0.43.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo es estimar la demanda de electricidad residencial en México mediante una regresión cuantílica. Por primera ocasión se utiliza información que permite identificar la tarifa de electricidad residencial a nivel municipal facilitando la conversión del gasto en electricidad a kilowatts-hora. Sin embargo, se incurre en una sobreestimación en el consumo de electricidad para los hogares que pagan derecho de alumbrado público ya que no se dispone de esta información.

El método de regresión cuantílica permite estimar rectas de regresión por cuantiles de la variable dependiente sin el inconveniente de ser considerablemente afectada por la presencia de heteroscedasticidad, datos atípicos o cambios estructurales ya que penaliza los errores de manera lineal y no de manera cuadrática como sucede con el estimador de MCO. De esta forma es posible analizar diferentes segmentos de la distribución como los hogares con consumo de electricidad más alto en donde se esperaría encontrar niveles elevados de ineficiencia energética.

Respecto a los resultados más relevantes, se encontró que la elasticidad ingreso de la demanda es inelástica, a través de los deciles de consumo, con un rango estimado de [0.25, 0.28], mientras que la elasticidad precio y precio cruzada de la demanda resultaron ser elásticas con rangos de [-1.93, -1.42] y [-1.81, -1.04], respectivamente.

Los resultados sugieren que los precios de los energéticos tienen mayor efecto en el consumo de la electricidad que el ingreso del hogar, y al igual que otros estudios, se encuentra que los cambios en los niveles de ingreso no tienen efectos importantes en el consumo de electricidad. Por otro lado, las estimaciones sugieren que los hogares son más sensibles ante cambios en precios de electricidad, en comparación a los cambios en ingreso, y que dicha relación es negativa y en particular de mayor magnitud para los hogares con mayores niveles de consumo de electricidad. Dado que en México no se focalizan los subsidios de electricidad por nivel de ingreso sino en función de la temperatura, el subsidio podría estar incentivando a los hogares a hacer un uso excesivo del recurso, por lo que convendría hacer un análisis más detallado sobre la determinación de tarifas residenciales y sus implicaciones en los patrones de consumo de los hogares, ya que podría ser una alternativa de política pública para corregir posibles fallos de mercado introducidos por medio de precios que no reflejen el costo marginal del servicio de electricidad.

Igualmente se recomienda tener cautela con el resultado obtenido para la elasticidad precio-cruzada de la demanda ya que se pensaría que hay un grado de sustitución entre energéticos, mientras que la estimación sugiere que se tratan de bienes complementarios.

Se recomienda, para futuras investigaciones, un análisis profundo que explore vertientes como los determinantes de las inversiones de los hogares en el equipamiento de su vivienda, la capacidad de respuesta de los hogares ante cambios en precios de energéticos en sus asignaciones de equipamiento de vivienda, etc. Igualmente se considera que este resultado podría derivarse de errores de medición o de muestra.

También se observa que los hogares, equipados con aire acondicionado, consumen en promedio entre 69 % y 49 % más que el resto de los hogares, por lo que hacer un uso más eficiente de estos equipos puede contribuir de manera importante en el uso racional de la electricidad. Existe la posibilidad de que los hogares no estén haciendo un uso eficiente de sus equipos de enfriamiento ya sea por asimetría de la información, falta de presupuesto, por la presencia del subsidio al consumo de electricidad durante la temporada de verano (que desincentiva el uso racional del recurso), etc.

Además, contrario a lo esperado, se encuentra que los hogares sin medidor consumen menos electricidad que los hogares con medidor. Lo anterior levanta la sospecha de que el gasto de los hogares sin medidor no refleje el consumo de kwh y por tanto se haya subestimado el consumo de estos hogares, ya que este se calculó a partir del gasto en electricidad declarado por los hogares. Es por esto por lo que se considera que se debería estudiar el problema de la falta de medición de consumo de electricidad en los hogares.

Otro resultado contraintuitivo fue el obtenido para los hogares sin acceso a gas, ya que se encuentra que estos consumen menor electricidad cuando se esperaría que estos hogares hagan uso de la electricidad para satisfacer su demanda de energía. Lo anterior levanta dos sospechas: 1) que los hogares sin acceso a gas sean los más marginados y por tanto aquellos con menor equipamiento en su vivienda y menor consumo de electricidad, y 2) que su pago declarado de electricidad no refleje su consumo real.

Los resultados expuestos en este artículo no deben ser generalizados para todo el año ya que por el periodo de levantamiento de la ENIGH estos representan el consumo de electricidad durante el tercer trimestre del año, y coincide con la temporada de verano, que es la de mayor consumo.

Referencias

- [1] Agostini, C., Plottier, C. y Saavedra, E. (2012). "La demanda residencial por energía eléctrica en Chile", *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)*, Central Bank of Chile, vol. 15(3), 64-83.
- [2] Baker, P., y Blundell, R. (1991), *The Microeconomic Approach to Modelling Energy Demand: Some Results for UK Households*, *Oxford Review of Economic Policy*, 7, issue 2, p. 54-76.
- [3] Baker, P., Blundell, R. y Micklewright, J. (1989) "Modelling household energy expenditures using microdata", *The Economic Journal*, 99, September, 720-738.
- [4] Branch, R. (1993). "Short run income elasticity of demand for residential electricity using consumer expenditure survey data", *The Energy Journal*, 14 (4), 111-121. ^[1]_{SEPE}
- [5] Bound, J., Jaeger, D. y Baker, R. (1995) "Problems with instrumental variables when the correlation between the instruments and the endogenous explanatory variables is weak". *Journal of the American Statistical Association*. Applications and case studies, 90(430), 443-450.
- [6] Comisión Federal de Electricidad. Tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica (2014): URL < <https://app.cfe.mx> > [último acceso: Agosto de 2017].
- [7] Comisión Reguladora de Energía: URL <<http://www.calculadora.cre.gob.mx>> [último acceso: Agosto de 2017].
- [8] Cuadrado, J. (2010). "Política Económica: elaboración, objetivo e instrumentos". McGraw Hill.
- [9] Dubin, J. y McFadden, D. (1984) "An econometric analysis of residential electric appliance holdings and consumption" *Econometrica*, 52(2), 345-362.
- [10] Dubin, J., Miedema, A. y Chandran, R. (1986): *Price Effects of Energy-Efficient Technologies: A Study of Residential Demand for Heating and Cooling*.
- [11] Fernández, L. (2006). "La demanda residencial de electricidad en España: Un análisis microeconómico", Tesis doctoral, Universidad de Barcelona: URL <<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/42612>> [último acceso: agosto de 2017]. ^[1]_{SEPE}
- [12] Gutiérrez, A. (2016). "Determinantes de consumo eficiente de energía eléctrica en el sector residencial en México: Un enfoque de regresión cuantílica", Tesina de maestría, Centro de Investigación y Docencia Económica, A.C., Aguascalientes, Aguascalientes, México. ^[1]_{SEPE}
- [13] Halvorsen, B. y Larsen, B. (2001). "The flexibility of household electricity demand over time" en *Resource and Energy Economics*, 23(1), pp. 1-18.
- [14] Hancevik, P. y Navajas, F. (2015). "Consumo Residencial de Electricidad y Eficiencia Energética", *El Trimestre Económico*, LXXXII (4), No.328, 897-927. ^[1]_{SEPE}
- [15] He, X. y Reiner, D. (2016). "Electricity Demand and Basic Needs: Empirical Evidence from China's Households", *Energy Policy*, Elsevier, 90(C), 212-221.
- [16] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*, 2014.
- [17] Heckman, J.J. (1979). "Sample selection bias as a specification error", *Econometrica*, 47(1), 153-161.

- [18] Koenker, R. & Bassett, G. (1978). "Regression Quantiles", *Econometrica*, 46(1), 33-50.
- [19] Leth-Petersen, S. (2002). "Micro econometric modelling of household energy use: testing for dependence between demand for electricity and natural gas" en *Energy Journal*, 23(4), pp. 57-84.
- [20] Medina, E. y Vicéns, J. (2011). "Factores determinantes de la demanda eléctrica de los hogares en España: Una aproximación mediante regresión cuantílica", *Estudios de Economía Aplicada*, 29(2), 515-538.
- [21] Nuño, J. (2014). "El Cobro del Alumbrado Público (DAP), en los Municipios", *Hacienda Municipal, Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas, Revista trimestral*, No. 121, 38-44. ^[1]_[SEPE]
- [22] Pachauri, S. y Filippini, M. (2004). "Elasticities of electricity demand in urban Indian households", *Energy Policy*, 32 (3), 429-436. ^[1]_[SEPE]
- [23] Parti and Parti (1980). The Total and Appliance-Specific Conditional Demand for Electricity in the Household Sector, *Bell Journal of Economics*, 11, issue 1, p. 309-321.
- [24] Reiss, P. and White, M. (2005). Household Electricity Demand, Revisited, *Review of Economic Studies*, 72, issue 3, p. 853-883.
- [25] Sánchez, B., y Vicéns, J. (2012). "Regresión cuantílica: Estimación y contrastes", *Instituto L.R. Klein-Centro Gauss. U.A.M D.T. no. 21*.
- [26] Shin, J. (1985). "Perception of price when price information is costly: evidence from residential electricity demand", *The Review of Economics and Statistics*, 67 (4), 591-598. ^[1]_[SEPE]
- [27] Tinbergen, J. (1959). Problems of planning economic policy. *International Social Science Journal*. XI, 3, p. 351 - 360.

ANEXO 1: Mapa: Tarifas de electricidad residencial por municipios en México



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, CFE y CRE.

Anexo 2: Tarifas de electricidad residencial durante 2014

Tarifa	Bloque	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01	Básico (1-75 kwh)	0.792	0.795	0.798	0.801	0.804	0.807	0.810	0.813	0.816	0.819	0.822	0.825
	Intermedio (76-140 kwh)	0.963	0.966	0.969	0.972	0.975	0.978	0.981	0.984	0.987	0.990	0.993	0.996
	Excedente (> 140 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1A	Básico (1-100 kwh)	0.703	0.705	0.707	0.709	0.711	0.713	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725
	Intermedio (101-150 kwh)	0.823	0.826	0.829	0.832	0.835	0.838	0.841	0.844	0.847	0.850	0.853	0.856
	Excedente (> 150 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1B	Básico (1-125 kwh)	0.703	0.705	0.707	0.709	0.711	0.713	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725
	Intermedio (126-225 kwh)	0.823	0.826	0.829	0.832	0.835	0.838	0.841	0.844	0.847	0.850	0.853	0.856
	Excedente (> 225 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1C	Básico (1-150 kwh)	0.703	0.705	0.707	0.709	0.711	0.713	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725
	Intermedio bajo (151-300 kwh)	0.823	0.826	0.829	0.832	0.835	0.838	0.841	0.844	0.847	0.850	0.853	0.856
	Intermedio alto (301-450 kwh)	1.055	1.058	1.061	1.064	1.067	1.07	1.073	1.077	1.081	1.085	1.089	1.093
	Excedente (> 450 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1D	Básico (1-175 kwh)	0.703	0.705	0.707	0.709	0.711	0.713	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725
	Intermedio bajo (176-400 kwh)	0.823	0.826	0.829	0.832	0.835	0.838	0.841	0.844	0.847	0.850	0.853	0.856
	Intermedio alto (401-600 kwh)	1.055	1.058	1.061	1.064	1.067	1.07	1.073	1.077	1.081	1.085	1.089	1.093
	Excedente (>600 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1E	Básico (1-300 kwh)	0.585	0.587	0.589	0.591	0.593	0.595	0.597	0.599	0.601	0.603	0.605	0.607
	Intermedio bajo (301-750 kwh)	0.734	0.736	0.738	0.740	0.742	0.744	0.746	0.748	0.750	0.752	0.754	0.756
	Intermedio alto (751-900 kwh)	0.954	0.957	0.96	0.963	0.966	0.969	0.972	0.975	0.978	0.981	0.984	0.987
	Excedente (>900 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917
1F	Básico (1-300 kwh)	0.585	0.587	0.589	0.591	0.593	0.595	0.597	0.599	0.601	0.603	0.605	0.607
	Intermedio bajo (301-1200 kwh)	0.734	0.736	0.738	0.740	0.742	0.744	0.746	0.748	0.750	0.752	0.754	0.756
	Intermedio alto (1201-2500 kwh)	1.775	1.781	1.787	1.793	1.799	1.805	1.811	1.817	1.823	1.829	1.835	1.841
	Excedente (> 2500 kwh)	2.817	2.826	2.835	2.844	2.853	2.862	2.871	2.880	2.889	2.898	2.907	2.917

Fuente: Elaboración propia con información de la CFE.

ANEXO 3: Rangos de bloques de consumo de kilowatts-hora durante 2014

Temporada fuera de verano							
Tarifa	01	1A	1B	1C	1D	1E	1F
Básico	1-75	1-75	1-75	1-75	1-75	1-75	1-75
Intermedio	76-140	76-150	76-175	76-175	76-200	76-200	76-200
Excedente	>140	>150	>175	>175	>200	>200	>200
Temporada de verano							
Tarifa	01	1A	1B	1C	1D	1E	1F
Básico	1-75	1-100	1-125	1-150	1-175	1-300	1-300
Intermedio	76-140	101-150	126-225				
Intermedio bajo				151-300	176-400	301-750	301-1,200
Intermedio alto				301-450	401-600	751-900	1,201-2,500
Excedente	>140	>150	>225	>450	>600	>900	>2500

Fuente: Elaboración propia con información de la CFE.

ANEXO 4: Conversión del gasto en electricidad a kilowatts-hora

$$G_{kwh} = G_B + G_I + G_{IA} + G_E \quad (\text{Ec. 11})$$

$$G_B = \begin{cases} LS_{T_i,B} * P_{T_i,B} & , \text{si } G_{kwh} > LS_{T_i,B} * P_{T_i,B} \\ G_{kwh} & , \text{de lo contrario} \end{cases} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$G_I = \begin{cases} LS_{T_i,I} * P_{T_i,I} & , \text{si } G_{kwh} - G_B > LS_{T_i,I} * P_{T_i,I} \\ G_{kwh} - G_B & , \text{de lo contrario} \end{cases} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$G_{IA} = \begin{cases} 0 & , \text{si tarifa 01, tarifa 1A o Tarifa 1B} \\ LS_{T_i,IA} * P_{T_i,IA} & , \text{si } G_{kwh} - G_B - G_I > LS_{T_i,IA} * P_{T_i,IA} \\ G_{kwh} - G_B - G_I & , \text{de lo contrario} \end{cases} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$G_E = G_{kwh} - G_B + G_I + G_{IA} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$Q_{kwh} = (G_B/P_{T_i,B}) + (G_I/P_{T_i,I}) + (G_{IA}/P_{T_i,IA}) + (G_{IE}/P_{T_i,E}) \quad (\text{Ec. 16})$$

$$P_{kwh} = G_{kwh}/Q_{kwh} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

G = Gasto;

kwh = kilowatts hora;

P = Precio;

LS = Límite superior;

Q = Cantidad consumida;

T = Tarifa;

i = {01, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F};

B = Bloque de consumo básico;

I = Bloque de consumo intermedio;

IA = Bloque de consumo intermedio alto; y

E = Bloque de consumo excedente.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE.

ANEXO 5: Prueba de endogeneidad entre precio medio de kwh y cantidad consumida de electricidad

Modelo: MCO, muestra: 16,577 Variable dependiente: log(kwh) Desviaciones típicas robustas ante heteroscedasticidad, variante HC1				
Variable	Coefficiente	Desv. típica	t	p-val
Constante	4.89	0.01	495.20	0.00
log(Precio medio de electricidad)	-0.61	0.05	-11.87	0.00
Residuo de EC. Precio de kwh	3.16	0.07	45.27	0.00
Media de la vble. dep.	5.01	D.T. de la vble. dep.	0.8586	
Suma de cuad. residuos	10259.61	D.T. de la regresión	0.7868	
R-cuadrado	0.16	R-cuadrado corregido	0.1603	
F(2, 16574)	2217.41	Valor p (de F)	0.0000	
Log-verosimilitud	-19544.91	Criterio de Akaike	39095.82	
Criterio de Schwarz	39118.97	Crit. de Hannan-Quinn	39103.46	

ANEXO 6 (1/2): Regresión auxiliar de variables instrumentales^{1/}

Variable	β	σ	t	p-val	Variable	β	σ	t	p-val
const	-0.20	0.26	-0.78	0.43	Con calefaccion	0.05	0.01	4.72	0.00***
T_1A_V	-0.14	0.01	-19.74	0.00***	Con aire acondicionado	0.08	0.00	18.11	0.00***
T_1B_V	-0.15	0.01	-27.19	0.00***	Sin medidor de luz	0.00	0.00	0.56	0.58
T_1C_V	-0.22	0.01	-37.02	0.00***	Proporción de bombillas ahorradoras	0.00	0.00	1.84	0.07*
T_1D_V	-0.23	0.01	-34.35	0.00***	Acceso a gas LP	0.00	0.01	0.21	0.83
T_1E_V	-0.45	0.01	-54.52	0.00***	Sin acceso a gas	-0.01	0.01	-1.72	0.09*
T_1F_V	-0.45	0.01	-42.85	0.00***	Mujer	0.00	0.00	0.00	1.00
log(Ingreso)	0.04	0.00	19.95	0.00***	Edad	0.00	0.00	5.78	0.00***
log(Precio Gas LP)	-0.18	0.10	-1.85	0.06*	Edad^2	0.00	0.00	-1.61	0.11
integrantes	0.02	0.00	9.45	0.00***	secundaria	0.00	0.00	0.23	0.82
Integrantes^2	0.00	0.00	-3.67	0.00***	bachillerato	0.01	0.00	2.00	0.05*
Edad \geq 65	-0.01	0.01	-1.54	0.12	universidad	0.03	0.00	6.34	0.00***
foco_cuarto	0.01	0.00	5.78	0.00***	temperatura	0.00	0.00	1.05	0.30
rural bajo	-0.01	0.00	-4.11	0.00***	Aguascalientes	0.01	0.01	0.53	0.60
rural medio	0.00	0.00	-0.94	0.35	Baja California	0.11	0.01	8.39	0.00***
urbano bajo	-0.02	0.00	-4.08	0.00***	Baja California Sur	0.09	0.02	5.36	0.00***
urbano bajo	-0.02	0.00	-4.08	0.00***	Campeche	0.06	0.01	5.02	0.00***
urbano medio alto	0.01	0.00	2.19	0.03**	Coahuila	0.05	0.01	3.94	0.00***
urbano alto	0.03	0.01	5.51	0.00***	Colima	0.00	0.01	0.06	0.95
departamento	-0.03	0.01	-4.65	0.00***	Chiapas	-0.01	0.01	-0.99	0.32
vecindad	-0.02	0.01	-2.93	0.00***					
cuarto en azotea	0.04	0.05	0.84	0.40					
local	-0.01	0.01	-0.50	0.62					

1/ Los instrumentos corresponden a variables ficticias de las tarifas interaccionadas con la variable ficticia de temporada de verano, los cuales resultan significativos para un nivel de $\alpha = 0.01$.

ANEXO 6 (2/2): Regresión auxiliar de variables instrumentales

Variable	β	σ	t	p-val
Chihuahua	0.03	0.01	2.25	0.02**
Durango	0.00	0.01	0.34	0.74
Guanajuato	0.00	0.01	0.20	0.84
Guerrero	0.01	0.01	0.54	0.59
Hidalgo	-0.02	0.01	-2.41	0.02**
Jalisco	0.00	0.01	-0.03	0.98
Estado de México	-0.01	0.01	-0.97	0.33
Michoacán	-0.01	0.01	-0.97	0.33
Morelos	0.01	0.01	0.71	0.48
Nayarit	0.04	0.01	2.99	0.00***
Nuevo León	0.03	0.01	2.69	0.01**
Oaxaca	-0.01	0.01	-1.71	0.09*
Puebla	-0.02	0.01	-1.85	0.06*
Querétaro	-0.01	0.01	-0.61	0.54
Quintana Roo	0.05	0.01	3.66	0.00***
San Luis Potosí	0.01	0.01	0.53	0.60
Sinaloa	0.06	0.01	4.81	0.00***
Sonora	0.11	0.01	7.71	0.00***
Tabasco	0.03	0.01	3.27	0.00***
Tamaulipas	0.05	0.01	4.44	0.00***
Tlaxcala	-0.02	0.01	-2.69	0.01**
Veracruz	0.01	0.01	0.59	0.56
Yucatán	0.02	0.01	1.68	0.09*
Zacatecas	0.01	0.01	0.60	0.55

F(65, 16511)	229.87
Valor p (de F)	0.00
R-cuadrado	0.45
R-cuadrado corregido	0.45
Suma de cuadrados residuales	288.53
Log-verosimilitud	10054.68
Media de la variable dependiente.	-0.20
Desv. típica de variable dependiente	0.18
Desv. típica de la regresión	0.13
Criterio de Akaike	-19977.36
Criterio de Schwarz	-19468.12
Criterio de Hannan-Quinn	-19809.23

ANEXO 7 (1/5): Resumen de resultados de regresiones cuantílicas y MCO^{1/}

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MCO
Constante	1.95	2.69**	3.44***	3.90***	3.69***	4.93***	4.99***	5.14***	4.92***	4.29***
Elasticidad ingreso. precio y precio cruzada de la demanda										
log(Renta)	0.26***	0.28***	0.27***	0.27***	0.28***	0.28***	0.27***	0.25***	0.25***	0.27***
log(Precio)	-1.42***	-1.63***	-1.63***	-1.69***	-1.76***	-1.81***	-1.77***	-1.80***	-1.93***	-1.73***
log(Precio Gas LP)	-1.04	-1.28***	-1.39***	-1.49***	-1.38***	-1.81***	-1.74***	-1.65***	-1.41***	-1.61***
Tamaño del hogar										
Integrantes	0.26***	0.23***	0.20***	0.19***	0.18***	0.17***	0.16***	0.16***	0.14***	0.18***
Integrantes^2	-0.02***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***
Características de la vivienda										
Bombillas/cuarto	0.05***	0.06***	0.05***	0.05***	0.05***	0.05***	0.05***	0.05***	0.05***	0.05***
Casa	ref.									
Departamento	-0.15***	-0.11***	-0.17***	-0.17***	-0.17***	-0.18***	-0.14***	-0.16***	-0.20***	-0.16***
Vecindad	-0.23***	-0.23***	-0.22***	-0.23***	-0.19***	-0.18***	-0.17***	-0.18***	-0.12***	-0.21***
Cuarto en azotea	-0.15	-0.02	-0.09*	-0.15	0.02	0.11	0.25***	0.19	0.08	0.06
Local	0.06	-0.07	0.02	-0.07***	-0.13***	-0.13	-0.13	-0.02	-0.05**	-0.05

1/ Los resultados se exhiben a dos decimales.

Muestra: 16,577 observaciones.

*** Significatividad al 1 %, ** significatividad al 5 % y * significatividad al 10 %, utilizando desviaciones típicas robustas.

ANEXO 7 (2/5): Resumen de resultados de regresiones cuantílicas y MCO^{1/}

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MCO
Equipamiento de la vivienda										
Con aire acondicionado	0.49***	0.53***	0.56***	0.59***	0.60***	0.62***	0.64***	0.66***	0.69***	0.60***
Sin aire acondicionado	ref.									
calefaccion	0.15***	0.18***	0.16***	0.14***	0.17***	0.19***	0.21***	0.23***	0.24***	0.19***
Sin calefacción	ref.									
Con medidor de luz	ref.									
Sin medidor de luz	-0.19***	-0.10**	-0.11***	-0.12***	-0.10***	-0.09***	-0.04	-0.01	-0.04	-0.09***
Con acceso a gas LP	-0.06***	-0.02	-0.01	-0.03	-0.04**	-0.04**	-0.04*	-0.05**	-0.03*	-0.03*
Con acceso a gas natural	ref.									
Sin acceso a gas	-0.39***	-0.35***	-0.31***	-0.30***	-0.26***	-0.26***	-0.24***	-0.26***	-0.26***	-0.29***
Proporción de bombillas ahorradoras	0.15***	0.12***	0.09***	0.09***	0.08***	0.07***	0.06***	0.07***	0.06***	0.10***

1/ Los resultados se exhiben a dos decimales.

Muestra: 16,577 observaciones.

*** Significatividad al 1 %, ** significatividad al 5 % y * significatividad al 10 %, utilizando desviaciones típicas robustas.

ANEXO 7 (3/5): Resumen de resultados de regresiones cuantílicas y MCO^{1/}

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MCO
Características demográficas										
Edad	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***
Edad sq	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***
Edad<65	ref.									
Edad≥65	0.01	-0.01	-0.02	0	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02	-0.04	-0.02
Hombre	ref.									
Mujer	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03*	0.04***	0.02
Primaria	ref.									
Secundaria	0.07***	0.07***	0.05***	0.04***	0.03***	0.03***	0.01	0.01	0.01	0.04***
Bachillerato	0.09***	0.09***	0.08***	0.07***	0.07***	0.07***	0.07***	0.08***	0.05***	0.07***
Universidad	0.15***	0.15***	0.16***	0.14***	0.15***	0.15***	0.15***	0.15***	0.14***	0.15***
Rural bajo	-0.27***	-0.22***	-0.20***	-0.18***	-0.19***	-0.16***	-0.18***	-0.15***	-0.13***	-0.19***
Rural medio	-0.01	-0.04*	-0.04**	-0.03**	-0.05***	-0.04**	-0.04*	-0.02	-0.04*	-0.03**
Urbano bajo	-0.19***	-0.12**	-0.09***	-0.10***	-0.11***	-0.11***	-0.11***	-0.12***	-0.08**	-0.11***
Urbano medio	ref.									
Urbano medio alto	0.10***	0.04***	0.05***	0.05***	0.05***	0.06***	0.07***	0.04***	0.02	0.05***
Urbano alto	0.12***	0.09***	0.11***	0.11***	0.11***	0.12***	0.14***	0.14***	0.15***	0.13***

1/ Los resultados se exhiben a dos decimales.

Muestra: 16,577 observaciones.

*** Significatividad al 1 %, ** significatividad al 5 % y * significatividad al 10 %, utilizando desviaciones típicas robustas.

ANEXO 7 (4/5): Resumen de resultados de regresiones cuantílicas y MCO^{1/}

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MCO
Clima y geografía (1/2)										
temperatura	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***	0.01***
Aguascalientes	0.37***	0.32***	0.23***	0.18***	0.14***	0.13***	0.10***	0.06	0.05	0.19***
Baja California	0.72***	0.65***	0.60***	0.57***	0.58***	0.57***	0.59***	0.56***	0.57***	0.61***
Baja California Sur	0.60***	0.57***	0.59***	0.52***	0.54***	0.55***	0.54***	0.48***	0.43***	0.54***
Campeche	0.26***	0.28***	0.26***	0.21***	0.21***	0.22***	0.27***	0.27***	0.36***	0.25***
Coahuila	0.40***	0.34***	0.31***	0.31***	0.32***	0.30***	0.29***	0.21***	0.23***	0.28***
Colima	0.31***	0.26***	0.20***	0.15***	0.12***	0.11***	0.09**	0.03	0.02	0.14***
Chiapas	-0.61***	-0.58***	-0.58***	-0.54***	-0.48***	-0.37***	-0.26***	-0.28***	-0.28***	-0.43***
Chihuahua	0.34***	0.29***	0.24***	0.19***	0.18***	0.16***	0.15***	0.12**	0.15***	0.20***
Distrito Federal	ref.									
Durango	0.20**	0.20***	0.12**	0.12**	0.08	0.10**	0.10*	0.06	-0.02	0.11***
Guanajuato	0.23***	0.17***	0.09**	0.07*	0.03	0.03	0.05	-0.03	0.00	0.10***
Guerrero	0.18**	0.15***	0.11**	0.10**	0.07	0.06	0.08*	0.03	0.05	0.10**
Hidalgo	0.00	-0.09	-0.09	-0.09**	-0.08*	-0.09**	-0.08**	-0.14***	-0.13**	-0.07*
Jalisco	0.10*	0.09*	0.04	0.00	-0.03	-0.03	-0.05	0.01	-0.02	0.03
México	0.06	0.05	0.02	-0.01	-0.04	-0.03	-0.04	-0.07	-0.06	0.01

1/ Los resultados se exhiben a dos decimales.

Muestra: 16,577 observaciones.

*** Significatividad al 1 %, ** significatividad al 5 % y * significatividad al 10 %, utilizando desviaciones típicas robustas.

ANEXO 7 (5/5): Resumen de resultados de regresiones cuantílicas y MCO^{1/}

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MCO
Clima y geografía (2/2)										
Michoacán	0.25***	0.15***	0.07*	0.05	0.02	0.01	0.00	-0.04	-0.09***	0.07**
Morelos	0.10	0.09*	0.04	0.00	-0.03	-0.05	-0.04	-0.07*	-0.11***	0.00
Nayarit	0.38***	0.30***	0.28***	0.26***	0.26***	0.29***	0.30***	0.23***	0.17***	0.28***
Nuevo León	0.39***	0.32***	0.28***	0.25***	0.18***	0.16***	0.15***	0.14***	0.19***	0.23***
Oaxaca	0.19***	0.08*	-0.01	-0.06	-0.09**	-0.10***	-0.08*	-0.15***	-0.15***	-0.02
Puebla	0.22***	0.12**	0.05	-0.03	-0.04	-0.08**	-0.05	-0.13***	-0.16***	0.01
Querétaro	0.14*	0.15**	0.12***	0.08**	0.05	0.04	0.04	-0.01	-0.03	0.09**
Quintana Roo	0.42***	0.42***	0.45***	0.40***	0.34***	0.31***	0.33***	0.27***	0.27***	0.34***
San Luis Potosí	0.30***	0.22***	0.16***	0.11***	0.09*	0.10**	0.12**	0.03	-0.01	0.15***
Sinaloa	0.61***	0.56***	0.56***	0.50***	0.43***	0.41***	0.39***	0.33***	0.28***	0.46***
Sonora	0.84***	0.81***	0.80***	0.76***	0.71***	0.70***	0.70***	0.64***	0.59***	0.71***
Tabasco	0.25***	0.18***	0.19***	0.17***	0.15***	0.14***	0.15***	0.16***	0.23***	0.18***
Tamaulipas	0.48***	0.40***	0.36***	0.32***	0.30***	0.25***	0.25***	0.23***	0.28***	0.32***
Tlaxcala	-0.03	-0.05	-0.10**	-0.15***	-0.15***	-0.10***	-0.08*	-0.10**	-0.15***	-0.08**
Veracruz	0.31***	0.26***	0.23***	0.18***	0.11***	0.11***	0.14***	0.08**	0.02	0.17***
Yucatán	0.41***	0.30***	0.29***	0.20***	0.17***	0.17***	0.19***	0.15**	0.15***	0.21***
Zacatecas	0.32***	0.25***	0.17***	0.13***	0.09**	0.11***	0.11**	0.06	0.07	0.17***

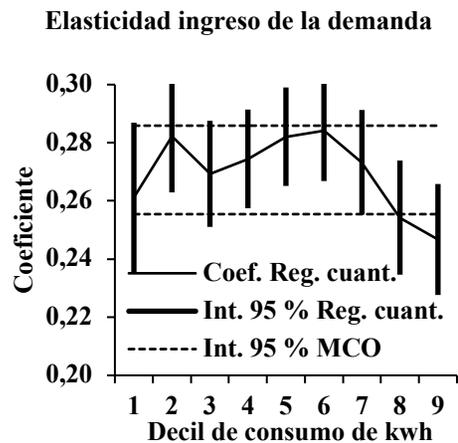
1/ Los resultados se exhiben a dos decimales.

Muestra: 16,577 observaciones.

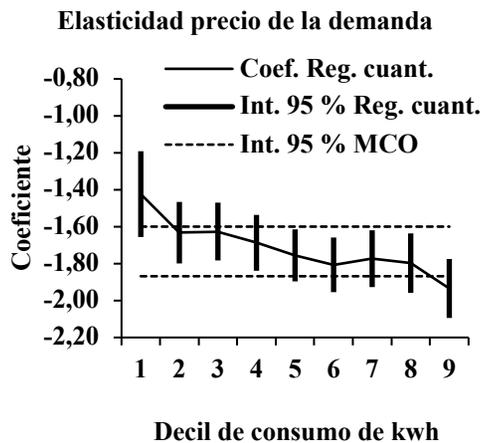
*** Significatividad al 1 %, ** significatividad al 5 % y * significatividad al 10 %, utilizando desviaciones típicas robustas.

ANEXO 8 (1/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial

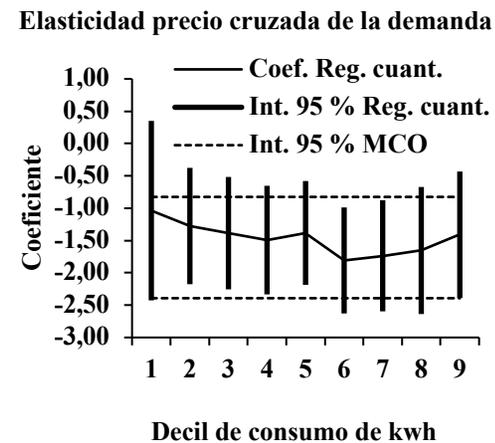
Gráfica 1



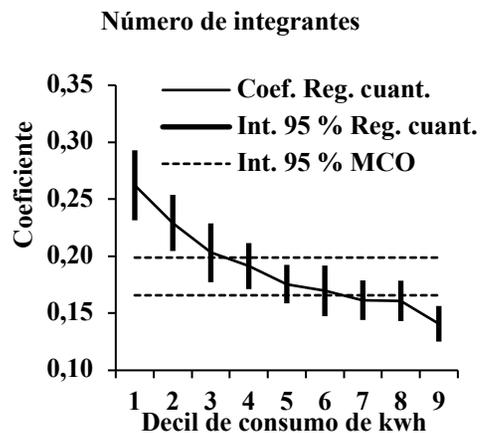
Gráfica 2



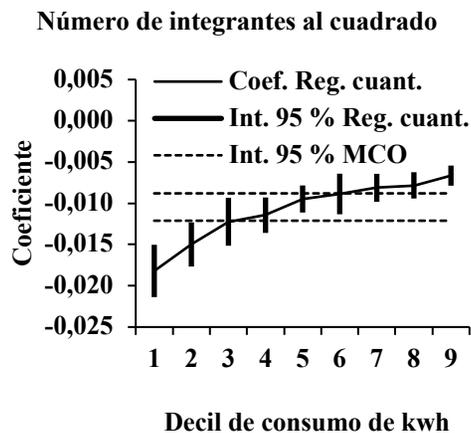
Gráfica 3



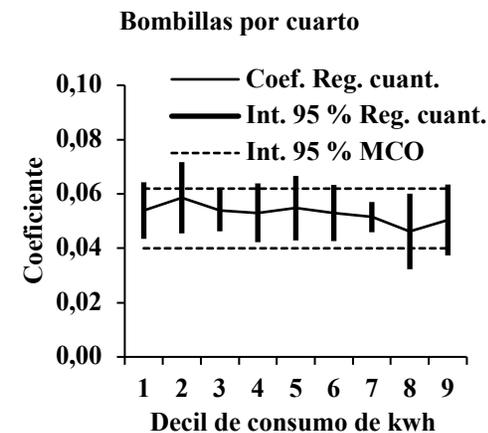
Gráfica 4



Gráfica 5

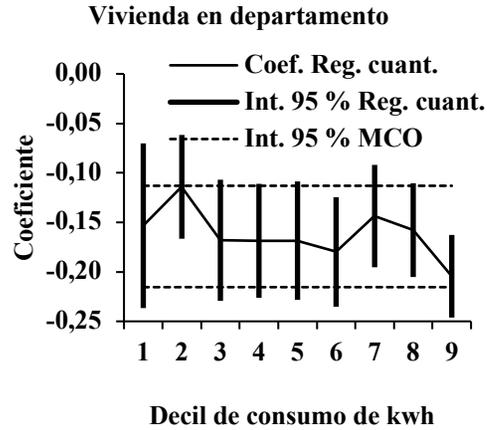


Gráfica 6

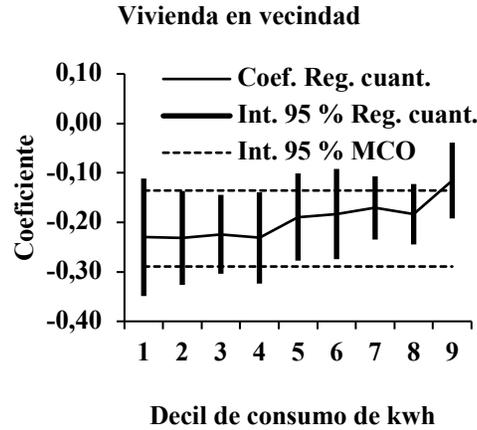


ANEXO 8 (2/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial

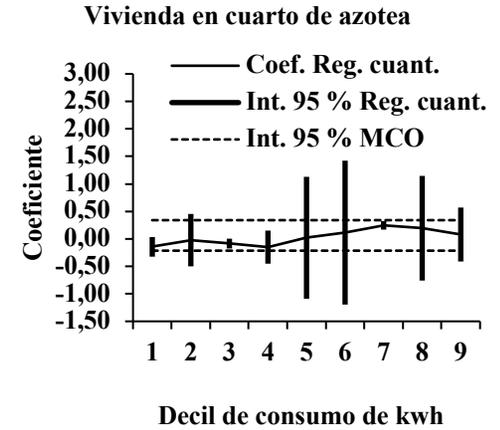
Gráfica 7



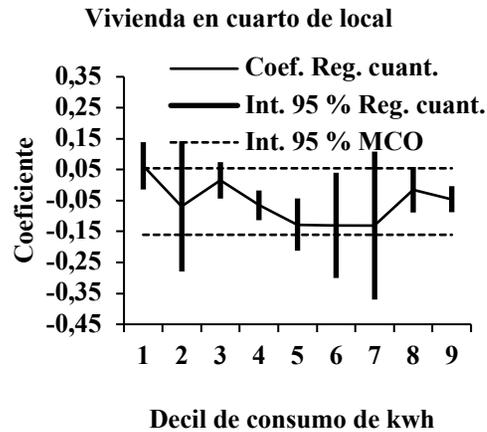
Gráfica 8



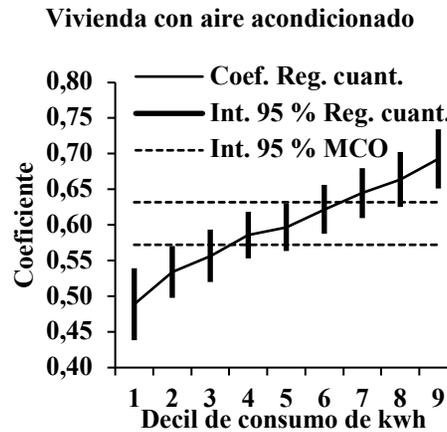
Gráfica 9



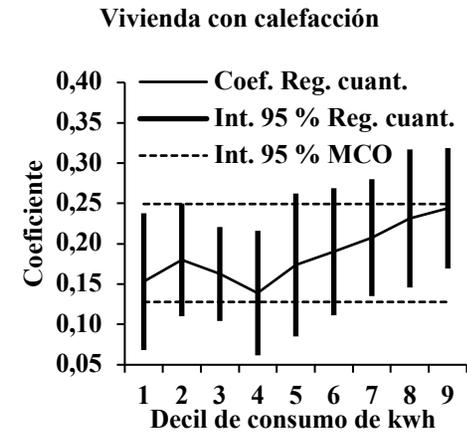
Gráfica 10



Gráfica 11

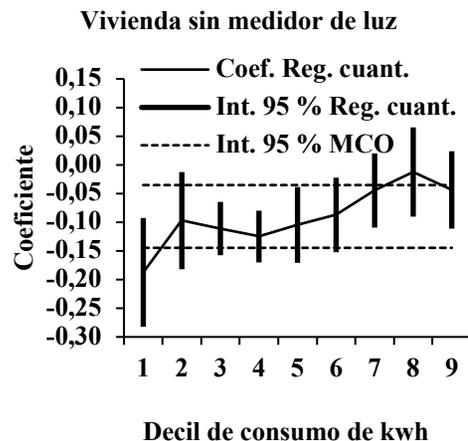


Gráfica 12

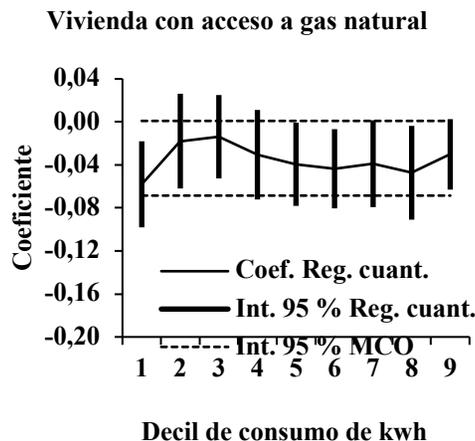


ANEXO 8 (3/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial

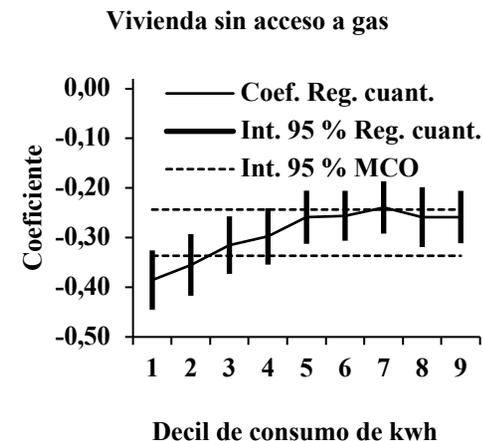
Gráfica 13



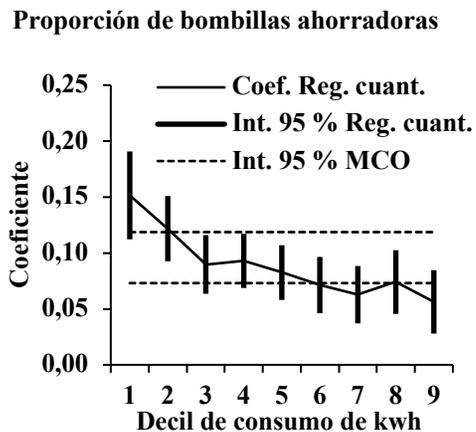
Gráfica 14



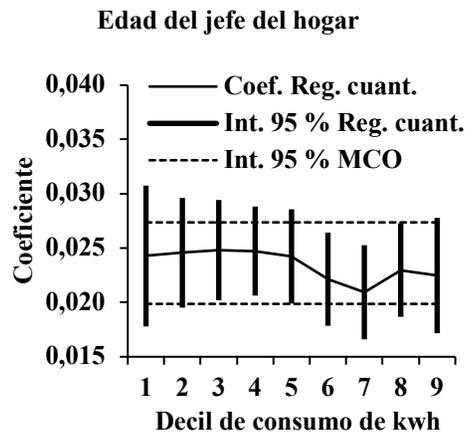
Gráfica 15



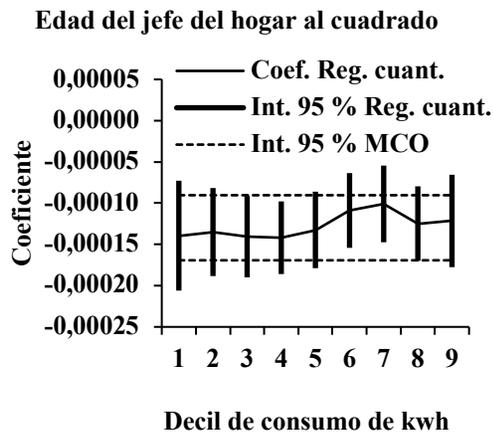
Gráfica 16



Gráfica 17

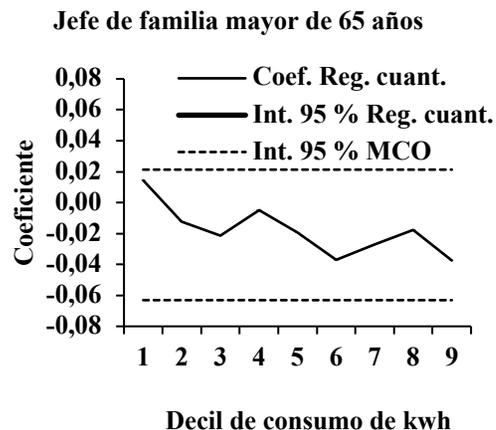


Gráfica 18

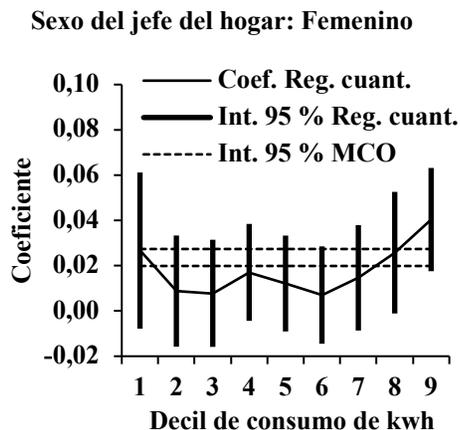


ANEXO 8 (4/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial

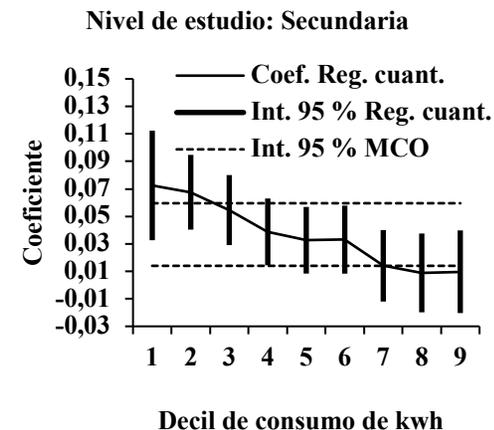
Gráfica 19



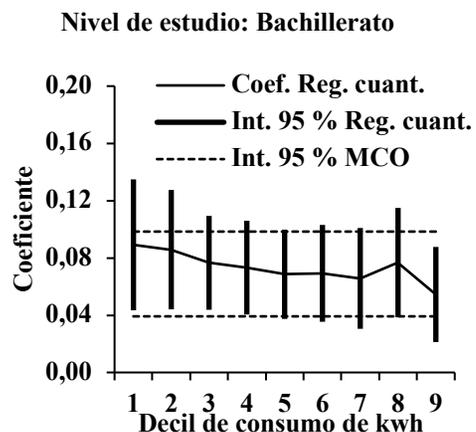
Gráfica 20



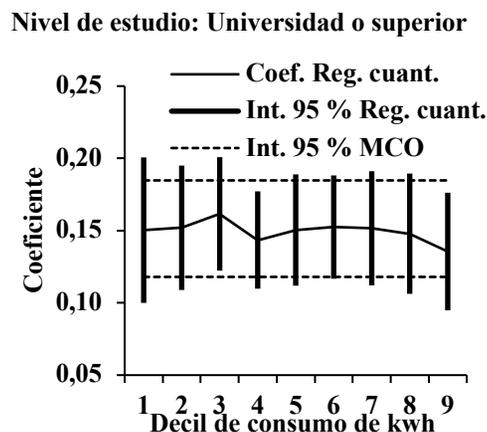
Gráfica 21



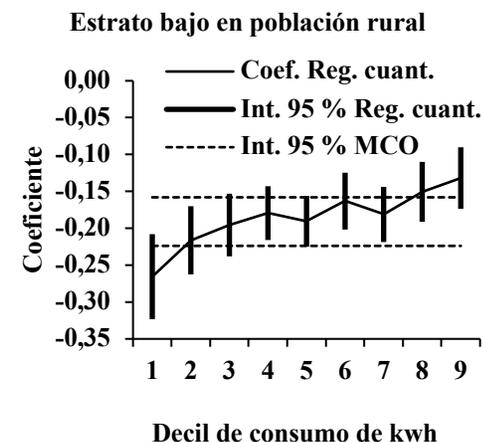
Gráfica 22



Gráfica 23

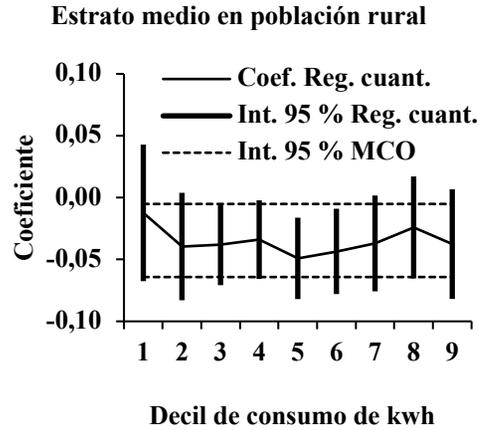


Gráfica 24

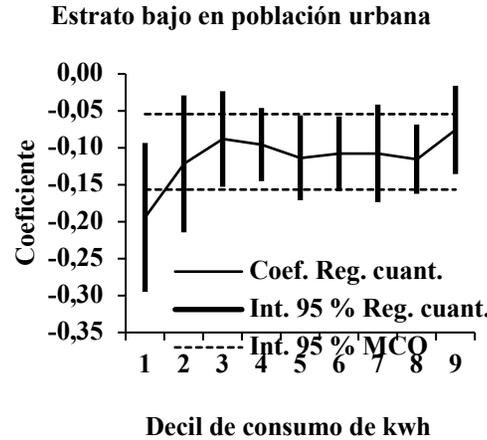


ANEXO 8 (5/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial

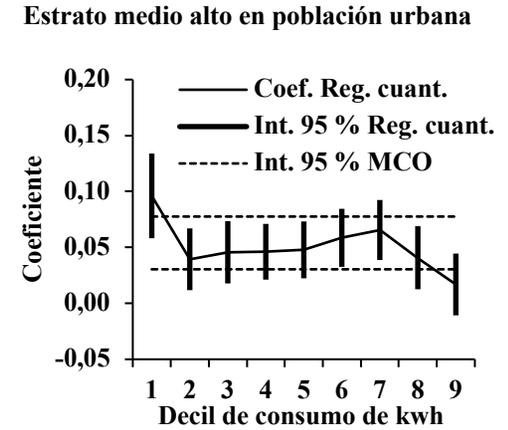
Gráfica 25



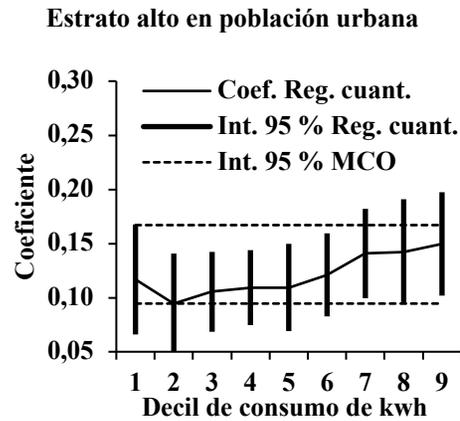
Gráfica 26



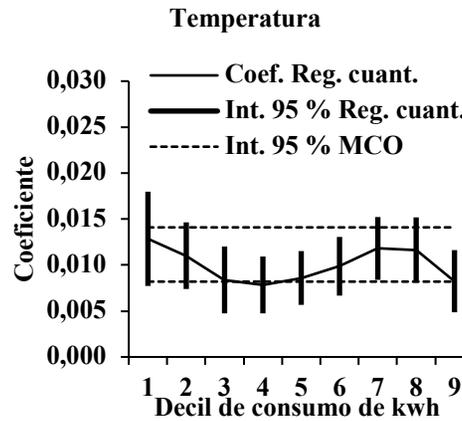
Gráfica 27



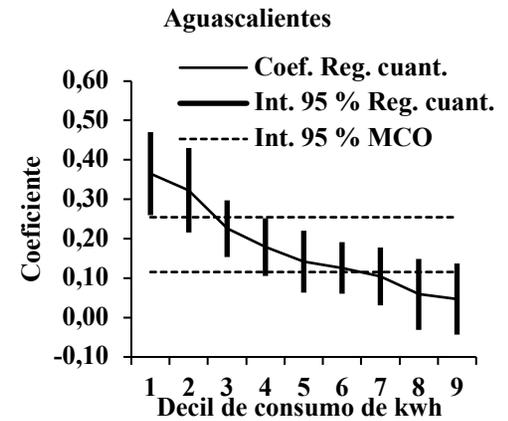
Gráfica 28



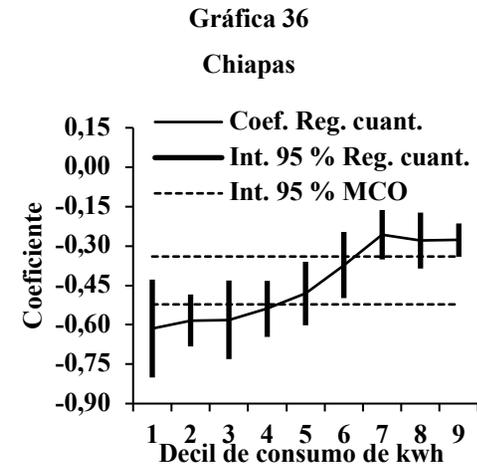
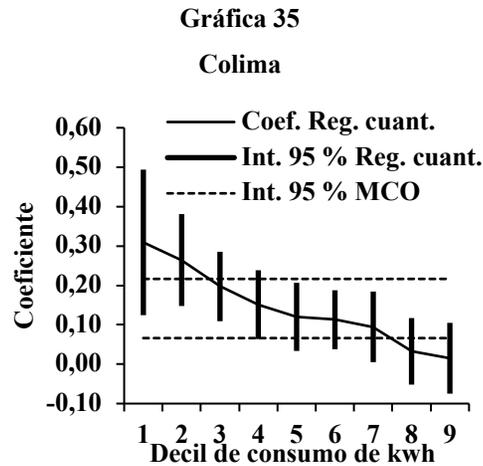
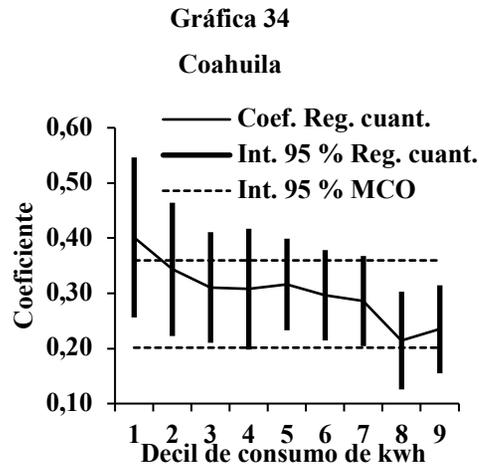
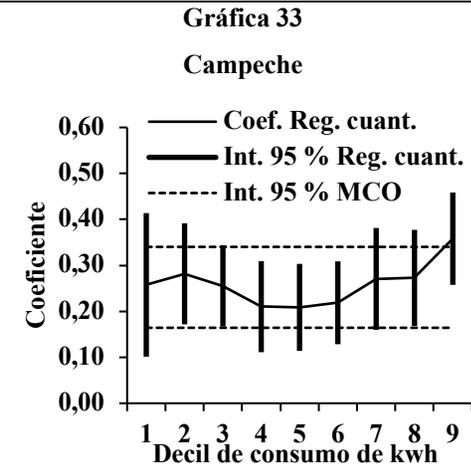
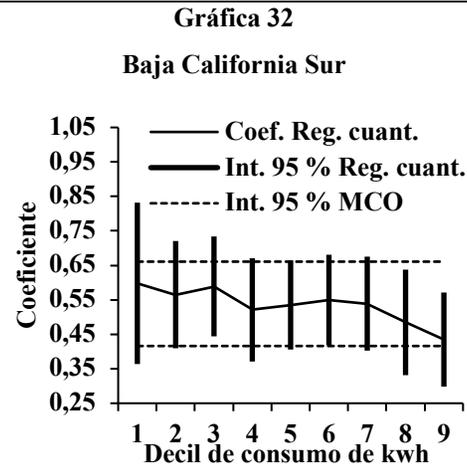
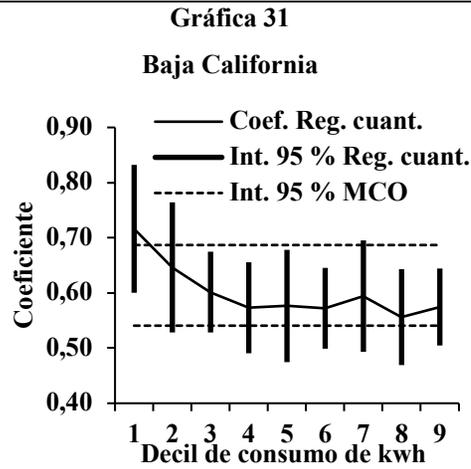
Gráfica 29



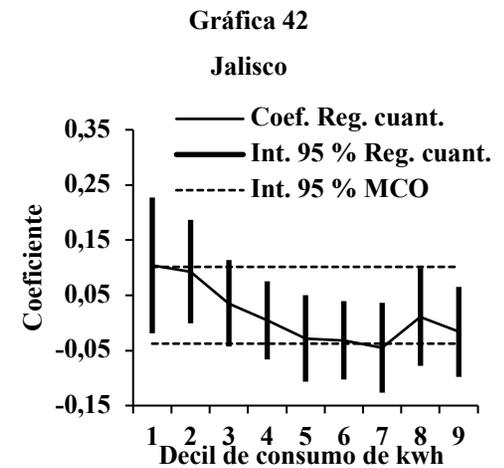
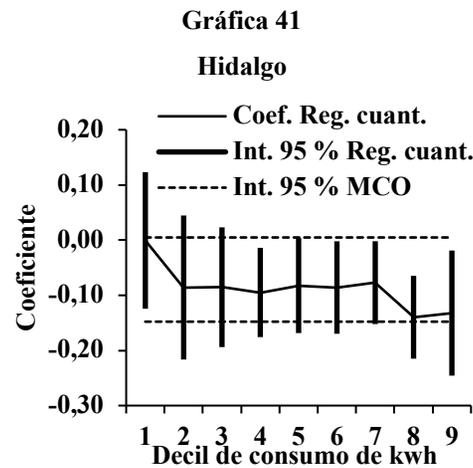
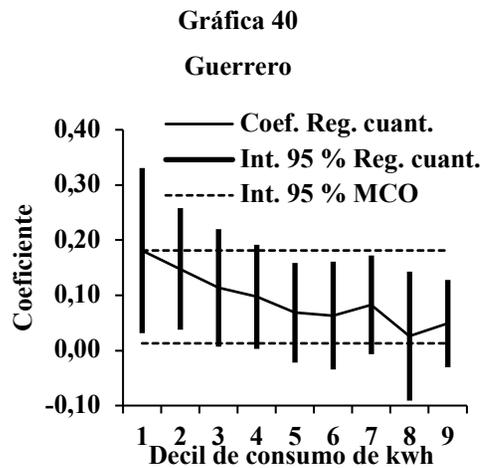
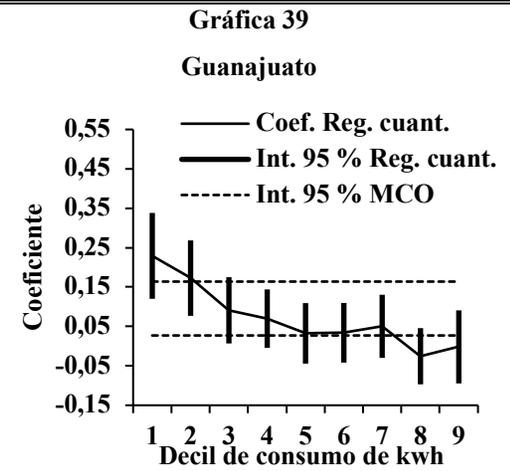
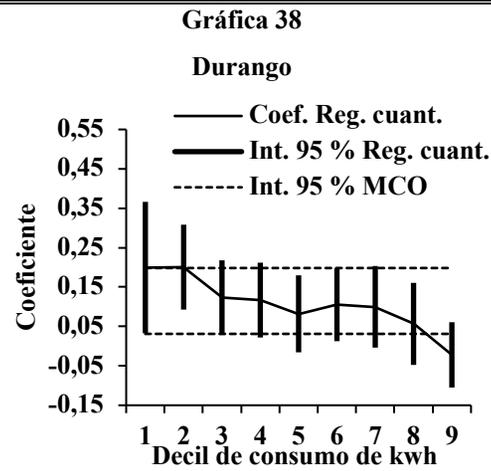
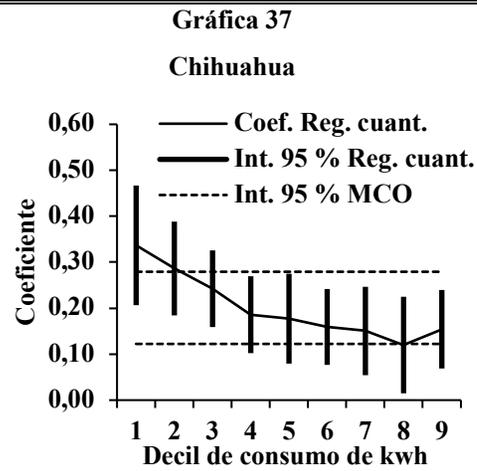
Gráfica 30



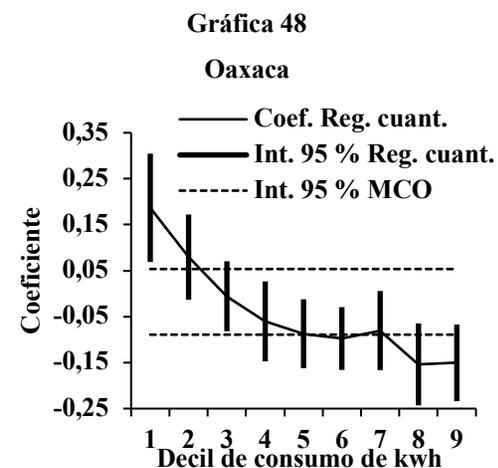
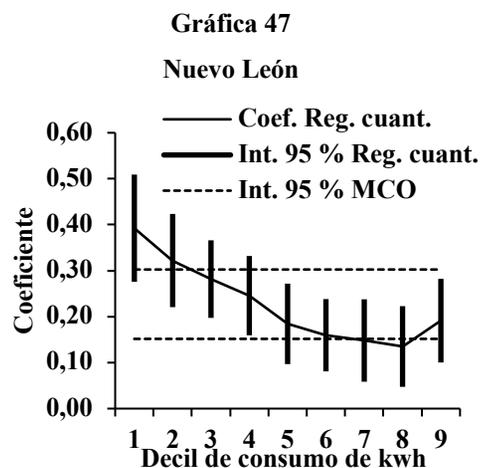
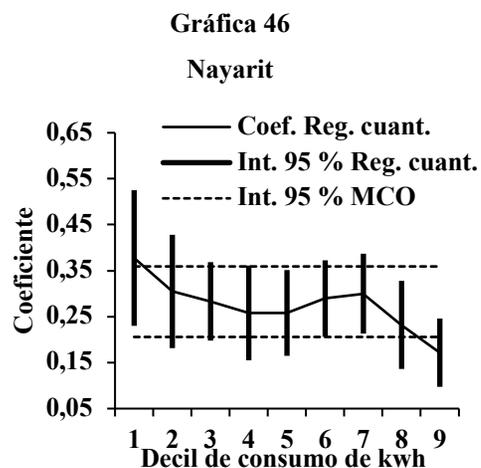
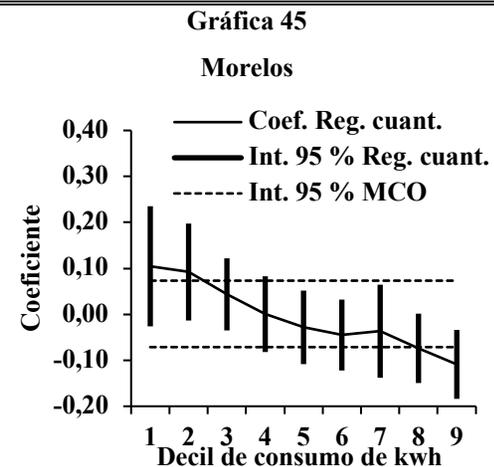
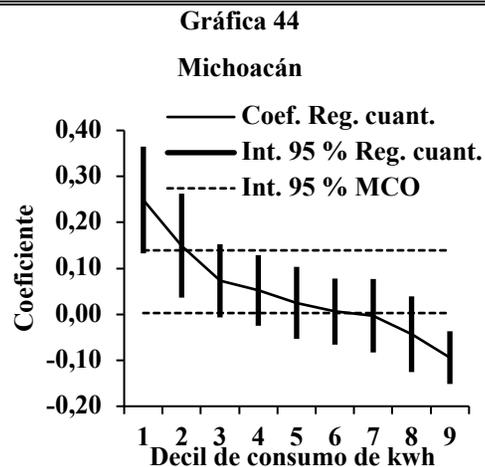
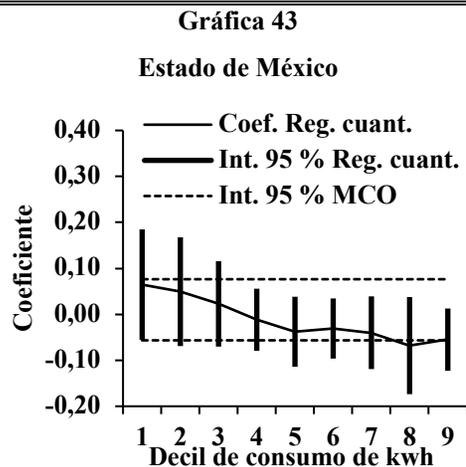
ANEXO 8 (6/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial



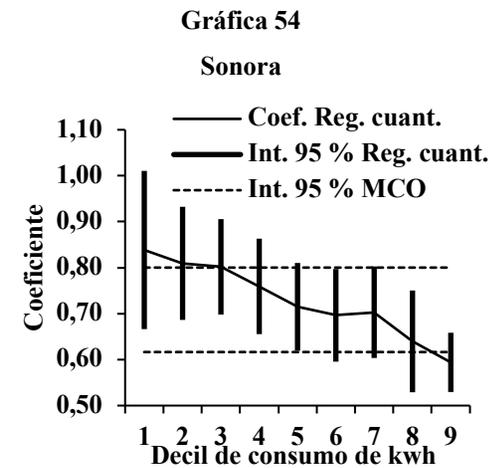
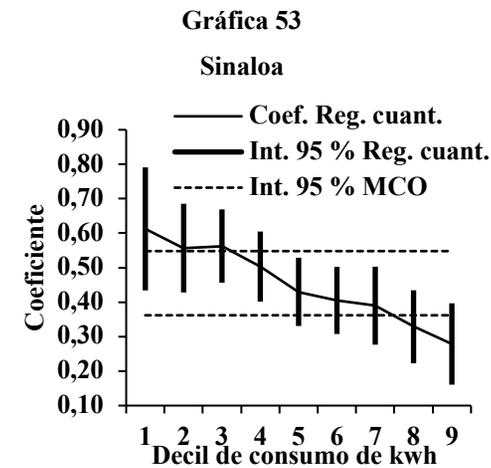
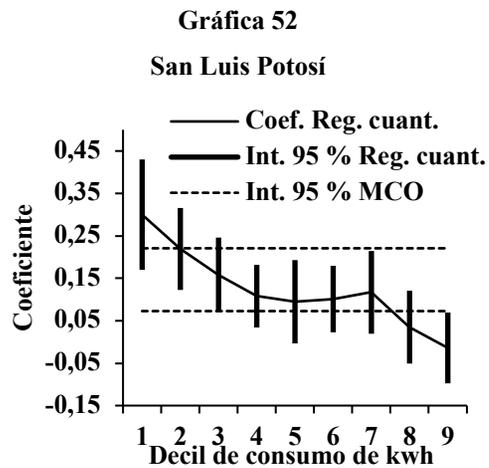
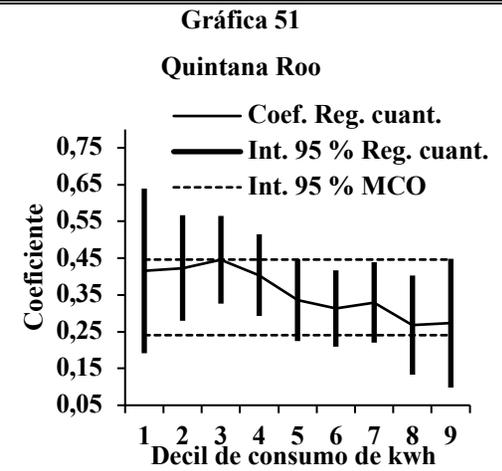
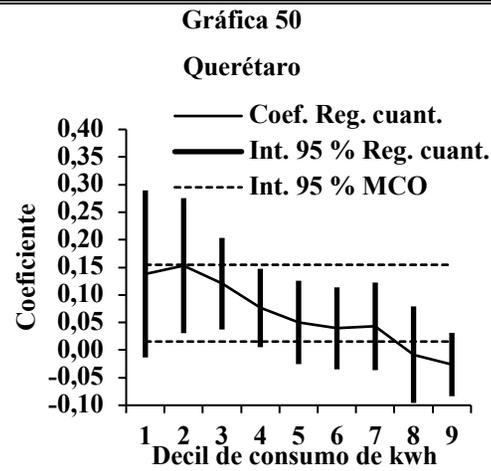
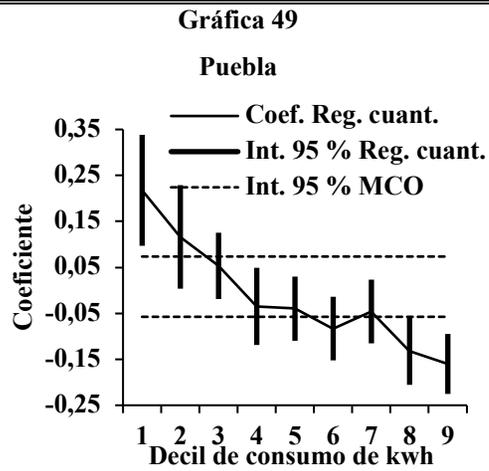
ANEXO 8 (7/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial



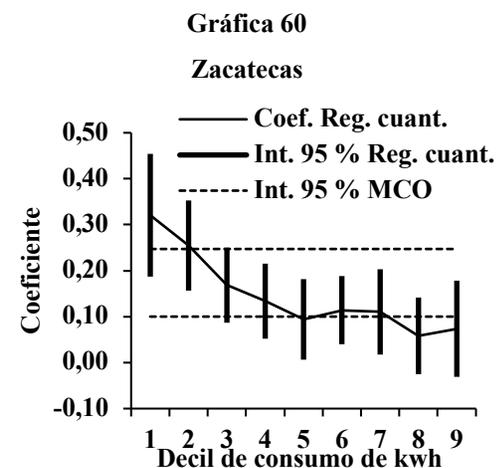
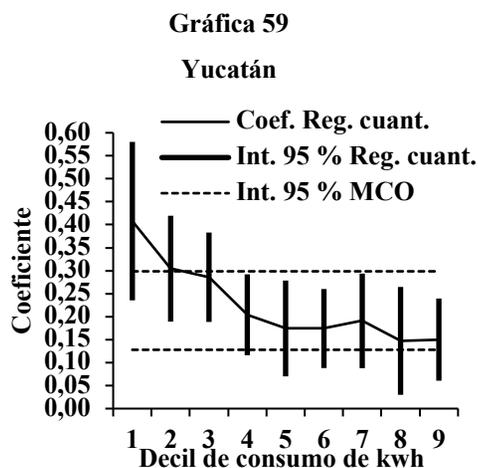
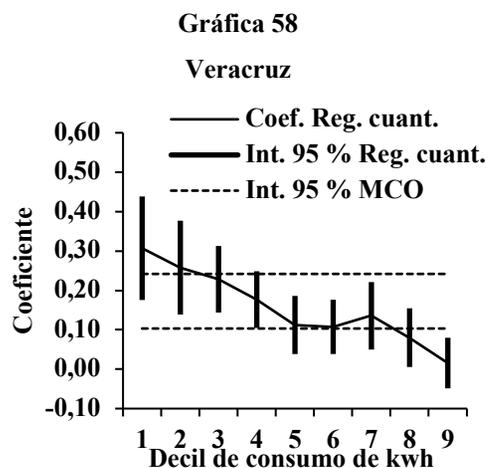
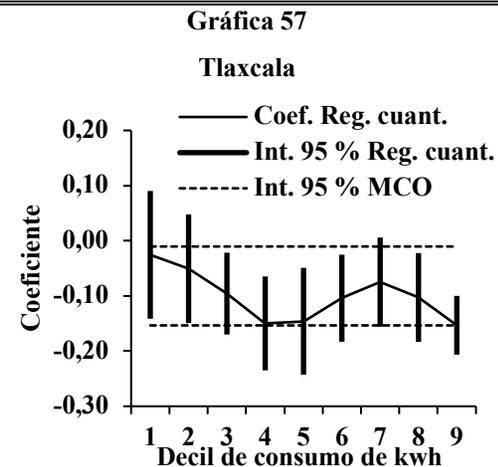
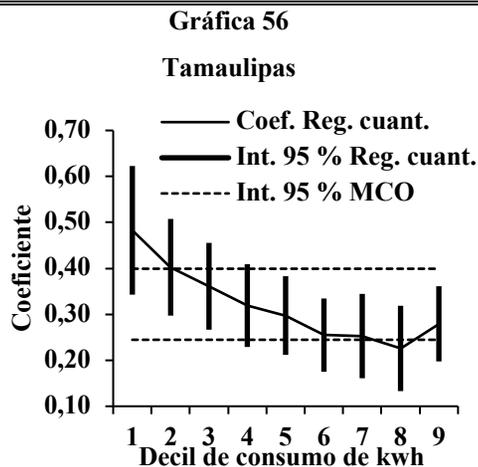
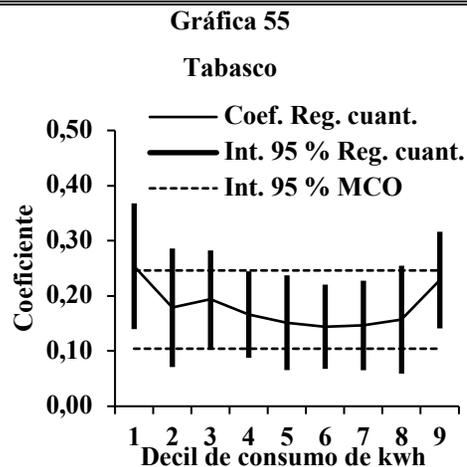
ANEXO 8 (8/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial



ANEXO 8 (9/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial



ANEXO 8 (10/10): Coeficientes de regresión cuantílica para la demanda de electricidad residencial



Ensayos Revista de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, volumen treinta y nueve, número uno, se terminó de imprimir el primero de mayo del año dos mil veinte en los talleres de Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000.
El tiraje consta de 30 ejemplares.

Ensayos Revista de Economía es una revista arbitrada que publica artículos de investigación inéditos de alto rigor académico en los campos de la economía aplicada y teórica, la estadística y las ciencias sociales afines. Se publican trabajos en español e inglés dos veces al año, enero y julio. Está indexada en EconLit (*American Economic Association*), SciELO México, Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMCyT) del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO y puede consultarse en la base de datos Fuente Académica Premier™ de EBSCO y en *RePEc (Research Papers in Economics)*.

Instrucciones para autores:

- Los trabajos deben corresponder a investigaciones concluidas que planteen claramente una hipótesis.
- Se dará preferencia a los trabajos que empleen un modelo teórico matemático como soporte o una metodología estadística/econométrica que someta a prueba la hipótesis.
- Los artículos deben enviarse acompañado de una carta firmada por el autor o los autores declarando que posee(n) los derechos de autor, que el trabajo es inédito y original, y que no está sometido, ni en proceso, para su publicación total o parcial en otra revista especializada o libro.
- El autor o los autores debe(n) enviar una copia de su currículum vitae.
- Los artículos pueden redactarse en inglés o español; sin embargo, el título, el resumen y las palabras clave deben presentarse en ambos idiomas.
- El resumen no excede las 150 palabras e incluye los códigos de clasificación JEL después del resumen.
- El título del trabajo debe ser claro y breve (máximo 10 palabras).
- Los manuscritos deben enviarse en formato compatible con Microsoft Word, con una extensión máxima de 45 cuartillas, interlineado de 1.5, y fuente Times New Roman tamaño 12.
- Las gráficas y cuadros deben enviarse en formato Excel. No se deben incluir gráficas o cuadros en formato de imagen.
- La sección de referencias incluye únicamente los trabajos citados en el texto, ordenados alfabéticamente y siguiendo el formato establecido para citar artículos, libros, capítulos de libros, informes técnicos, tesis, entre otras fuentes de información. Las instrucciones de citación están disponibles en la página de la revista.
- Los artículos deben enviarse de forma electrónica a través de la página de la revista: <http://ensayos.uanl.mx>. Para ello, el autor debe registrarse en la página como usuario y seguir los cinco pasos para nuevos envíos.

Ensayos Revista de Economía is a peer-reviewed journal that publishes original research articles of high academic rigor in the fields of applied and theoretical economics, statistics, and related social sciences. The journal publishes works in both Spanish and English twice a year, in January and July. It is indexed in EconLit (*American Economic Association*), SciELO Mexico, *Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMCyT)* of the *National Council of Science, Humanities, and Technology (CONAHCYT)*, CLASE, Latindex, SciELO, and can also be accessed through the *Fuente Académica Premier™* database by EBSCO and *RePEc (Research Papers in Economics)*.

Author guidelines:

- The papers must correspond to completed research that clearly states a hypothesis.
- Preference will be given to papers that employ a supporting mathematical theoretical model or a statistical/econometric methodology that tests the hypothesis.
- Articles must be accompanied by a signed letter from the author(s) declaring ownership of the copyright, originality of the work, and that is not under review or in process for full or partial publication in another specialized journal or book.
- The author(s) must send a copy of their curriculum vitae.
- Articles may be written in English or Spanish; however, the title, abstract, and keywords must be presented in both languages.
- The abstract must not exceed 150 words, and should include JEL classification codes after the abstract.
- The article title should be clear and concise (maximum of 10 words).
- Manuscripts must be submitted in a Microsoft Word compatible format, with a maximum length of 45 pages, 1.5 line spacing, and Times New Roman font, size 12.
- Graphs and tables must be submitted in Excel format. Graphs or tables in image format are not accepted.
- The reference section should include only works cited in the text, listed alphabetically and following the citation format for articles, books, book chapters, technical reports, theses, and other sources. Citation guidelines are available on the journal's website.
- Articles must be submitted electronically through the journal's website: <https://ensayos.uanl.mx>. Authors must register as users and follow the five steps for new articles.

ENSAYOS
Revista de Economía