

Lagunas Puls, Sergio; Aguilar Gutiérrez, Genaro

Article

Razón de cambio en la recaudación del Impuesto al Valor Agregado en México

Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa

Provided in Cooperation with:

Universidad Pablo de Olavide, Sevilla

Suggested Citation: Lagunas Puls, Sergio; Aguilar Gutiérrez, Genaro (2019) : Razón de cambio en la recaudación del Impuesto al Valor Agregado en México, Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, ISSN 1886-516X, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, Vol. 27, pp. 3-29, <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2710>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/286152>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Razón de cambio en la recaudación del Impuesto al Valor Agregado en México

LAGUNAS PULS, SERGIO

Departamento de Economía y Negocios

Universidad del Caribe (México)

Correo electrónico: slagunas@ucaribe.edu.mx

AGUILAR GUTIÉRREZ, GENARO

Escuela Superior de Economía

Instituto Politécnico Nacional (México)

Correo electrónico: ggenaro68mx@yahoo.com.br

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es identificar los meses en que en México se consumen más productos y servicios gravados con el Impuesto al Valor Agregado (IVA), mediante la razón porcentual de cambio (velocidad recaudación/mes) a partir de la información del año 2003 y hasta el mes de agosto 2015. Para cada uno de los meses de la serie, se obtiene la ecuación polinómica de mejor ajuste, empleándola para estimar la recaudación mensual y comparando estos valores con los obtenidos a partir de la primera derivada. Los resultados muestran que los meses de marzo, abril y diciembre presentan una mayor velocidad en la recaudación/mes, lo que representa que el consumo efectivo se manifiesta en los meses previos a esta captación, dicho de otra forma, los períodos en que los mexicanos consumen más productos y servicios son febrero, marzo y noviembre.

Palabras claves: impuesto al valor agregado; razón de cambio; recaudación en México.

Clasificación JEL: E62; E63; C3

MSC2010: 00A69; 62P20; 91B55.

Rate of change in the collection of Value Added Tax in Mexico

ABSTRACT

The objective of this paper is to identify the months in which more products and services are consumed in Mexico with the Value Added Tax (VAT), using the percentage change ratio (collection speed / month) based on the information for the year 2003 and until the month of August 2015. For each of the months of the series, the best fitting polynomial equation is obtained, using it to estimate the monthly collection and comparing these values with those obtained from the first derivative. The results show that the months of March, April and December present a greater speed in the collection / month, which represents that the effective consumption manifests itself in the months prior to this capture, in other words, the periods in which the Mexicans consume more products and services are February, March and November.

Keywords: value added tax; rate of change, fiscal system in México.

JEL classification: E62; E63; C3.

MSC2010: 00A69; 62P20; 91B55.



1. Introducción

El tema de impuestos ha sido un elemento esencial de la economía, mediante éstos es posible hacerse de recursos financieros para cubrir demandas sociales (Deaton 1977) tales como servicios de salud, construcción de carreteras, servicios educativos, alumbrado público o seguridad; de manera general se puede decir que los impuestos inclusive permiten la operación misma de los gobiernos en todos los niveles (Caballero y López 2012), bajo una situación común, el correspondiente recargo al obligado, ciudadano o contribuyente (Cárdenas, Ventosa-Santaulária y Gómez 2008).

De esta forma desde el nivel federal o nacional (Amadasun 2011, Kuznets 1942), pasando por los estados o regiones, hasta llegar a un nivel municipal o de ayuntamiento (Monseny y Solé-Ollé 2010, Reulier y Rocaboy 2009, Morgenroth 2010); en todos los casos el reto de los impuesto no es sólo imponerlos sino analizar cuál es el impacto que tienen los que existen, posibles resultados si se modificaran, e inclusive, en un caso determinado, que esperar al implementar nuevos gravámenes.

Algunos estudios indican que la imposición fiscal, a pesar de haberse implementado durante siglos, atribuyéndosele inclusive, “ser tan irregular y opresiva como las prestaciones, llevando a recibir menores ingresos públicos si se compone de impuestos altos” (Smith 2010), es la misma que hasta el actual siglo XXI, ha demostrado que de ser compleja y con clara orientación al sólo incremento en las tasas o base gravable, incide de manera negativa para el mismo gobierno, minimizando el crecimiento económico (Cárdenas, Ventosa-Santaulária y Gómez 2008).

Otro aspecto contemporáneo a discusión es el reparto por la vía de la coordinación entre gobierno federal y estados o entidades, ya que es sabido que al centralizar los recursos en una tesorería nacional y reintegrarlo a niveles sub-nacionales (Musgrave 1996, Musgrave 1981), mediante fórmulas que no son directamente proporcionales al nivel de recaudación, además de la inequidad y falta de reconocimiento completo a la productividad, también se llega a provocar dependencia económica hacia el gobierno central, necesitando realizar un llamado de atención a reformular políticas en la distribución a las entidades sub-nacionales, lo que se conoce como coordinación o federalismo fiscal (Carrillo y Ponce 2013, Sobarzo 2009, Sobarzo 2005).

Economistas del siglo pasado manifestaron su inquietud acerca de la conveniencia o no de implementar o incrementar impuestos y las consecuencias para la economía de una sociedad (Parkin 2004, Samuelson y Nordhaus 2002), en este sentido se pueden comentar los esfuerzos por reflexionar acerca de esta situación, ejemplificando a través del desplazamiento de la curva de oferta y la demanda en casos de impuestos incrementados, partiendo del hecho que, si un impuesto se dirige a los vendedores o a los compradores, en ambos casos se compartirá la carga fiscal, solo que el desplazamiento de las curvas es distinto (Mankiw 2009, Fischer, Dornbusch y Schmalensee 1990) pero siempre pudiendo presentar un efecto de disminución producto-recaudación si no se analiza correctamente.

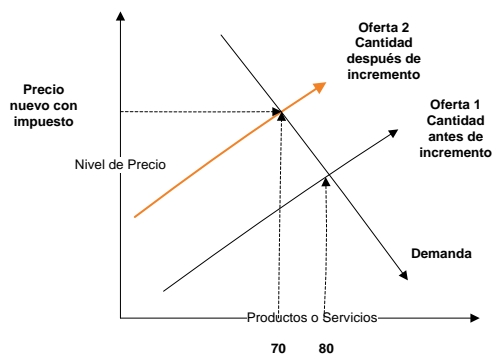
En el caso de un gravamen dirigido a los vendedores, en principio como el recargo no incide de forma directa en los compradores (Gráfica 1), la demanda no sufre ningún cambio, sin embargo, para los vendedores sí se genera un impacto pues ya no se obtendrían los mismos beneficios por tener que pagar más, llevando necesariamente a un ajuste de la oferta ya que el vendedor tiene que subir su precio en un afán de pretender ganar lo mismo que antes del incremento en el impuesto.

En contraste, cuando un impuesto es aplicado o incrementado hacia el comprador (Gráfica 2), esta situación se traduce en que este tendrá que pagar un precio más alto por el mismo bien o servicio y siendo que sus ingresos no han sido incrementados, al menos teóricamente, la demanda sufrirá una disminución, impactando también a los vendedores ya que el equilibrio entre oferta y demanda tiende a caer por la disminución de compra de bienes o servicios.

En ambos casos anteriores, el impacto de un impuesto en el precio de un producto determinado podría decirse que es de impacto simultaneo, afectando tanto a compradores como a vendedores ya que finalmente algunos deberán ajustarse con el incremento, no obstante si se pretendiera medir más a detalle el impacto, entonces se deberá atender al nivel de elasticidad que se pudiera presentar en la curva de la oferta o de la demanda (Martínez y Vázquez 2015, A. García 2010); un producto o servicio perfectamente inelástico sería aquel que, a pesar de incremento en su precio, se continuaría vendiendo aun cuando se presentara el cambio de precio, por el contrario, un producto o servicio con cierto grado de elasticidad significaría que, a partir de cierto cambio en su precio, los consumidores dejarían de adquirirlo al menos en una proporción determinada; la elasticidad menor en la oferta obligaría a que la producción tuviera que aceptar el recargo del impuesto mientras que una mayor elasticidad en la oferta supondría una disminución de la producción debido al incremento impositivo (Creedy y Gemmell 2010, Slemrod y Kopczuk 2002).

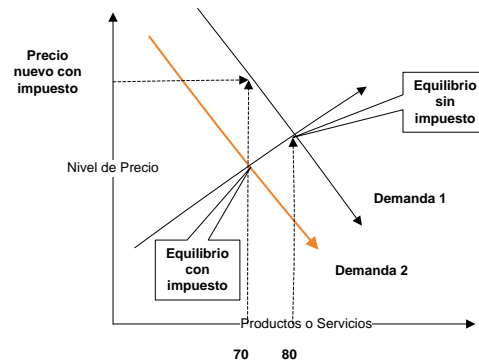
A continuación, se ejemplifica la afectación cuando un impuesto es orientado a los vendedores (Gráfica 1) y cuando se establece a los compradores (Gráfica 2).

Gráfica 1
Desplazamiento de la oferta por aumento de impuesto a los vendedores



Fuente: Elaboración propia mediante Visio

Gráfica 2
Desplazamiento de la oferta por aumento de impuesto a los compradores

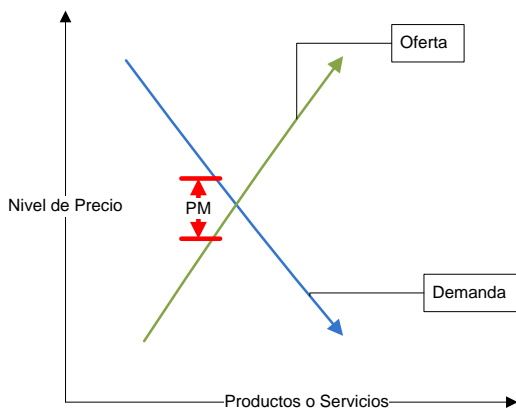


Fuente: Elaboración propia mediante Visio

Como se puede apreciar, los impuestos agregados a los bienes de una economía terminan afectando tanto a compradores como a vendedores ya que su inminente incremento al precio presionará el riesgo de que se compren menos cantidades y entonces se reciban menos ingresos por ventas, llevando inclusive, a una consecuencia que más allá de ser un efecto equivalente de compradores y vendedores, su espectro afecta al gobierno mismo, en una expresión que podría denominarse como “efecto reforzado” pues la autoridad recaudatoria debería asumir que al incrementar un impuesto y sus consecuencias comprador-vendedor originarán también, una menor recaudación.

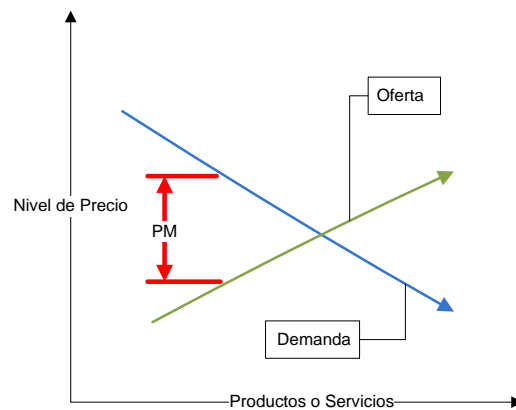
Lo anterior ha sido muy bien estudiado por los economistas contemporáneos, denominándole Pérdida en Peso Muerto (Mankiw 2009, Rubio, y otros 2013) la cual expresa que los impuestos, como el Impuesto al Valor Agregado (IVA) afectan directamente el precio de los productos, de incrementarse, provocaría que cierta proporción de productos y servicio dejaran de venderse debido a incremento en los impuestos, debido a la elasticidad en la demanda, provocando una disminución de compra y por esa razón una menor recaudación del impuesto, denominado a la cantidad que se deja de vender y por tanto recaudar como Pérdida en Peso Muerto.

Gráfica 3
Peso Muerto (PM) moderado
“Poca elasticidad en la oferta”



Fuente: Elaboración propia mediante Visio

Gráfica 4
Peso Muerto (PM) significativo
“Mayor elasticidad en la oferta”



Fuente: Elaboración propia mediante Visio

La Gráfica 4 permite apreciar el efecto extendido al gobierno a consecuencia del incremento de impuesto a los productos, situación equivalente prevalecería con distintas elasticidades para la demanda en donde a menor elasticidad (Gráfica 3) menor pérdida en peso muerto, incrementándose proporcionalmente conforme se aumente la elasticidad.

Como una mayor precisión al resultado derivado de cambios en los impuestos, en la década de los años 80 Arthur Betz Laffer presentó su análisis en los incrementos marginales y su resultado debido a cambios en tasas fiscales; a través de la comúnmente denominada “Curva de Laffer”, se presentaba claramente que en el máximo de su altura se lograba alcanzar una eficiencia fiscal pero que, sin embargo, al incrementarse en demasía la carga tributaria causaría detrimento en los recursos captados, al igual que sucedería con un sistema impositivo demasiado moderado,

en la explicación proporcionada por Laffer, al igual que en la Pérdida en Peso Muerto, la elasticidad tiene un papel relevante en los resultados ya que representa el grado de ajuste en la compra-venta a consecuencia de las tasas fiscales.

Gráfica 5. Curva de Laffer



Fuente: Elaboración propia mediante Visio

Debido a los efectos demostrados a causa de la implementación de impuestos, se ha considerado significativo el papel de los actores políticos para reflexionar al implementar o ajustar sistemas que no son benéficos para los particulares y tampoco para el gobierno (Van Caeter, y otros 2004, Slemrod y Kopczuk 2002), por lo que se manifiesta la necesidad de que cualquier modificación fiscal tiene que considerar la consecuencia para la autoridad ya que no existe una correlación perfecta y positiva que entre más grande sea el porcentaje o base gravable entonces se incremente en igual proporción el recursos captado; adicionalmente es posible argumentar que los gobiernos, a través de las haciendas o tesorerías deben tomar un papel de análisis mucho más activo de lo acostumbrado, reconociendo que los ajustes en sistemas impositivos tienen que pasar por una serie de retrasos que normalmente acontecen, desde el retraso en percatarse de la necesidad de cambiar, derogar o implementar un impuesto, posteriormente el retraso en presentar la iniciativa formalmente ante los congresos o cámara con su correspondiente análisis y aprobación y hasta el atraso de su publicación y entrada en vigor (Fischer, Dornbusch y Schmalensee 1990).

2. El impuesto al valor agregado en México

En el mes de noviembre del año 1978 a propuesta del Presidente de México, Licenciado José López Portillo, se presentó la iniciativa para que el Impuesto al Valor Agregado (IVA) fuera el gravamen que sustituyera al Impuesto Federal sobre Ingresos Mercantiles (IFIM), mismo que había tenido vigencia en los treinta años anteriores y que a su vez había sido precedido por el Impuesto Federal del Timbre sobre Facturas que debían de expedir los comerciantes así como de los impuestos estatales de patente o sobre giros comerciales (Congreso de la Unión 1978, García-Alba 2006, Ramírez 2013).

Quizá el argumento más poderoso para implementar el IVA lo constituyó la eliminación de lo que se llamó “efecto en cascada” y que se interpretó como la desproporción en que cada uno de los eslabones de la cadena de producción y comercialización incrementaba sus precios, lo que traía consigo aumentos exagerados, impactando seriamente a los consumidores finales pues no existía una forma clara para acreditar el impuesto pagado. La tasa general que aplicaba por IFIM

era del 4%, no obstante esta cantidad era aplicada en la misma tasa y proporción al producir un producto o servicio, de tal forma que si en la cadena de suministro participaban tres diferentes agentes económicos, además del costo inicial, el efecto era un sobre precio inicial más el 4%, después a esta base se le agregaba otro 4%, a esta nueva base otro 4% y así, sucesivamente se producía la denominada cascada que se agravaba por la no acreditación del impuesto pagado en todas las etapas (Congreso de la Unión 1978).

Otro de los argumentos para implementar el IVA fue que la población más desprotegida y alejada de los centros urbanos era en quien más repercutía el efecto cascada y que por el contrario, los que más tenían se veían menos afectados debido a su posibilidad en adquirir productos y servicios en empresas que estaban situadas en las ciudades lo que minimizaba el número de agentes intermediarios, gozando así de una ventaja sobre los más desprotegidos y alejados.

Se explicó en la iniciativa que la principal diferencia entre el IVA y el IFIM sería que el nuevo impuesto permitiría que en cada una de las etapas de la producción y comercialización, si bien se iría pagando el impuesto correspondiente, también se establecía por primera ocasión la forma clara del concepto de acreditamiento, de esta manera cada uno de los que intervenían hasta que el producto o servicio llegaba al consumidor final, tenían la posibilidad de acreditar el impuesto pagado evitando así la cascada y sobre carga fiscal, la vigencia del IVA inició con una tasa del 10% a partir del año 1980 (García-Alba 2006, Ramírez 2013, Congreso de la Unión 1978).

La vigencia inicial perduró únicamente hasta 1982 ya que a partir del siguiente año se impuso la nueva tasa del 15% y así se mantuvo hasta que nuevamente, en el año 1991 retornó a su porcentaje original del 10% manteniéndose hasta 1995 en que de nueva cuenta fue aplicado el 15%. Cabe mencionar que desde la década de los 80 existieron algunas tasas diferenciadas en la frontera y zonas fronterizas¹ a razón del 6% con argumento centrado en ser competitivos en zonas fronterizas, en estas zonas la tasa preferencial se mantuvo hasta que en 1991 se incrementó al 10%, a partir del año 2010 al 11% hasta que, la tasa general del IVA para todo el país fue homologada en 2014 siendo vigente el 16% aún en 2015 (Ramírez 2013).

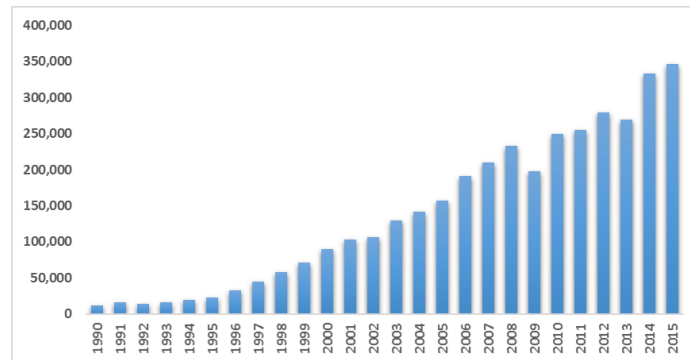
Conforme a la ley vigente para el año 2015, el Artículo 1º. menciona que están obligadas al pago del IVA, las personas físicas y las morales que, en territorio nacional, realicen los actos o actividades por enajenación de bienes; prestación de servicios independientes; otorgamiento de uso o goce temporal de bienes así como también en la importación de bienes o servicios, observando en todos los casos que la tasa general es del 16% (Congreso de la Unión 2013).

Conforme a la Gráfica 6 la cual concentra la recaudación del IVA en un período de 26 años, a primera vista, con excepción de los ejercicios 2009 y 2013, se presentó incremento casi constante y además, confrontando la recaudación oficial con respecto a las leyes de ingresos que tuvieron vigencia a partir del año 2006 y hasta el 2015, en 2006, 2007, 2008, 2010 y 2014 se obtuvo una eficiencia recaudatoria, interpretada para este artículo como el haber superado la recaudación presupuestada con respecto a la captada oficialmente, presentándose el mejor

¹La región fronteriza se consideraba en los 20 kilómetros paralelos a las líneas divisorias internacionales del norte y sur del país, todo el territorio de Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo, los municipios de Caborca y de Cananea, Sonora.

resultado en 2006 cuando se obtuvo 113,20%; en los otros cinco períodos el porcentaje de cumplimiento promedio fue del 89,64% (Servicio de Administración Tributaria 2015).

Gráfica 6. Recaudación del IVA 1990 – 2015 (Millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia mediante Excel

También es meritorio mencionar que la recaudación del IVA con respecto al Producto Interno Bruto del país es de las más importantes, solo después del Impuesto Sobre la Renta (ISR) no obstante, en el IVA el promedio con respecto al PIB en los últimos diez años ha sido de solamente el 3,29%, siendo el mejor desempeño en cuanto a este parámetro el 3,9% obtenido en el ejercicio fiscal 2014 (Servicio de Administración Tributaria 2015), de esta forma con los datos proporcionados de manera oficial por el Servicio de Administración Tributaria (SAT) a primera vista pudiera parecer como un buen desempeño, no obstante habrá que decir que a juicio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la recaudación de este impuesto con respecto al PIB es la segunda más baja de América Latina en donde el promedio alcanza el 6% y mucho más baja aún si se compara con el promedio del 6,6% para todos los países que integran la organización (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico 2014).

3. Método de interpolación con polinomios

Previo a los estimados para la velocidad de cambio mensual en la recaudación, es necesario obtener una función polinómica que represente cada ejercicio, con el grado u orden conveniente que deba tener cada función, lo que se logra a través de una mejor aproximación con respecto a los datos históricos, no obstante, se considera necesario matizar algunos aportes históricos importantes, destacando que los métodos de interpolación y aproximación polinómica datan desde tiempos de los babilónicos representados por tablas exponenciales, tiempo después, se desarrollaron métodos de diferencias finitas (Bell 2012), sin embargo la profundización en el tema comenzó en los siglos XVII y XVIII con el interés de grandes matemáticos como John Wallis con su principio del intercálculo y del cálculo infinitesimal.

Newton aportó el análisis binomial y expuso su propuesta para obtener valores por diferencias divididas e interpolación polinómica, uniéndose en el perfeccionamiento de los métodos de otro gran matemático, Joseph Lagrange con el teorema de método interpolador o valor medio; Charles Hermite contribuyó con una propuesta que consideraba la derivada de una función determinada y Eric Harold Neville, quien a partir de la propuesta de Newton,

complementó los métodos con lo que se llegaría a conocer como *el algoritmo de Neville* (Bell 2012, Pinzón, Gordillo y Sarmiento 2008).

Por su parte Adrien-Marie Legendre, matemático francés, retomando los planteamientos de Lagrange estableció dentro de la teoría de números, la ley de reciprocidad cuadrática que más tarde retomó el destacado Carl Friedrich Gauss para perfeccionar un método que permitía minimizar los errores y además estimar valores, basado en la ley de los errores (Bell 2012), método que se conocería hasta la actualidad como de mínimos cuadrados (Ruíz 2003) el cual es utilizado comúnmente en la economía y forma parte en la contemporaneidad de los principales textos de métodos y análisis numérico relacionado con la interpolación polinómica (Burden 2002, Cheney y Kincaid 2011, Gerald y Wheatley 2000, Gutiérrez, Olmos y Casillas 2010).

En la actualidad, los métodos de interpolación por polinomios tienen una gran aceptación y su aplicación es diversa, por mencionar algunos ejemplos, el estudio de Gómez y Juan Carlos – Rosignolo (2014) emplea estos métodos para analizar la participación de las clases y frecuencias de ingresos altos en la distribución de la renta, a partir de las declaraciones de impuestos, con especial interés en conocer la situación intermedia entre grupos de ricos y pobres; otra aplicación interesante se realizó por el investigador Ángel de la Fuente, del Instituto de Análisis Económico (de La Fuente 2010) logrando integrar series de tiempo de la contabilidad nacional de España que hasta antes de su trabajo, por medidas propias de la autoridad, la información oficial no era coincidente en los cortes temporales que eran bianuales y otras anuales.

También en la modernidad, la interpolación por polinomios ha sido un método idóneo para la estimación de los ingresos por concepto de actividades económicas específicas, como el turismo de un país o región, tal es el caso del artículo que mediante métodos de interpolación logra estimar los ingresos por esta actividad cuando se presentan escenarios diversos en el nivel de actividad registrado (Flores 2010), proponiendo de manera consistente, la contrastación de la autocorrelación espacial que puede ser identificada en el análisis de los datos.

Otro ejemplo es el interesante trabajo desarrollado por Arango (2014) donde utiliza la interpolación relacionada con la propuesta clásica de Lagrange para estimar ecuaciones que representen el comportamiento de la oferta – precio como elementos esenciales de una economía, sugiriendo que en la formación profesional la aplicación descrita pase a formar parte de la metodología básica para establecer ecuaciones que describan los comportamientos de las curvas de oferta y demanda, cuando se tienen pares ordenados que no guardan relación alguna ya sea en precios o en cantidades; las aplicaciones son sin duda diversas e interesantes en el campo de la economía y se pudieran nombrar muchas otras más, no obstante, la última que se considera para el presente esbozo de aplicaciones contemporáneas es la desarrollada por Epstein y Marconi (2014) los cuales presentan a partir de métodos de interpolación polinómicos, series de paridades de poder adquisitivo que permiten efectuar comparativas de los principales agregados económicos para los países de América Latina y el Caribe.

A manera de síntesis se considera pertinente la aplicación del método de interpolación, dados los buenos precedentes de uso en variables económicas mencionadas, además de la clara ventaja de partir del método de mínimos cuadrados, conocido bien por las áreas económicas y administrativas, el cual a partir de una ligera variante, permite obtener la función polinómica que represente mejor la trayectoria del impuesto a lo largo del tiempo; es importante mencionar que las funciones polinómicas, a diferencia de las lineales, se ajustan muy bien a datos con

comportamientos cíclicos estimando escenarios que bien pueden ser incrementales o decrementales, mientras que en la mayoría de los pronósticos lineales, como la suavización, regresión o promedios móviles, se busca ajustar los estimados a una expectativa lo menor dispersa posible.

Los polinomios por mínimos cuadrados y la función mediante la cual pueden obtenerse estimaciones, en este caso de la recaudación del IVA, tienen la siguiente estructura (Gerald y Wheatley 2000):

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (1)$$

Representando los errores de la siguiente forma

$$e_i = Y_i - y_i \quad (2)$$

O también

$$e_i = Y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - \dots - a_nx_i^n \quad (3)$$

Para la minimización de la suma de los cuadrados

$$S = \sum_{i=1}^N e_i^2 \quad (4)$$

O también

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - \dots - a_nx_i^n)^2 \quad (5)$$

En este método las derivadas parciales desaparecen y se obtiene n+1 número de ecuaciones, de la siguiente forma

$$\begin{cases} \frac{dS}{da_0} = 0 = \sum_{i=1}^N 2(Y_i - a_0 - a_1x_i - \dots - a_nx_i^n)(-1), \\ \frac{dS}{da_1} = 0 = \sum_{i=1}^N 2(Y_i - a_0 - a_1x_i - \dots - a_nx_i^n)(-x_i) \\ \vdots \\ \frac{dS}{da_n} = 0 = \sum_{i=1}^N 2(Y_i - a_0 - a_1x_i - \dots - a_nx_i^n)(-x_i^n) \end{cases} \quad (6)$$

Finalmente, para obtener un sistema de ecuaciones normales a partir de lo anterior, se dividen entre -2 dando lugar a una estructura como la siguiente:

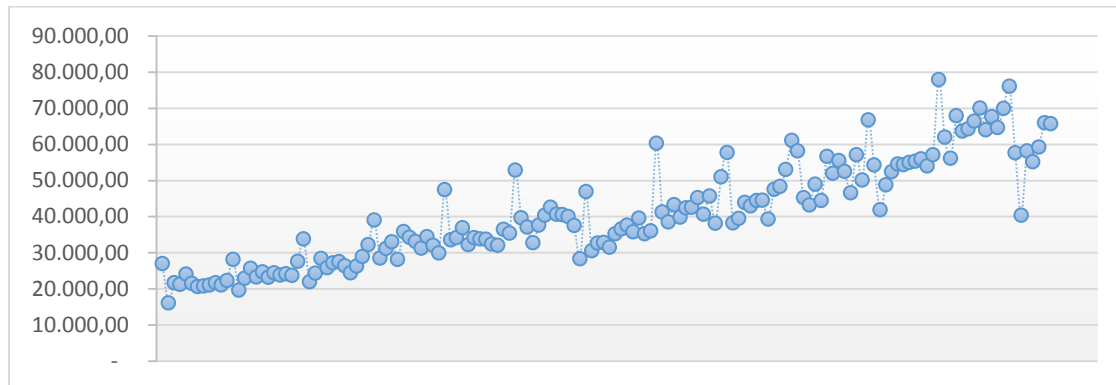
$$\begin{cases} a_0N + a_1(\sum x_i) + a_2(\sum x_i^2) + \dots + a_n(\sum x_i^n) = \sum Y_i \\ a_0(\sum x_i) + a_1(\sum x_i^2) + a_2(\sum x_i^3) + \dots + a_n(\sum x_i^{n+1}) = \sum x_i Y_i \\ a_0(\sum x_i^2) + a_1(\sum x_i^3) + a_2(\sum x_i^4) + \dots + a_n(\sum x_i^{n+2}) = \sum x_i^2 Y_i \\ \vdots \\ a_0(\sum x_i^n) + a_1(\sum x_i^{n+1}) + a_2(\sum x_i^{n+2}) + \dots + a_n(\sum x_i^{2n}) = \sum x_i^n Y_i \end{cases} \quad (7)$$

Para resolver un sistema de ecuaciones de este tipo de suma importancia recomendar el uso de software especializado en matemáticas con la finalidad de evitar errores por ajustes o redondeo, por estas razones en el desarrollo de este trabajo se empleará Scientific Notebook Versión 5.5

4. Aplicación al impuesto al valor agregado y la razón porcentual de cambio

Mediante la recaudación mensual del IVA, iniciando en 2003 y concluyendo en 2015 (Servicio de Administración Tributaria 2015), se procedió a integrar una serie por cada año en donde el mes de enero se les asignó el número 1, febrero, 2 y así sucesivamente hasta el período 12 que representara los meses de diciembre.

Gráfica 7. Recaudación del IVA 2003 – 2015 (Valores corrientes)



Fuente: elaboración propia mediante Excel 2013

Después de graficar la recaudación y agregar líneas de tendencia para verificar cuál se ajustaba más se pudo apreciar que tanto una tendencia cuadrática como los siguientes polinomios de grado 3, 4, 5 y 6 tenían ajustes con poca variación, pero mediante valoración gráfica y de mínimo error se determinó estimar un polinomio de sexto grado a partir del cual se pudiera obtener las razones de cambio. Esta aplicación del cálculo, originalmente propuesta por Newton, ha sido ampliamente utilizada para estimar la velocidad de cambio de una determinada variable en un período de tiempo determinado, por ejemplo, en el crecimiento poblacional, moviéndose en un ecosistema, pero además, en materia económica, ha sido de especial interés para estimar cambios porcentuales en ingresos, costos, utilidad, producción (García, y otros 2011) como también en el nivel de elasticidad en oferta y demanda (Martín y Paralera 2014), en todos los casos mencionados, ha sido recomendado el método como buen estimador de variaciones.

Para el caso particular de este trabajo, a partir de una estructura mostrada anteriormente (7), se obtiene la ecuación polinómica para la recaudación correspondiente a un determinado período mensual como se muestra a continuación:

$$P_{\text{período}} = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 \quad (8)$$

Posteriormente, para establecer la velocidad de cambio porcentual a nivel nacional, se observaron las reglas del cálculo diferencial, en específico para la primera derivada considerando el sexto orden de la ecuación polinómica obtenida para cada año.

Para la primera derivada $P'_{\text{período}}(x)$ obtenida a partir de la ecuación con los datos originales

$$P'_{\text{período}} = \frac{d}{dx} [f(x) + g(x) + \dots + z(x)] = \frac{d}{dx} [f(x)] + \frac{d}{dx} [g(x)] + \dots + \frac{d}{dx} [z(x)] \quad (9)$$

aplicada a la ecuación (1), la forma de la primera derivada será

$$P'_{\text{período}} = \frac{d}{dx} [a_6x^6] + \frac{d}{dx} [a_5x^5] + \frac{d}{dx} [a_4x^4] + \frac{d}{dx} [a_3x^3] + \frac{d}{dx} [a_2x^2] + \frac{d}{dx} [a_1x] + \frac{d}{dx} a_0 \quad (10)$$

Con lo que la velocidad o razón de cambio porcentual en la recaudación se obtendrá de la siguiente manera

$$\frac{100P'_{\text{período}}}{P_{\text{período}}} \quad (11)$$

A continuación, se presentan síntesis de los análisis aplicados a los ejercicios fiscales 2003 al parcial de 2015, en cada caso se indica la función obtenida, su derivada correspondiente la velocidad porcentual de cambio en la recaudación que se presentó en cada uno de los meses, posteriormente se agrega el apartado de discusión acerca de estos resultados.

Tabla 1. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2003

$P_{2003} =$	$76.066 - 82.917x + 42.765x^2 - 10.244x^3 + 1.249,4x^4 - 75,81x^5 + 1,7865x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2003}' =$	$10,719x^5 - 376,91x^4 + 4.997,6x^3 - 30.732x^2 + 85.530,0x - 82.917$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-86,93%	-3,05%	18,91%	8,58%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-3,90%	-8,06%	-3,42%	3,19%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
4,04%	-1,92%	-4,21%	24,71%	

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 1 se aprecia que en los meses de enero, febrero, mayo, junio, julio, octubre y noviembre acontecieron momentos de cambios negativos, el más significativo en el mes de enero -86,93%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, agosto, septiembre y diciembre, destacando el 24,71% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 18,91% registrado en marzo de ese mismo año.

Tabla 2. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2004.

$P_{2004} =$	$68514 - 69011x + 36390x^2 - 8972,4x^3 + 1131,7x^4 - 70,789x^5 + 1,7413x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2004}' =$	$10,448x^5 - 353,95x^4 + 4526,8x^3 - 26917,0x^2 + 72780,0x - 6901$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-70,19%	-1,45%	14,63%	5,83%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-3,14%	-4,79%	-0,13%	4,06%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2,12%	-3,74%	1,24%	48,86%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 2 se aprecia que en los meses de enero, febrero, mayo, junio, julio y octubre acontecieron momentos de cambios negativos, el más significativo se presentó en enero con -70,19%.

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, agosto, septiembre, noviembre y diciembre, destacando el 48,86% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 14,63% registrado en marzo de ese mismo año.

Tabla 3. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2005

$P_{2005} =$	$68514 - 69011x + 36390x^2 - 8972,4x^3 + 1131,7x^4 - 70,789x^5 + 1,7413x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2005}' =$	$10,448x^5 - 353,95x^4 + 4526,8x^3 - 26917,2x^2 + 72780,0x - 69011$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-65,52%	-11,72%	12,29%	8,31%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	0,92%	-4,11%	-4,19%	-1,29%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2,31%	4,59%	8,15%	20,55%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 3 se aprecia que en los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto acontecieron momentos de cambios negativos, también en este caso la menor razón porcentual de cambio (velocidad) se presentó en enero con -65,52%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, mayo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, destacando el 20,55% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 12,29% registrado en marzo de ese mismo año.

Tabla 4. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2006.

$P_{2006} =$	$66343 - 42215x + 17765x^2 - 3519,1x^3 + 359,91x^4 - 18,33x^5 + 0,36538x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P'_{2006} =$	$2,1923x^5 - 91,65x^4 + 1439,6x^3 - 10557,1x^2 + 35530,0x - 42215$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-40,68%	-11,44%	4,30%	5,78%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	3,65%	0,37%	-0,66%	-0,36%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0,08%	-0,92%	-4,68%	-11,52%	

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 4 se aprecia que en los meses de enero, febrero, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en enero fue -40,68%, febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -11,44%, en julio alcanzó -0,66%, agosto -0,36%, octubre -0,92%, noviembre -4,68% y, extrañamente en el mes de diciembre se registró -11,52%.

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, mayo, junio y septiembre, destacando el 5,78% de incremento recaudación / mes en abril, seguido por el 4,30% registrado en marzo, 3,65% en mayo, 0,37% en junio y finalmente de 0,08% que correspondió a septiembre de ese mismo año.

Tabla 5. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2007

$P_{2007} =$	$87325 - 62267x + 27238x^2 - 5749,3x^3 + 627,05x^4 - 34,069x^5 + 0,73114x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2007}' =$	$4,3868x^5 - 170,35x^4 + 2508,2x^3 - 17248x^2 + 54476x - 62267$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-47,83%	-14,38%	2,69%	2,91%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-1,00%	-3,60%	-3,12%	-0,41%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2,40%	3,35%	2,14%	3,11%	

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 5 se aprecia que en los meses de enero, febrero, mayo, junio, julio y agosto acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, el caso negativo más importante fue en enero con -47,83%, en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -14,38%, en mayo alcanzó -1,00%, junio -3,60%, julio -3,12% y agosto -0,41%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, destacando el 3,35% de incremento recaudación / mes en octubre, seguido por el 3,11% registrado en diciembre, 2,91% en abril, 2,69% en marzo, 2,40% en septiembre y finalmente de 2,14% que correspondió a noviembre de ese mismo año.

Tabla 6. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2008.

$P_{2008} =$	$65960 - 10565x - 5360,3x^2 + 3098,5x^3 - 540,90x^4 + 40,465x^5 - 1,1207x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2008} =$	$-6,7242x^5 + 202,33x^4 - 2163,6x^3 + 9295,5x^2 - 10721x - 10565$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-26,42%	-22,97%	-7,36%	5,25%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	8,54%	5,81%	1,25%	-1,92%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	-2,35%	-2,36%	-10,97%	-60,21%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 6 la velocidad con mayor valor negativo se registró en el mes de enero con -26.42%, este mismo sentido negativo se presentó en los meses de febrero, marzo, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en diciembre la recaudación disminuía a una velocidad de -60,21%, en febrero alcanzó -22,97%, noviembre -10,97%, marzo -7,36%, octubre -2,36%, septiembre -2,35% y agosto con -1,92%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de abril, mayo, junio y julio, destacando el 8,54% de incremento recaudación / mes en mayo, seguido por el 5,81% registrado en junio, 5,25% en abril y finalmente de 1,25% que correspondió a julio de ese mismo año.

Tabla 7. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2009.

$P_{2009} =$	$97823 - 81219x + 37605x^2 - 8571,8x^3 + 1034,7x^4 - 63,055x^5 + 1,5216x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P'_{2009} =$	$9,1296x^5 - 315,28x^4 + 4138,8x^3 - 25715x^2 + 75210,0x - 81219$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-59,45%	-17,32%	4,38%	5,29%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	2,62%	2,04%	3,65%	4,26%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1,55%	-3,99%	-6,47%	12,15%	

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 7 se aprecia que en los meses de enero, febrero, octubre y noviembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en enero el estimado es de -59,45%, en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -17,32%, en octubre alcanzó -3,99 y en noviembre -6,47%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo a septiembre y también en diciembre, destacando el 12,15% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 5,29% registrado en abril, 4,38% en marzo, 4,26% en agosto, 3,65% en julio, 2,62% para mayo, 2,04% en junio y finalmente de 1,55% que correspondió a septiembre de ese mismo año.

Tabla 8. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2010

$P_{2010} =$	$133773,92 - 119109,27x + 58034x^2 - 13990x^3 + 1781x^4 - 114,26x^5 + 2,9015x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2010}' =$	$17,409x^5 - 571,3x^4 + 24,0x^3 - 41970,0x^2 + 1,1607 \times 10^5x - 119109,27$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-63,75%	-15,62%	4,35%	2,68%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-0,43%	0,33%	3,01%	2,81%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	-2,39%	-7,69%	1,75%	50,52%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 8 se aprecia que el mes de enero registró una razón porcentual de cambio negativa, estimada en -63,75%; los meses de febrero, mayo, septiembre y octubre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -15,62%, en mayo fue de -0,43%, septiembre registró -2,39% y en octubre -7,69%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril, junio, julio, agosto, noviembre y diciembre, destacando el 50,52% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 4,35% registrado en marzo, 3,01% en julio, 2,81% en agosto, 2,68% en abril y 1,75% en noviembre.

Tabla 9. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2011

$P_{2011} =$	$132000 - 119430x + 56400x^2 - 12642x^3 + 1461,2x^4 - 84,232x^5 + 1,9245x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2011}' =$	$11,547x^5 - 421,16x^4 + 5844,8x^3 - 37926x^2 + 1,128 \times 10^5x - 1,1943 \times 10^5$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-67,75%	-13,47%	10,48%	6,90%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-0,28%	-3,43%	-1,29%	3,93%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	6,80%	8,01%	9,82%	20,83%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 9 se aprecia que, como en años anteriores, el mes de enero tiene la menor velocidad de cambio, estimada en -67,75%; los meses de febrero, mayo, junio y julio acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -13,47%, en mayo fue de -0,28%, junio registró -3,43% y en julio -1,29%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses de marzo, abril y de agosto a diciembre, destacando el 20,83% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 10,48% registrado en marzo, 9,82% en noviembre, 8,01% en octubre, 6,90% en abril, 6,80% en septiembre y 3,93% en agosto.

Tabla 10. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2012

$P_{2012} =$	$70531 - 9102,4x - 7120,2x^2 + 4116,1x^3 - 742,79x^4 + 56,774x^5 - 1,5815x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2012}' =$	$-9,489x^5 + 283,87x^4 - 2971,2x^3 + 12348x^2 - 14240,0x - 9102,4$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-23,55%	-17,08%	-0,52%	8,80%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	10,72%	4,09%	-1,47%	-3,98%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	-1,76%	4,08%	2,85%	-21,85%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 10 el mes de enero registró cambio porcentual (velocidad) a razón de -23,55%; se aprecia que en los meses de febrero, marzo, julio, agosto, septiembre y diciembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -17,08%, en marzo fue de -0,52%, julio registró -1,47%, agosto -3,98%, septiembre -1,76% y en diciembre -21,85%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron en los meses abril, mayo, junio, octubre y noviembre destacando el 10,72% de incremento recaudación / mes en mayo, seguido por el 8,80% registrado en abril, 4,09% en junio, 4,08% en octubre y 2,85% en noviembre.

Tabla 11. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2013

$P_{2013} =$	$98159 - 39188x + 8726,3x^2 - 208,44x^3 - 129,11x^4 + 14,105x^5 - 0,43539x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2013}' =$	$-2,6123x^5 + 70,525x^4 - 516,44x^3 - 625,32x^2 + 17453,1x - 39188$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-34,17%	-18,20%	-3,16%	6,04%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	7,26%	4,69%	1,16%	-1,33%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
-1,42%	0,70%	2,95%	0,31%	

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 11 se aprecia que en los meses de enero, febrero, marzo, agosto y septiembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes tal es el caso el estimado en enero por -34,17%, en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -18,20%, en marzo fue de -3,16%, agosto registró -1,33% y septiembre -1,42%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron de abril a julio y de octubre a diciembre destacando el 7,26% de incremento recaudación / mes en mayo, seguido por el 6,04% registrado en abril, 4,69% en junio, 2,95% en noviembre, 0,70% para octubre y 0,31% en diciembre.

Tabla 12. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2014

$P_{2014} =$	$142240 - 102190x + 47689x^2 - 10818x^3 + 1296,6x^4 - 78,842x^5 + 1,913x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2014}' =$	$11,478x^5 - 394,21x^4 + 5186,4x^3 - 32454x^2 + 95378x - 1,0219 \times 10^5$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-44,23%	-9,20%	4,90%	4,16%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	1,78%	0,54%	0,82%	0,89%
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	-0,56%	-2,60%	-0,04%	18,19%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 12 el mayor valor negativo en la velocidad de cambio porcentual se calculó para enero a razón de -44,23%; en los meses de febrero, septiembre, octubre y noviembre acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -9,20%, en septiembre fue de -0,56%, octubre -2,60% y noviembre -0,04%

En cuanto a las razones porcentuales positivas, estas se presentaron de marzo al mes de agosto y en diciembre, destacando el 18,19% de incremento recaudación / mes en diciembre, seguido por el 4,90% registrado en marzo, 4,16% en abril, 0,89% en agosto, 0,82% para julio y 0,54% en junio.

Tabla 14. Síntesis de resultados obtenidos para el Ejercicio Fiscal 2015

$P_{2015} =$	$-113310 + 455950x - 390660x^2 + 150580x^3 - 29101x^4 + 2758x^5 - 102,01x^6$			
Representación gráfica de la función				
$P_{2015}' =$	$-612,06x^5 + 13790,0x^4 - 116400x^3 + 451740x^2 - 781320x + 455950$			
Razón porcentual de cambio $\frac{P'(x_i)}{P(x_i)}$	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	30,46%	-51,87%	7,71%	21,32%
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	-1,97%	1,24%	29,81%	-79,43%

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Tabla 14 a diferencia de todos los años anteriores, el mes de enero registró una velocidad de cambio positiva de 30,46%. En cuanto a las demás razones porcentuales positivas, estas se presentaron en marzo con 7,71%, abril con el 21,32%, junio 1,24% y julio con 29,81%

Las disminuciones se aprecian que en los meses de febrero, mayo y agosto acontecieron momentos de cambios negativos, es decir, disminución en la recaudación / mes, con variantes importantes que evidencian que en febrero la recaudación disminuía a una velocidad de -51,87%, en mayo fue de -1,97% y agosto -79,43%.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran que, contrariamente a lo que pudieran considerarse como los meses generadores de una mayor velocidad de cambio positiva en la recaudación, como

podrían ser enero ya que de acuerdo a la legislación mexicana, en estos períodos se debe pagar lo correspondiente al mes inmediato anterior, es decir, diciembre, no obstante en prácticamente todos los años, la velocidad de cambio registrada en enero resultó extrañamente negativa, salvo el caso del mes de enero del año 2015.

Lo anterior sin lugar a duda presenta una situación anómala, que no corresponde a los argumentos de un mayor consumo en las fechas decembrinas, dando pauta a futuros análisis respecto a la posible distorsión por el uso de tarjetas de crédito con pagos a plazos sin intereses o inclusive, que se estén presentando costumbres de compras anticipadas al mes de diciembre, insistimos en nuestra consideración a tal hallazgo que quizá motive otro tipo de estudios.

Ahora bien, respecto a la eficiencia por mayor velocidad en la recaudación, es digno de mencionar que los recaudados en los meses de abril dejan evidencia de que el consumo de bienes y servicios sujetos al IVA es de suma importancia en los meses de marzo ya que resultó que en todos los análisis resultó una velocidad de cambio porcentual positiva, habrá entonces que atender las necesidades que se presentan en los meses de marzo, quizá por el período vacacional de la Semana Santa de acuerdo a la religión católica, que es la predominante en el país.

Otra conclusión de relevancia es que si el sistema tributario mexicano recibe las declaraciones de las personas morales (empresas y corporativos) en los meses de marzo, a pesar de esta política fiscal no existe evidencia de que genere una mayor velocidad en la recaudación / mes.

En términos generales, los resultados invitan a una profunda reflexión para analizar la captación de los ingresos públicos y mejorar las expectativas para las leyes de ingresos y su aplicación en los presupuestos de egresos que dependen de la recaudación fiscal, en el entendido que la adecuada planeación se vuelve un instrumento condicionante de la ejecución presupuestaria del gasto.

El desarrollo de estudios sobre metodologías utilizadas en la estimación de los ingresos, como en este caso, se justifica pues su previsión determinará la capacidad de gastos del gobierno, ya que es necesario que los tomadores de decisiones puedan decidir adecuadamente para mantener el equilibrio presupuestal del gobierno. Por lo tanto, la discusión sobre metodologías de previsión presupuestaria es relevante. Estudios sobre el uso de modelos polinomiales para la estimación de ingresos tributarios son relativamente nuevos en México y son aún un fenómeno reciente en la literatura nacional. El uso de este tipo de herramientas para la previsión de los ingresos aun no es un fenómeno ampliamente utilizado por los tomadores de decisiones.

El Impuesto al Valor Agregado es el segundo más importante de México, después del Impuesto Sobre la Renta. Sin embargo, comparado con los estándares vigentes en América Latina, México tiene una muy baja recaudación de este impuesto al consumo, como proporción del PIB. Una pregunta crucial en las Finanzas Públicas mexicanas debería ser, por lo tanto ¿a qué se debe que la recaudación del IVA en México no alcanza los estándares internacionales?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amadasun, A.B. «Taxation And National Development: Issues And Interventions. .» *Franklin Business & Law Journal*, (4), 2011: 9-18.
- Arango, E. *Curvas de Oferta-Precio No lineales para el caso de preferencias de consumo Cuasi-lineales*,. MPRA Paper,, Munich, Alemania: University Library of Munich, 2014.
- Bell, E.T. *Historia de las matemáticas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2012.
- Burden, R.L. *Análisis numérico*. México: Thomson Learning, 2002.
- Caballero, E, y J. López. «Gasto público, Impuesto sobre la Renta e inversión privada en México.» *Investigación Económica*, LXXI Abril-Junio, 2012: 55-84.
- Cárdenas, Ó, D Ventosa-Santaulária, y M. Gómez. «Notas y comentarios: elasticidad ingreso de los impuestos federeles en México.» *Trimestre Económico*, 75(298), 2008: 519-531.
- Carrillo, J.A, y R.A. Ponce. «Análisis comparativo de las transferencias óptimas condicionadas en una federación fiscalmente centralizada.» *Nósis: Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 22(43), 2013: 84-103.
- Cheney, W, y D. Kincaid. *Métodos numéricos y computación*. México: CENGAGE Learning, 2011.
- Congreso de la Unión. *Exposición de Motivos para la Iniciativa de la Ley del Impuesto al Valor Agregado*. Exposición de Motivos, México: Congreso de la Unión, 1978.
- Congreso de la Unión. *Ley del Impuesto al Valor Agregado*. Ley Federal, México: Congreso de la Unión, 2013.
- Creedy, J, y N. Gemmell. *The Elasticity of Taxable Income and the Tax Revenue Elasticity*, No 1110. Working Papers Series, Melbourne: Department of Economics - The University of Melbourne, 2010.
- de La Fuente, A. *Series anuales de algunos agregados económicos y demográficos regionales, 1955-2009 (RegDat versión 2.3), No 12-2010*. Series anuales, RegDat versión 2.3, España: Economic Reports, FEDEA., 2010.
- Deaton, A. «Equity, efficiency, and the structure of Indirect taxation.» *Journal of Public Economics*, (8), 1977: 299-312.
- Epstein, H, y S. marconi. *América Latina y el Caribe: estimación de las series en paridades de poder adquisitivo (PPA): un ejercicio preliminar para el período 2000-2011*,. Estudios estadísticos, CEPALNo 85, Naciones Unidas Comisión Económica, 2014.
- Fischer, S, R Dornbusch, y R. Schmalensee. *Economía. Mexico*. México: McGraw-Hill, 1990.
- Flores, E. «Análisis espacial de los ingresos obtenidos por aljamientos de turismo rural en Gran Canaria.» *Turismo y Desarrollo Local*, issue 7., 2010.
- García, A. «Oferta y demanda y el ciclo económico: una interpretación de la situación económica actual. .» *Estudios de Economía Aplicada*, 2010: 671-685.
- García, L, M Moreno, E Badillo, y C. Azcárate. «Historia y aplicaciones de la derivada en las ciencias económicas: Consideraciones didácticas.» *Economía*, 2011: 137-171.
- García-Alba, P. «La estructura del IVA en México.» *Análisis Económico*, tercer cuatrimestre, 2006: 121-138.
- Gerald, C.F, y P.O. Wheatley. *Análisis Numérico con Aplicaciones*. México: PEARSON Prentice Hall, 2000.
- Gómez, S, y D. Juan Carlos-Rosignolo. «La tributación sobre las altas rentas en América Latina, No 13, Estudios y Perspectivas – Oficina de la CEPAL en Montevideo, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPA).» *Estudios y Perspectivas – Oficina de la CEPAL en Montevideo, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, 2014: 9-93.

- Gutiérrez, J.A, M.A Olmos, y J.M. Casillas. *Análisis Numérico*. México: Mc Graw Hill, 2010.
- Kuznets, S. «Problems of Taxation: National Income and Taxable Capacity .» *American Economic Review*, 1942: 3237.
- Mankiw, G. *Principios de Economía*. México: Cengage Learning, 2009.
- Martín, A.M, y C. Paralara. «Aplicaciones de las derivadas parciales en conceptos económicos utilizando los recursos de la CLASSPAD.» *Unión. Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 2014: 147-160.
- Martínez, M., y J. Vázquez. «Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. .» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Junio-Agosto*, 2015: 955-965.
- Monseny, J, y A. Solé-Ollé. «Tax Differentials in Intraregional Firm Location: Evidence from New Manufacturing Establishments in Spanish Municipalities.» *Regional Studies*, 44(6), 663-677, 2010: 663-677.
- Morgenroth, E. «Regional Dimension of Taxes and Public Expenditure in Ireland.» *Regional Studies*, 44(6) , 2010: 777-789.
- Musgrave, R. «Tax Reform or Tax Deform?» *Eastern Economic Journal*, 7, issue 3-4, 1981: 143-150.
- Musgrave, R. «The Role Of The State In Historical Perspective.» *International Tax and Public Finance, Volume 3, Issue 3*, 1996: 247-258.
- Nieves, A, y F. Domínguez. *Métodos numéricos aplicados a la ingeniería*. México: CECSA, 2002.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. *Estadísticas Tributarias en América Latina - México*. Estadísticas Tributarias, París: OCDE, 2014.
- Parkin, M. *Economía*. México: Pearson, 2004.
- Pinzón, W.R, W Gordillo, y E. Sarmiento. «Some interpolation methods to generate.» *Revista de Topografía Azimut*, 2008: 19-24.
- Ramírez, E. «La Generalización del Impuesto al Valor Agregado: ¿Una opción para México?» *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, LVIII, Septiembre-Diciembre*, 2013: 75-101.
- Reulier, E, y Y. Rocaboy. «Regional Tax Competition: Evidence from French Regions.» *Regional Studies*, 43(7), 915-922, 2009.
- Rubio, J, D Romero, I Sanz, J Sainz, S Álvarez, y S. Aguado. *Una reforma fiscal para el crecimiento y el empleo*. Madrid: FAES, 2013.
- Ruíz, G. «Lor orígenes del método de mínimos cuadrados.» *SUMA*, 2003: 31-37.
- Samuelson, P, y W. Nordhaus. *Macroeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*. México: McGraw-Hill., 2002.
- Servicio de Administración Tributaria. *Informe Tributario y de Gestión, Segundo Trimestre 2015*. México: SAT, 2015.
- Servicio de Administración Tributaria. *Respuesta a solicitud de información con número de folio 0610100140815*. Respuesta a solicitud de información pública, México: SHCP, 2015.
- Slemrod, J, y Kopczuk. *The optimal elasticity of taxable income*. Working Papers, NBER, 2000.
- Slemrod, J, y W. Kopczuk. «The optimal elasticity of taxable income.» *Journal of Public Economics*, 84, issue 1, 2002: 91-112.
- Smith, A. *La riqueza de las naciones*. España: Economía Alianza Editorial, 2010.
- Sobarzo, H. «Federalismo fiscal en México.» *Economía, Sociedad y Territorio*, 103-121, 2005: 103-121.
- Sobarzo, H. «Relaciones fiscales intergubernamentales en Mexico: Evaluación reciente y perspectivas.» *Revista Problemas del Desarrollo*, 2009: 11-28.
- Van Cauter, K, T Stragier, I Brumagne, L Van Meensel, y J. Claeys. «Structure of public revenue.» *Economic Review, issue ii*, 2004: 47-59.