

# La estimación del INPC a nivel municipal: un análisis de tres metodologías<sup>1</sup>

## The estimation of the INPC at the municipal level: an analysis of three methodologies

*Victor Hugo Rivera Herrera<sup>2</sup>*

*Alfredo Cuecuecha Mendoza<sup>3</sup>*

### Resumen

El índice nacional de precios al consumidor (INPC) es construido a partir de la cotización de precios en 46 ciudades representativas de los 32 Estados del país, lo cual no es suficiente para realizar estudios con índices de precios a nivel municipal, dejando hasta un 81% de los municipios del país fuera de estos. En este artículo se proponen tres metodologías: i) asignar los precios en función de índices regionales; ii) asignar los precios utilizando criterios de distancia y de existencia de vías de comunicación; y, iii) un modelo econométrico usando datos del 19% de los municipios del país. Los resultados muestran que las tres metodologías predicen un valor promedio similar en el cálculo del INPC municipal, pero varianzas diferentes. Se analiza la distancia entre los pronósticos generados usando los tres tipos de datos y los datos reales observados en 472 municipios. Los resultados muestran que la asignación por regionalización minimiza dicha distancia.

**Palabras Clave:** INPC, inflación municipal, México.

### Abstract

The consumer price index (CPI) for Mexico is estimated using representative information from 46 cities that belong to the 32 Mexican States, however, this information is not enough in studies at municipality level because up to 81% of the Mexican municipalities are left without a price index. This paper proposes three methodologies to assign prices at local level: i) assignation of prices

---

<sup>1</sup> Este artículo se basa en el capítulo 2 de la tesis “Relación de la inflación de precios en bienes y servicios educativos con el rezago educativo y la deserción escolar 2004-2014” de la autoría del Dr. Victor Hugo Rivera Herrera.

<sup>2</sup> El Colegio de Tlaxcala A.C. Av. Melchor Ocampo No. 28 San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala, México, C.P. 90960, tel. (246) 4645874 ([vriverah.vhr@gmail.com](mailto:vriverah.vhr@gmail.com))

<sup>3</sup> Centro de Investigación e Inteligencia Económicas (CIIE), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla ([alfredo.cuecuecha@upaep.mx](mailto:alfredo.cuecuecha@upaep.mx))

using a regional price index; ii) assignation of prices using distance and infrastructure criteria; and iii) an econometric model based on the 19% of municipalities that have a price index. Results show that the three methodologies generate price indexes with a similar mean but different variance. A three step ahead forecast error is generated using data from the three methodologies. The results show that the minimum three step ahead forecast error is obtained using the regional price indexes.

**Keywords:** Price Indexes, Price Indexes at local level, Mexico

## 1 Introducción

La estimación de la inflación es de suma importancia para los países, gracias a su medición y monitoreo, permite mantener su control sobre esta con el fin de reducir sus efectos nocivos sobre el bienestar (Hait & Janský, 2014).

La estimación de los índices de precios es realizada con base en el seguimiento de los precios en las ciudades más representativas del país, lo que puede representar problemas para estudios realizados fuera de las ciudades muestra o en las zonas rurales (Deaton, 1997).

En México, la inflación se mide a través del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), la metodología empleada para su cálculo cumple estándares internacionales, la cual está normada por el Código Fiscal de la Federación (DOF, 2011), la institución encargada de la recopilación, procesamiento y divulgación de los Índices Nacionales de Precios al Consumidor es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (DOF, 2008).

Para realizar el cálculo del INPC se efectúan cotizaciones de los bienes y servicios de la canasta de consumo de los hogares en 46 ciudades que conglomeran a 289 municipios de México (INEGI, 2013), lo que representa una cobertura del 19% del total de los municipios del país, lo cual es una limitante para realizar estudios a nivel municipal que busquen estudiar diferentes aspectos económicos a dicha escala.

El objetivo de este artículo es evaluar tres posibles metodologías para estimar el INPC a nivel municipal: la primera utiliza una regionalización del INPC propuesta en INEGI (2013); la segunda, utiliza un método de proximidad geográfica; por último, la tercera metodología utiliza un método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Posteriormente, las tres metodologías son comparadas analizando su capacidad para predecir las observaciones del INPC. Los resultados muestran que la asignación regional propuesta por INEGI (2013) genera las mejores predicciones.

El resto del documento se divide en tres partes: la primera presenta una revisión de la literatura que explora las ventajas y desventajas del cálculo del INPC y las razones para buscar mejores estimaciones a nivel municipal. La segunda, presenta en detalles las tres metodologías. La tercera parte compara las tres metodologías y su capacidad de predicción de los índices de precios. La cuarta sección presenta las conclusiones del trabajo.

## **2. Ventajas y Desventajas del INPC**

El cálculo del INPC tiene la función de estimar la evolución de precios en el tiempo de los bienes y productos consumidos en los hogares mexicanos (INEGI, 2016). La medición de los precios de los bienes y servicios no es una labor fácil, puesto que representan un reto técnico donde su cálculo se basa en el empleo de procedimientos estadísticos apegados a estándares internacionales (INEGI, 2016). La precisión del índice nacional de precios al consumidor INPC está en función a dos características, la evolución de los precios a través del tiempo y la representatividad reflejada por el patrón de consumo de los hogares, (INEGI, 2013). Actualmente el INPC está construido por 8 subíndices que representan 283 productos genéricos de 83 mil 500 especificaciones (INEGI, 2013).

En México se han realizado diversos estudios con micro datos obtenidos de los promedios de precios (Gagnon, 2007; Ysusi, 2010), sin embargo, estos datos muestran grandes limitantes porque no siempre pueden ser observados de manera directa, lo cual podría generar algún tipo de sesgo (Gagnon, 2007). Algunos estudios han mostrado que la utilización de índices de precios tiene tendencias más objetivas en su evolución que los promedios de precios directos de las cotizaciones, lo que consolida procesos de análisis más eficientes (Ysusi, 2010).

Una ventaja adicional en el cálculo del INPC en México es que la periodicidad del cálculo de los índices es de manera quincenal, lo que ayuda a disminuir sesgos hacia la baja, mostrando que los periodos cortos de obtención de datos manifiestan tendencias en la evolución de precios más eficientes (Cortés, Murillo & Ramos, 2012), y genera flexibilidad en caso de requerir la sustitución de productos<sup>4</sup> en las actividades de cotización manteniendo la misma trazabilidad de los precios (Cortés E., Murillo, & Ramos F., 2012), lo que estará garantizando el adecuado análisis de su evolución a través del tiempo.

En cuanto a la representatividad geográfica, la metodología actual se centra en medir los precios en los principales centros urbanos del país. Actualmente el INPC es muestreado en 46 ciudades ubicadas en los 32 estados de México (Ysusi, 2010), sin embargo, el comparativo de estos datos no es necesariamente confiable para el resto del país<sup>5</sup>. Deaton (1997) afirma que la comparación de indicadores obtenidos de centros urbanos representa una referencia pobre para aquellos estudios enfocados a poblaciones rurales.

---

<sup>4</sup> La sustitución de producto se observa cuando un producto es dado de baja y reemplazado por otro que genera la misma utilidad al consumidor.

<sup>5</sup> La metodología del cálculo del INPC determina las características de las ciudades muestra donde serán cotizados los precios de los productos; una característica para la selección de estas ciudades es el nivel de población, la cual deberá ser mayor a 20,000 habitantes y debe incluir las 10 zonas conurbadas o ciudades más pobladas del país (Congreso de la Unión, 2020).

Para dar una idea de la magnitud del problema el número de municipios a los que se puede asignar directamente el INPC es de 289 municipios alcanzando apenas una cobertura del 11.8 % del total de municipios del país, por lo que es necesario encontrar una solución que permita realizar estudios de la inflación que sea representativa para todos los municipios de México.

### **3 Propuestas de asignación del INPC a nivel municipal**

En este artículo se plantean tres propuestas de asignación de índices a nivel municipal para alcanzar una cobertura del 100% de los municipios del país. Las tres metodologías parten de la asignación de INPC que puede realizarse siguiendo el documento metodológico de INEGI (2013) y CONAPO (2018), lo cual permite asignar el INPC a un total de 473 municipios con datos del INPC. Esto se hace tomando en consideración que las 46 ciudades de la muestra base se extienden sobre 473 municipios.

Los primeros 46 municipios en los que se asienta la ciudad muestra se asignaron de manera directa, a este conjunto de municipios le llamamos la asignación tipo A. Un segundo conjunto de 243 municipios es llamado el conjunto B, en el cual el índice es asignado en función de que el documento metodológico (INEGI,2013) lo señale como municipio utilizado en la estimación del índice de alguna de las 46 ciudades muestra. El conjunto C lo integramos con 230 municipios que de acuerdo a (CONAPO,2018) están conurbados con alguno de los municipios en A y B. En total esta asignación logra una cobertura del 19% del país.<sup>6</sup>

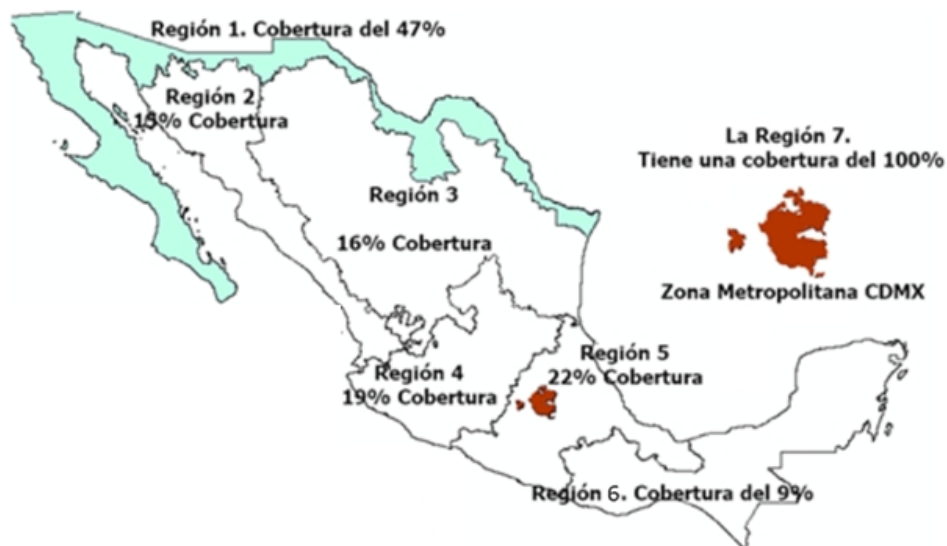
---

<sup>6</sup> Para mayores informes, los autores pueden enviar la lista completa de municipios a quien lo requiera.

### 3.1 Metodología 1: Asignación directa de índices de acuerdo a la región donde se ubica el municipio

En esta metodología, el INPC de 1989 municipios se asigna siguiendo la regionalización del país realizada por INEGI (2013), la cual divide las 46 ciudades en 7 regiones: 1. Región Frontera Norte; 2. Región Noroeste; 3. Región Noreste; 4. Región Centro Norte, 5. Región Centro Sur; 6. Región Sur; y 7. Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La Tabla 1 describe el número de municipios de cada una de las regiones, que no cuenta con asignación del INPC de acuerdo a la asignación A, B y C descritas anteriormente. El INPC que se asignó en estos casos para cada municipio es el promedio de la región que INEGI (2016) publica en sus datos regionalizados.

**Figura 1.** Cobertura Municipal de Índices de Precios al Consumidor por Región INPC.



**Fuente:** Elaboración propia con base a INEGI (2013) y CONAPO (2018).

La figura 1 muestra la cobertura que el usar las zonas metropolitanas de México logra en cada región del país. En el caso de la CDMX, el 100% de los municipios son muestreados. Para la

región frontera norte el porcentaje es del 47% de los municipios. Para la región noroeste la cobertura es de apenas el 15% de los municipios. Para la región noreste la cobertura es del 16% de los municipios. Para la región centro norte es del 19%. En el caso de la región centro sur la cobertura es del 22%. Finalmente, en la región sur solamente se cubre al 9% de los municipios.

La Tabla 1 detalla el número de estados por región, el número de ciudades que entran en la muestra por región, el número de municipios que puede asignarse directamente y los municipios que quedan asignados utilizando el promedio regional. Esto muestra que, aunque en porcentaje las regiones noroeste, noreste y centro norte tienen porcentajes parecidos, en realidad el número absoluto de municipios asignados regionalmente tiene una variación mayor. En la región sur es donde el máximo de municipios asignados regionalmente ocurre, un total de 759 municipios. Para la región centro sur, 595 municipios son asignados regionalmente. En el resto de las regiones, el número de municipios asignados regionalmente son: para la centro norte 309 municipios, para la noreste son 227 municipios, para la noroeste son 84 municipios y para la región frontera norte son 25 municipios.

**Tabla 1.** Asignación Directa y Regional del INPC a nivel Municipal.

<b>Región</b>	<b>Estados</b>	<b>Ciudades Muestra</b>	<b>Municipios con asignación directa INPC</b>	<b>Municipios con asignación regional</b>
1. Frontera Norte	2	6	22	25
2. Noroeste	3	4	15	84
3. Noreste	6	8	43	227
4. Centro-Norte	7	10	73	309
5. Centro-Sur	7	10	166	595
6. Sur	6	7	74	759

---

7.CDMX	1	1	68	0
--------	---	---	----	---

---

**Fuente:** Elaboración propia con a base a INEGI (2013).

### 3.2 Metodología 2: Asignación basada en la proximidad con las ciudades muestra

Esta metodología de asignación analiza la cercanía de cada municipio del país con aquellos 473 municipios para los que se tiene un INPC asignado mediante los criterios A, B y C. Se determinó el municipio con distancia más corta usando un análisis de proximidad geográfica con base en la información obtenida del Portal de Geo información (CONABIO, 2018).

El primer paso realizado en el análisis de proximidad fue obtener las distancias euclidianas entre los municipios que cuentan con un valor del INPC y cada una de las cabeceras municipales del país. El segundo paso es encontrar los 4 municipios más próximos a cada cabecera municipal y determinar la distancia más cercana entre ellas condicionando a que existan carreteras federales para su comunicación, para lo cual se utilizó la capa de red de carreteras federales obtenidas de CONABIO (2018). La finalidad de haber condicionado a la existencia de carreteras está en función a que diversos autores han acentuado la importancia que juega la comunicación en las actividades comerciales entre localidades (Malik & Temple, 2006). El tercer paso consiste en determinar el municipio con INPC y carretera federal más cercano.

La importancia de realizar estos pasos se ilustra mediante un ejemplo en la figura 2. En dicha figura se ilustra el caso del municipio de Tamazula de Victoria, Durango, que tiene mayor proximidad a la ciudad de Culiacán, Sinaloa; sin embargo, Sinaloa y Durango son dos estados que se ubican en distintas Regiones de acuerdo al Documento Metodológico del INPC (2013) (Región 2 para Sinaloa y Región 3 para Durango). Si al municipio en cuestión se asignara el valor del índice



de la región que le corresponde, se podría generar un sesgo, puesto que es más probable que los habitantes de Tamazula se trasladen a Culiacán (42 Km) por su abasto que recorran una distancia casi 6 veces mayor (241 Km) para acudir a Durango.

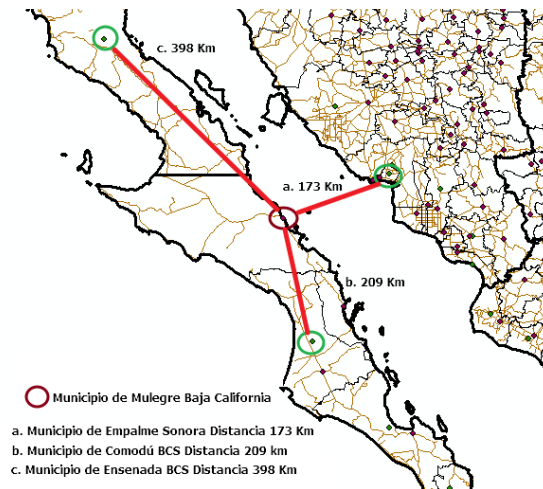
**Figura 2.** Propuesta de asignación del INPC a Municipios con base en la distancia.



**Fuente:** Elaboración propia con base a INEGI (2013) y CONABIO (2018).

Es importante mencionar que se encontraron casos atípicos donde se hicieron excepciones. Un ejemplo es la cabecera municipal del municipio de Mulegé, Baja California Sur identificado como la localidad de Santa Rosa, el cual se describe en la figura 3. En dicho ejemplo, se observa que el Mar de Cortés forma una barrera natural entre Santa Rosa y el municipio con INPC más cercano (Empalme, Sonora) y el municipio más cercano con conexión terrestre es Comodú BCS que se encuentra a 209 km. La utilización de los sistemas de transportación marítimas son una opción, sin embargo, la cercanía de los mercados del sur de los Estados Unidos y la dificultades de transportar productos del centro del país, hace que los patrones y hábitos de consumo de los habitantes de Baja California dependan mayormente de los mercados norteamericanos (Sierra López & Serrano Contretas, 2002), por lo que el valor asignado a este municipio fue el de Comodú BCS.

**Figura 3.** Propuesta de asignación del INPC a Municipios con base en distancia: caso atípico.



**Fuente:** Elaboración propia con base a INEGI (2013) y CONABIO (2018).

### 3.3 Metodología 3: Asignación de índices de precios al consumidor con base al modelo empírico desarrollado para explicar la inflación

Una tercera propuesta de asignación de índices de precios al consumidor se realiza con base en el diseño de un modelo empírico que estudia la evolución de los precios a través del cálculo del índice inflacionario en las 46 ciudades muestra y los 243 Municipios conglomerados descritos en el documento metodológico (INEGI, 2013), aplicado en el periodo comprendido entre los años 2004 al 2014.

#### 3.3.1 El modelo empírico

El modelo empírico utilizado es una regresión de efectos fijos<sup>7</sup> que plantea una relación entre la inflación  $y_{it}$  y un vector de variables que se asume como exógeno dado por  $X_{it}$ :

(1)

$$y_{it} = \alpha_0 + X_{it}\beta_1 + \gamma_i + u_{it}$$

<sup>7</sup> Otros métodos de estimación fueron probados, sin cambiar los resultados principales. Dichos resultados están disponibles a quien los solicite.

Dentro del vector de variables exógenas se incluyen: el cambio en el logaritmo de la población del municipio, el cambio en la dispersión de precios, el cambio en el logaritmo del índice de desarrollo humano, el cambio en el logaritmo de las exportaciones a nivel municipal más uno, el cambio en el logaritmo de las importaciones a nivel municipal más uno, el cambio en el logaritmo del número de unidades económicas en el municipio, el cambio en la inversión en obra pública a nivel municipal, el cambio en los impuestos a nivel municipal, el cambio en el empleo a nivel municipal, y el cambio en el margen de ganancias a nivel municipal.

Las variables elegidas pretenden ayudar a estimar la inflación subyacente que representa los distintos componentes de la demanda agregada y oferta agregada a nivel municipal. El índice de desarrollo humano, la población, el empleo, las unidades económicas, las exportaciones y las importaciones pretenden ayudar a estimar la oferta agregada de largo plazo a nivel local (Friedman, 1968; Barro, 2013). La población municipal probablemente no solo capta efectos de escala en los mercados, pues también puede contener los efectos de la migración intermunicipal e interestatal. El número de unidades económicas busca captar la inversión privada a nivel local, como componente de demanda agregada (Phillips, 1968) así como los impactos que la inflación tiene sobre el número de unidades económicas que sobreviven a la inflación (Whu & Zhang, 2001).

La inversión en obra pública representa las inversiones que pueden ayudar a captar los cambios en los costos de transporte hacia y desde el municipio (Gwin & Taylor, 2004) y que al igual que los impuestos recaudados a nivel municipal ayuda a determinar el nivel de gasto público a nivel municipal y por lo tanto el nivel de demanda agregada a nivel local (Phillips, 1968).

El margen de utilidad a nivel municipal representa la dinámica de precios locales y que puede ayudar a entender parte de los shocks en precios que se viven a nivel municipal (Benabou,

1992). De igual manera se introduce la dispersión de precios en el modelo debido a la importancia que tiene en la determinación de los mismos (Caraballo, 2008).

Las variables se utilizan en cambios para eliminar problemas de no estacionariedad, y se utilizan en logaritmos para reducir los problemas de heteroscedasticidad.

### 3.3.2 Datos utilizados en el modelo de regresión lineal

Los índices de precios para el cálculo de la inflación provienen de INEGI (2016) y de la asignación siguiendo los criterios A, B y C explicados anteriormente. La inflación estimada es el promedio para cada municipio y año. La dispersión de precios se estima siguiendo el método de (Rossi, 2013):

$$\text{dispersión} = \sigma \left( \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) * \sqrt{24} \quad (2)$$

Donde:  $\sigma$  es la desviación estándar de los precios,  $P_t$ : INPC en el periodo t,  $P_{t-1}$ : INPC en el periodo t-1. El término  $\sqrt{24}$ , se introduce en la ecuación para controlar por el hecho de que en un año existen 24 quincenas aproximadamente (Rossi, 2013). La dispersión utilizada es el promedio para cada municipio y año.

La población se obtuvo de CONAPO (2017a) y el índice de desarrollo humano de CONAPO (2017b). Los datos de exportaciones e importaciones a nivel municipal en pesos provienen de la información generada por el Servicio de Administración Tributaria publicados en el Atlas de Complejidad Económica (SEGOB, 2014)<sup>8</sup>, para su conversión a precios constantes se utiliza el INPC tomando como base el año 2010 (INEGI, 2016).

---

<sup>8</sup> Esta base de datos se consultó en diciembre de 2017. Actualmente, los datos ya no se encuentran disponibles. Los autores pueden compartir la información recabada en diciembre de 2017 a quien lo solicite.

Las variables que fueron estimadas usando los datos de los censos económicos 2004, 2009 y 2014 (INEGI, 2017) fueron interpoladas linealmente para todos los años intermedios entre 2004 y 2009, así como entre 2009 y 2014. Para obtener cada una de las variables mencionadas, se hizo lo siguiente:

1. Los márgenes de ganancia se calculan como la razón de la diferencia entre ingresos y costos, dividida entre los costos. Los ingresos se obtuvieron de la variable total de ingresos. Los costos se obtuvieron sumando el total de gastos por consumo de bienes y servicios y el total de remuneraciones. Todos los datos se utilizaron deflactados usando el INPC.
2. El número de unidades económicas y el empleo a nivel municipal se obtuvieron de los censos económicos a nivel municipal.

Los datos de inversión en obra pública y los impuestos se obtuvieron del Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal (SEGOB, 2017). En el caso de los datos de inversión e impuestos se utilizan en sus valores deflactados usando el INPC (INEGI, 2016).

La Tabla 2 muestra los valores promedio para las variables utilizadas en la regresión. La inflación promedio observada durante el periodo es de 4.1%, el cambio poblacional promedio es de 5.9%, el cambio en la dispersión de precios es de un 2.5%, el cambio en el índice de desarrollo humano es del .1%, las importaciones observaron un crecimiento en promedio del 12%, mientras que las exportaciones observaron un crecimiento promedio del 20%, la obra pública a nivel municipal creció 4.7%, los impuestos municipales crecieron 5.8%, el empleo creó 1.3%, el número de unidades económicas creció 5% y el margen de ganancia aumento 1.1%.

**Tabla 2.** Valores promedio de variables utilizadas

Variable	Media	Desv. Stan
Inflación	4.1%	0.01
D. población	5.9%	0.7
D. dispersión	2.5%	0.2
D. idh	0.1%	0.1
D. importaciones	11.7%	22.8
D. exportaciones	20.4%	60.5
D. Inv. O. Pública	4.7%	14.4
D. impuesto	5.8%	18.7
D. empleo	1.3%	0.5
D. Unid_econ.	5.0%	0.1
D. Markup	1.1%	7.7
N	11715	

**Fuente:** Elaboración propia con a base a INEGI (2016, 2017), CONAPO (2017a, 2017b), SEGOB (2014, 2017).

### 3.3.3 Resultados del modelo de regresión lineal

La Tabla 3 presenta los resultados del modelo. El modelo muestra un ajuste muy limitado, pues puede representar al 3% de la variación. Otros métodos de estimación fueron probados que lograron mejores ajustes, sin embargo, los resultados principales del artículo no se ven modificados.

Dado que en este modelo puede existir causalidad a la inversa, los parámetros son interpretados como correlaciones parciales y no como efectos causales. A continuación mencionamos la relación de nuestros resultados con los reportados en la literatura.

Los resultados muestran que una mayor dispersión de precios guarda una relación positiva con la inflación. Esto confirma la correlación positiva entre estas variables que Benabou (1992) reporta para los E.E.U.U.

El número de unidades económicas observa una relación positiva con la inflación, este resultado va en contra de lo esperado por Whu & Zhang (2001) quienes calculan que la inflación debería reducir el número de unidades económicas. Este resultado podría estar relacionado con el hecho de que en México un mayor número de unidades económicas podrían estar indicando un mayor nivel de auto empleo, el cual podría aumentar si con la inflación se despiden personas de empleos formales.

Los resultados también muestran una relación positiva entre el número de empleos y la inflación. Este resultado puede entenderse como generado por un efecto de que en México el empleo puede incluir auto empleados que recurren a trabajar en respuesta al desempleo, o podría ser un indicio de la existencia de la curva de Phillips de corto plazo (Phillips, 1968).

Los resultados también muestran una relación positiva entre el nivel de margen de ganancias y la inflación. Este resultado daría validez a lo esperado por Tomassi (1994).

Estos resultados también podrían estar relacionados con el hecho de que los lugares más grandes económicamente son también los lugares para los que la inflación no se asigna, pues son las áreas metropolitanas, por lo que podría indicar la existencia de un sesgo de medición para los lugares pequeños.

Dado que el objetivo de esta metodología no es obtener las estimaciones causales de los distintos parámetros de la inflación sino generar la mejor predicción posible de los datos, no buscamos un mejor modelo econométricamente y procedemos a evaluar la capacidad predictora del modelo estimado.

---

**Tabla 3.** Modelo de Efectos Aleatorios para la Inflación (unidades logarítmicas) a nivel municipal, México, 2004-2014

Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente
Dispersión	0.011* (0.007)	Exportaciones	-0.001 (0.001)	Margen de ganancias	0.046*** (0.007)
Población	-0.006 (0.011)	Unid. económicas	0.188*** (0.017)	Empleos	0.010* (0.005)
Idh	-0.024 (0.052)	Impuestos	4.67E-04 (0.0012)	Constante	-1.11*** (0.23)
Importaciones	2.64E-04 (4.58E-04)	Inv. O. pública	-3.41E-04 (0.001)		
R <sup>2</sup> Total 3%					

Notas: Significativas al 10% \*, al 5% \*\*, al 1% \*\*\*

#### 4 Comparación de las tres metodologías

Para hacer la comparación entre las tres metodologías, procedemos a realizar una estimación del nivel de inflación que cada una de ellas predice para los municipios que no contaban con un INPC originalmente. Posteriormente, comparamos la media y la varianza de las observaciones estimadas.

La Tabla 4 pone de manifiesto que si comparamos entre medias, no hay diferencias entre ninguno de los métodos utilizados. Sin embargo, si utilizamos las varianzas, observamos que sí existen diferencias entre los tres métodos seleccionados, siendo menor la varianza observada para el método basado en el modelo empírico y siendo mayor la varianza observada para el método de asignación por distancia. Si el objetivo de realizar la estimación fuera simplemente realizar una estimación para el INPC, entonces podríamos decir que quizás la estimación basada en el método econométrico podría ser la mejor.

Sin embargo, si el objetivo de la estimación es generar una información de INPC que pueda ser utilizada en modelos económicos, entonces, puede ser que la variable con más varianza pudiera ser la más conveniente, en cuyo caso el modelo a utilizar sería la asignación por distancias o



método 2. Dado que en la Tabla 4 cada método utiliza mecanismos diferentes para generar una muestra completa, en realidad no estamos comparando que tan adecuada es cada una de las muestras para realizar un modelo econométrico.

<b>Tabla 4.</b> Comparación de inflación promedio estimada			
	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	
Método 1	0.04113	0.0089	
Método 2	0.04145	0.0109	
Método 3	0.04113	0.0010	
	Dif (1) y (2)	Dif (1) y (3)	Dif (2) y (3)
Media	No	No	No
Varianza	Sí	Sí	Sí

Para analizar lo anterior, decidimos comparar las estimaciones que las tres metodologías podían realizar para estimar el mismo modelo econométrico, usando el total de la muestra con todos los datos imputados usando las tres metodologías. Entonces, se estimó el mismo modelo econométrico y se procedió a analizar su capacidad de predicción de datos reales, particularmente de los tres últimos años de la muestra, 2012 a 2014, únicamente para los 473 municipios para los que se cuenta con datos directos. El cálculo de la distancia mínima para los 473 municipios indicados, se hace ocupando la fórmula de suma de cuadrados dada por:

$$Da = \sum_t \sum_i (\pi_{ati} - \hat{\pi}_{ati})^2 \quad (3)$$

Donde  $Da$  es la distancia estimada para la metodología (a);  $\pi_{ati}$  es la inflación observada mediante la metodología (a) para el año  $t$  y el municipio  $i$ ;  $\hat{\pi}_{ati}$  es la inflación estimada utilizando los datos de la metodología (a) para el año  $t$  y el municipio  $i$ .

**Tabla 5.** Modelos de efectos aleatorios para Inflación (unidades logarítmicas) a nivel municipal, México, 2004-2014

Asignación regional		Asignación por distancias		Asignación por modelo	
Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente
Dispersión	0.011* (0.007)	Dispersión	0.014* (0.008)	Dispersión	0.030** (0.012)
Población	-0.006 (0.011)	Población	-0.002 (0.012)	Población	0.002 (0.022)
Idh	-0.024 (0.052)	Idh	-0.12* (0.065)	Idh	-0.11 (0.16)
Importaciones	2.64E-04 (4.58E-04)	Importaciones	1.27E-04 (5.64E-04)	Importaciones	-0.002 (0.002)
Exportaciones	-0.001 (0.001)	Exportaciones	-5.39E-04 (0.001)	Exportaciones	-0.004 (0.002)
Unid. Econ.	0.188*** (0.017)	Unid. Econ.	0.18*** (0.024)	Unid. Econ.	0.28*** (0.057)
Inv. O. pública	-3.41E-04 (0.001)	Inv. O. pública	-3.85E-05 (0.001)	Inv. O. pública	-0.001 (0.003)
Impuestos	4.67E-04 (0.0012)	Impuestos	0.001 (0.003)	Impuestos	0.002 (0.006)
Margen	0.046*** (0.007)	Margen	0.47*** (0.11)	Margen	0.06** (0.024)
Empleos	0.01* (0.005)	Empleos	0.006*** (0.006)	Empleos	0.005 (0.014)
Constante	-1.11*** (0.23)	Constante	-1.04 (0.27)	Constante	0.26 (0.58)

Notas: Significativas al 10% \*, al 5% \*\*, al 1% \*\*\*

La Tabla 5 muestra los coeficientes estimados para cada una de las metodologías. En las tres estimaciones, la dispersión es estadísticamente significativa y positiva. Sólo en la estimación basada en la asignación por distancias el IDH es significativo. En las tres estimaciones las unidades económicas son estadísticamente significativas. En las tres estimaciones el margen de ganancias es estadísticamente significativo. Sólo en las estimaciones por asignación regional y por asignación por distancia es significativo el número de empleos. La constante solo es significativa en el modelo de asignación regional.

Estos resultados nos muestran que el modelo realizado por la asignación del modelo econométrico logra el menor número de coeficientes significativos. La Tabla 6 también nos muestra que los coeficientes basados en dichos datos son los que predicen peor los datos reales.

Los resultados también nos muestran que entre el modelo de asignación regional y el modelo de asignación por distancia hay dos diferencias: la primera es que el modelo por asignación de distancias tiene más coeficientes de variables significativas, pues logra tener cinco variables significativas versus cuatro variables significativas en el modelo de asignación regional; la segunda, es que el modelo por asignación regional tiene una constante que es significativa. La Tabla 6 muestra que la distancia menor a los datos reales es lograda por la metodología basada por la asignación regional.

**Tabla 6.** Resultados de las desviaciones de cada modelo con su valor predictivo.

<i>Método</i>	<i>Promedio (<math>\pi_{observada} - \pi_{estimada}</math>)<sup>2</sup></i>
Asignación regional	.18
Asignación por distancia	.19
Asignación por modelo empírico	.63

**Fuente:** Elaboración propia.

Es importante mencionar la lógica de la anterior prueba: al utilizar una mayor cantidad de datos es posible mejorar la estimación de los parámetros para pronosticar los datos de inflación a nivel local, reduciendo los posibles sesgos que existen al utilizar una muestra de menos municipios. Esta reducción en el sesgo se verifica al comparar las estimaciones de un modelo empírico contra los datos reales observados para tres años de la muestra.

## 5 Conclusiones

El presente artículo compara tres metodologías para estimar la inflación a nivel municipal. Esto es necesario pues hasta un 81% de los municipios del país no cuentan con una estimación para el nivel de precios a nivel local.

La primera metodología, consiste en asignar precios regionales a los municipios sin un índice de precios; la segunda, consiste en asignar precios en función de la distancia y la existencia de carreteras; la tercera consiste en utilizar un modelo econométrico para asignar los precios. Los resultados muestran que las tres metodologías asignan precios que, en promedio, son similares, sin embargo, se encontró que las tres metodologías generan una varianza diferente.

Finalmente, se analiza la efectividad de cada una de las metodologías para pronosticar resultados observados de precios para el 19% de los municipios que sí cuentan con un índice de precios. Los resultados muestran que el método de asignación regional de índices de precios reduce el sesgo entre las estimaciones pronosticadas y los datos observados, por lo que sería el mejor método a utilizar para estimar el INPC a nivel municipal.

## Referencias

- Barro, R. (2013). Inflation and Economic Growth. *Annals of Economics and Finance*, 85 - 109.
- Benabou, R. (1992). Inflation and Markups: Theories and Evidence from the Retail Trade Sector. *European Economic Review* 36: 566-574.
- Carballo, M. (2008). The determinants of relative price variability. *Cuadernos de Economía* Vol. 45, 235-255.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2018). *Portal de Geoinformación*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Congreso de la Unión (2020). Código Fiscal de la Federación. Disponible en:

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/8\\_110121.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/8_110121.pdf)

Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2018). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México*. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015>

Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2017a). Proyecciones de la población por Municipios y Localidades. Disponibles en:

[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos)

Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2017b). Datos abiertos del índice de marginación.

Disponible en:

[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion)

Cortés E., J., Murillo, J., & Ramos F., M. (2012). *Evidencia de los micro datos del INPC respecto al proceso de formación de precios*. Clasificación JEL: C40, D40, E31, Banco de México.

Deaton, A. (1997). *The analysis of household surveys: A microeconomic approach to development policy*. Baltimore and London: Published for the World Bank.

Diario Oficial de la Federación (DOF, 2018). Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Código Fiscal de la Federación. 12 /12/2011. Disponible en:

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5226398&fecha=12/12/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5226398&fecha=12/12/2011)

Diario Oficial de la Federación (DOF, 2008). Decreto por el que se expide la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. 16/04/2008. Disponible en:

- Duca, J. & VanHoose, D. (2000). Has Greater Competition Restrained U.S. Inflation? *Southern Economic Journal* 66 (3): 729-741.
- Friedman, M. (1968). The Role of Monetary Policy. *The American Economic Review* 58 (1): 1-17.
- Gwin, C. & Taylor, B. (2004). The role of search costs in determining the relationship between inflation and profits margins. *Journal of Money, Credit and Banking* 36 (1): 139-149.
- Gagnon, E. (2007). *Price Setting during Low and High Inflation: Evidence from México*. Federal Reserve Board, Working Paper 896.
- Hait, P., & Janský, P. (2014). *Inflation Differentials Among Czech Households*. Prague: Charles University, Working Paper No. 508.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI, 2013). Índice Nacional de Precios al Consumidor. Documento metodológico. Aguascalientes: INEGI. Disponible en [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/inpc/2010/doc/documento\\_metodologico\\_inpc.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/inpc/2010/doc/documento_metodologico_inpc.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI, 2016). Índice de Precios. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inp/Presentacion.aspx>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI, 2017). Censos Económicos. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx>
- Malik, A., & Temple, J. (2006). The Geographic of Output Volatility. *Journal of Development Economics*, 1-40.
- Phillips A. W. (1968). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861 - 1957. *The Review of Economics and Statistics* Vol, 50, No. 1, 60-67.

- Rossi, G. (2013). La volatilidad en mercados financieros y de commodities. Un repaso de sus causas y la evidencia reciente. *Invenio*, 16(30), 59-70.
- Sierra López, O. A., & Serrano Contreras, S. (2002). Patrones y hábitos de consumo en Baja California. *Comercio Exterior*, 52 (8), 701-708
- SEGOB (2014). Atlas de Complejidad Económica. Exportaciones, Importaciones e Indicadores de complejidad Nacional. 2004-2014. Consultado en Enero de 2017. Conjunto de datos. Obtenido de [http://catalogo.datos.gob.mx/dataset?organization=sat&q=exportaciones+de+municipios&sort=views\\_recent+desc](http://catalogo.datos.gob.mx/dataset?organization=sat&q=exportaciones+de+municipios&sort=views_recent+desc)
- SEGOB. (2017). Instituto Nacional para el federalismo y el desarrollo municipal. Consultado en abril de 2017. Obtenido del Sistema Nacional de Información Municipal: <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Tomassi (1994). The Consequences of Price Instability on Search Markets: Toward Understanding the Effects of Inflation. *American Economic Review*, 84(5), 1385 - 1396.
- Ysusi, C. (2010). *Comportamiento de los precios al consumidor en México bajo un esquema de objetivos de Inflación: Un enfoque usando micro datos*. Working paper Núm. 2010-09: Banco de México.
- Whu, Y. & Zhang, J. (2001). The Effects of Inflation on the Number of Firms and Firm Size. *Journal of Money, Credit and Banking* 33: 251-271.