

Metodología para la estimación de la pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal

2010, 2015 y 2020

Octubre 2022



Consejo Nacional de Evaluación
de la Política de Desarrollo Social

Directorio

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social

Consejo Académico

Armando Bartra Vergés

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

María del Rosario Cárdenas Elizalde

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Guillermo Miguel Cejudo Ramírez

Centro de Investigación y Docencia Económicas

Claudia Vanessa Maldonado Trujillo

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Salomón Nahmad Sittón

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores
en Antropología Social-Pacífico Sur

John Roberto Scott Andretta

Centro de Investigación y Docencia Económicas

Secretaría Ejecutiva

José Nabor Cruz Marcelo

Secretario Ejecutivo

Alida Marcela Gutiérrez Landeros

Coordinadora General de Análisis de la Pobreza

José Manuel Del Muro Guerrero

Coordinador General de Monitoreo, Entidades Federativas y
Fortalecimiento Institucional

Karina Barrios Sánchez

Coordinadora General de Evaluación

Daniel Gutiérrez Cruz

Coordinador General de Administración



Consejo Nacional de Evaluación
de la Política de Desarrollo Social

Equipo Técnico

Iván Orlando Hernández Martínez
Patricia Estrada Drouaillet
César Pineda Hernández
Carlos Enrique Vázquez Juárez
Víctor Ríos Ramírez
Luis Manuel Arreguín Toral
Flor Araceli Ruiz Peña
Orlando García Vega
Diana Zuleima Zaragoza Aguiña
Alma Nayeli Santos Coria
Raúl Alberto Dufoo Barrios
Joel Avila Lua
Jesus Emanuel Paredes Romero
Alida Marcela Gutiérrez Landeros

Contenido

Antecedentes	5
Medición de la pobreza en los municipios de México	6
Fuentes de información	6
Estimación de carencias.....	7
Estimación del ICTPC.....	7
Calibración.....	7
Error Cuadrático medio.....	8
Estimación de pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal 2010, 2015 y 2020	8
Error cuadrático medio por grupo poblacional.....	9
Precisión y redondeo en las estimaciones por grupo poblacional.....	11
Limitaciones y alcances.....	11
Referencias	12

Antecedentes

La Ley General de Desarrollo Social (LGDS), cuyo objetivo es garantizar el acceso de toda la población al desarrollo social, tiene como marco la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual establece los derechos humanos y su obligación de promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos. Así, de acuerdo con el artículo 81 de la LGDS, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) tiene por objeto normar y coordinar la evaluación de las políticas y programas de desarrollo social que ejecuten las dependencias públicas, y establecer los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de pobreza en México, garantizando la transparencia, objetividad y rigor técnico.

Además, de acuerdo con el artículo 36 de la LGDS, el CONEVAL deberá utilizar la información que genere el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la medición de la pobreza, tomando en consideración al menos los siguientes indicadores¹:

- Ingreso corriente per cápita
- Rezago educativo promedio en el hogar
- Acceso a los servicios de salud
- Acceso a la seguridad social
- Calidad y espacios de la vivienda
- Acceso a los servicios básicos en la vivienda
- Acceso a la alimentación
- Grado de cohesión social

Asimismo, el artículo 37 de la LGDS establece que la medición de pobreza que realice el CONEVAL deberá hacerse con una periodicidad mínima de cada dos años para cada entidad federativa y con información desagregada a nivel municipal o por demarcación territorial cada cinco años.

De esta forma, el CONEVAL, como el organismo del Estado mexicano encargado de establecer los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la pobreza, debe asegurar que, acorde con la Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México (MMMMP), se satisfagan algunos criterios como:

- Cumplir con los ordenamientos de la LGDS y las demás disposiciones normativas aplicables.
- Generar resultados que permitan identificar a la población en situación de pobreza.
- Realizar mediciones comparables a lo largo del tiempo.
- Ser aplicable a partir de la información que proporciona el INEGI.
- Brindar un marco analítico apropiado para analizar las carencias de la población e identificar las regiones y grupos sociales con mayores carencias.
- Ser desagregable para distintos grupos de la población.

¹ Se hace referencia al conjunto de indicadores que corresponden a los Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2010, mismos que establecen que con el fin de asegurar que las mediciones de pobreza efectuadas permitan ofrecer continuidad, es indispensable que los criterios metodológicos que la sustentan permanezcan inalterados. Por tal motivo, la medición de pobreza a nivel municipal contempla los indicadores referidos para la medición correspondiente a la década 2010-2020. Para más información puede consultar:

https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/med_pobreza/DiarioOficial/DOF_lineamientos_pobrezaCONEVAL_16062010.pdf

Con el objetivo de proveer información para orientar la toma de decisiones en materia de política de desarrollo social, a partir de los resultados de la medición de pobreza en los municipios de México (2010, 2015 y 2020) y bajo criterios técnico-estadísticos fue posible obtener estimaciones de pobreza por grupos poblacionales específicos.

Medición de la pobreza en los municipios de México

La medición de pobreza a escala municipal se publicó por primera vez en 2011 con datos correspondientes a 2010. Posteriormente, en 2017, se publicó la medición de la pobreza a nivel municipal con datos de 2015 y estuvo acompañada de una actualización de medición para 2010 en la que se incorporaron las adecuaciones metodológicas necesarias para contar con un proceso homólogo para ambos puntos temporales y que contemplara las mejores técnicas de estimación; esto con el objetivo de contar con datos estimados con la misma metodología y brindar estimaciones técnicamente sustentadas que apoyen a la toma de decisiones en materia de política para el desarrollo social. Con la publicación de la medición de la pobreza en los municipios de México, 2020, se tuvo una serie quinquenal comparable de una década 2010-2020.

Derivado de lo anterior, se ofrece continuidad y comparabilidad de las mediciones de pobreza a nivel municipal, donde, la metodología, las fuentes de información, los espacios analíticos, indicadores y umbrales considerados para las tres mediciones son conceptualmente los mismos y, por consiguiente, también la definición de una persona en situación de pobreza en términos del ingreso corriente total per cápita y las carencias sociales que presente.

La metodología empleada para la medición de pobreza en los municipios de México sentó las bases para realizar las estimaciones de pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal, ya que retoma la identificación de pobreza realizada por el CONEVAL, así como los principios estadísticos para cuantificar la precisión estadística de los indicadores.

Fuentes de información

Para la medición multidimensional de la pobreza a escala municipal, el CONEVAL utilizó como principales fuentes de información las encuestas en hogares que el INEGI genera; en particular: para 2010, el Módulo de Condiciones Socioeconómicas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (MCS-ENIGH) 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010; para 2015, el Modelo Estadístico 2015 para la Continuidad (MEC 2015) del MCS-ENIGH y la Encuesta Intercensal 2015; y para 2020, el Modelo Estadístico 2020 para la Continuidad (MEC 2020) del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

La primera correspondiente al MCS-ENIGH proporciona la información necesaria (indicadores de las seis carencias sociales y del ingreso) para identificar si una persona se encuentra en situación de pobreza o vulnerabilidad, sin embargo, la muestra fue diseñada para contar con representatividad nacional y por entidad federativa. La segunda, correspondiente a la muestra del censo o de la encuesta intercensal, es representativa a nivel municipal, aunque no contiene la información necesaria para estimar el ingreso de las personas o, si se encuentran en situación de carencia por acceso a la alimentación o a la seguridad social. Para resolver el problema de disponibilidad de

información, el CONEVAL estableció una metodología estadística² basada en la teoría de estimación en áreas pequeñas en la que se combinan las fuentes de información enunciadas, según año.

Estimación de carencias

Dado que la información censal no capta la totalidad de elementos necesarios para medir la carencia por acceso a la seguridad social y la carencia por acceso a la alimentación, ambos indicadores de carencia se estimaron a través de modelos de regresión logística con la información del MCS-ENIGH para 2010 y del MEC del MCS-ENIGH para 2015 y 2020, con lo cual, a través de un punto de corte para la probabilidad obtenida de cada modelo, se determinó si la persona tuvo o no la carencia; en cada modelo se creó un mecanismo de validación para tener una predicción confiable. Estos modelos se utilizan para realizar la predicción de la carencia correspondiente a cada observación de los instrumentos censales, es decir, con esta técnica de estimación se puede determinar si una persona (por grupo etario, sexo, grupo poblacional de interés) presentó o no la carencia.

Estimación del ICTPC

Una vez que se cuenta con la identificación de las personas que presentan o no alguna de las seis carencias utilizadas para la medición de pobreza, se continúa con el espacio de bienestar económico. De la misma manera, el Ingreso Corriente Total Per Cápita (ICTPC) también fue estimado en la información censal con modelos estadísticos de estimación en áreas pequeñas, específicamente con el modelo denominado *Mejor Predictor Empírico con Heterocedasticidad* (EBPH, por sus siglas en inglés), basado en la teoría de modelos lineales generalizados mixtos. Con este modelo, primero se obtuvo el ingreso a nivel hogar con la información de la muestra proveniente del MCS-ENIGH o MEC del MCS-ENIGH, según año.

Enseguida, de acuerdo con los principios del método Monte Carlo y con base en el modelo estimado, se crean simulaciones del ingreso para cada hogar censal a partir de la estimación inicial. Con esta estrategia se pudieron crear las funciones de bienestar económico que dependen del ingreso en la identificación de pobreza, es decir, para cada simulación se puede obtener los principales indicadores: pobreza, pobreza extrema y los relativos a línea de pobreza por ingresos y la línea de pobreza extrema por ingresos. Al contar con estos indicadores a nivel persona se tiene una aproximación de la media o porcentaje de población con incidencia en el municipio a través de una media ponderada (por el factor de expansión) de las simulaciones de cada función del ICTPC, creando así el mejor estimador empírico con heterocedasticidad del indicador.

Calibración

La metodología empleada para la medición de pobreza en los municipios de México consideró un proceso de calibración para garantizar la consistencia entre las estimaciones en las entidades federativas que se obtienen directamente con información del MCS-ENIGH y del MEC del MCS-ENIGH, así como las estimaciones de cada entidad federativa al agregar los resultados de las mediciones municipales; para esto, se empleó un ajuste o calibración a los factores de expansión. La calibración es un método numérico mediante el cual se busca un conjunto de nuevos ponderadores (pesos calibrados), que deben satisfacer ciertas condiciones como que las estimaciones y los totales

² Para más información consultar la *Metodología para la medición de la pobreza en los municipios de México, 2020*. Disponible en:
https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/2020/Metodologia_pobreza_municipal_2020.pdf

obtenidos con la información censal estén lo más cerca posible de las medias y totales de la información de la muestra, es decir, de la proveniente del MCS-ENIGH y del MEC- ENIGH.

En el caso de la estimación de pobreza por grupos poblacionales se utilizaron los resultados de esta calibración debido a que permiten mantener la consistencia de la situación de pobreza en la que se encuentran los grupos poblacionales al interior de los municipios, conforme a la precisión estadística de los indicadores.

Error Cuadrático medio

En la estimación del ingreso corriente total per cápita se busca reducir el Error Cuadrático Medio (ECM) asociado; sin embargo, al optar por estrategias que permiten explorar la distribución de la variable ingreso (simulaciones), la estimación del ECM también requiere considerar la forma en la que se generó esta información. Para contar con una mejor aproximación el ECM se optó por la implementación de un método tipo *Bootstrap* para cuantificar el error que se comete al estimar los indicadores de bienestar económico en la medición de pobreza a nivel municipal, y por consiguiente en la estimación de pobreza por grupos de población en la misma escala de análisis.

Estimación de pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal 2010, 2015 y 2020

La MMMP³ posibilita contar con información en materia de pobreza por grupos poblacionales específicos, ya sea por corte de edad, condiciones biológicas o por características sociodemográficas como ser población indígena o vivir en el ámbito urbano. Asimismo, los resultados de la medición de la pobreza municipal permiten el análisis de la situación de pobreza en estas poblaciones específicas, la identificación de patrones de distribución y otros elementos que evidencien, ayuden y mejoren a la planeación, diseño e implementación de la política pública orientada al desarrollo social del país.

La estimación de pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal 2010, 2015 y 2020 utiliza los resultados a nivel microdato de la medición de pobreza en los municipios de México que se encuentran públicos en la página electrónica del CONEVAL, es decir, retoma, según año:

- Programas de cálculo
 - Bases de datos de personas y viviendas (provistas por INEGI, procesadas por CONEVAL)
 - Estimación de las carencias asociadas a salud, vivienda y educación, por persona
 - Estimación de la carencia por acceso a la seguridad social, por persona
 - Estimación de la carencia por acceso a la alimentación, por persona
 - Estimación y simulaciones del ingreso corriente total per cápita, por persona
 - Identificación de la situación de pobreza a nivel persona, por simulación
 - Factores de expansión mediante calibración, por persona
- Resultados de la situación de pobreza a nivel área pequeña (municipio)
Insumos complementarios de la ejecución de algoritmos de cómputo al replicar la medición de pobreza a escala municipal

³ De acuerdo con los Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2010.

En este sentido, se puede identificar si las unidades de análisis (personas) pertenecen a un grupo de población o presentan características de interés (según la información disponible en las encuestas) para conocer la situación en la que se encuentran respecto a carencias sociales, bienestar económico y pobreza; no obstante, al ser una medida integrada por componentes que provienen de un proceso estadístico es fundamental valorar la confiabilidad de los indicadores. Por lo tanto, la estimación de pobreza por grupos poblacionales no se restringe a la identificación y medición de pobreza en los cortes analizados, sino que también considera la declaración y estimación de la precisión estadística de los indicadores de la medición multidimensional de la pobreza.

El CONEVAL adoptó como indicador de precisión estadística al coeficiente de variación (CV)⁴, mismo que, por definición, para su estimación tradicional requiere de la varianza del estimador y la media estimada de la variable de análisis. Para el caso de pobreza por grupos poblacionales, con el propósito de conocer la precisión estadística de las cifras que se presentan, se estimó el ECM, como mejor aproximación de la varianza del estimador.

Error cuadrático medio por grupo poblacional

La metodología para estimar el ECM en un grupo poblacional es similar a la utilizada en la medición de pobreza municipal de la década 2010-2020⁵ con algunas diferencias para contemplar la partición de la población cuando se determina un grupo poblacional y, en consecuencia, su complemento natural (aquellas personas que no tienen la característica de interés). En términos matemáticos, el ECM en el municipio i del grupo poblacional g , se define como:

$$ecm(\hat{\delta}_{i,g}^{EBP}) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \left(\hat{\delta}_{i,g}^{EBP,(b)} - \delta_{i,g}^{(b)} \right)^2$$

La disimilitud entre esta definición por grupo poblacional y por población general, para cada municipio, recae en que, en cada *Bootstrap*, la suma de las diferencias al cuadrado de las estimaciones se desagrega para el grupo poblacional de interés. Sin embargo, se conservan algunas condiciones de tamaño de datos que impactan en la capacidad y tiempo de procesamiento para obtener la estimación, producto del mismo proceso iterativo implementado. En la figura 1 se muestra el esquema del algoritmo.

⁴ Para más información, puede consultar: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Notas_pobreza_2020/Nota_precision_estadistica.pdf

⁵ Para más información, se sugiere consultar: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/Metodologia_municipal_2015.pdf

Iniciar con el método tipo Bootstrap. Se generan B poblaciones para cada municipio y obtener las estimaciones con el algoritmo del método EBPH. El procedimiento para cada municipio i, en cada Bootstrap b, es el siguiente:

1. Dado el modelo general obtenido con el método EBPH, se genera una variable de prueba Y_{ij} y un vector de perturbaciones γ_i y ε_{ij} para la muestra.
2. Se ajusta el modelo general con la variable de prueba y las perturbaciones con información de la muestra para obtener los estimadores de los parámetros, $\hat{\beta}$, $\hat{\sigma}_\gamma^2$, $\hat{\sigma}^2$, para cada hogar j, en el área pequeña i:

$$Y_{ij} = \mathbf{x}'_{ij}\beta + \gamma_i + \varepsilon_{ij}$$

3. Después se generan efectos aleatorios $\gamma_i^* \sim N(0, \hat{\sigma}_\gamma^2)$ de manera independiente a $\varepsilon_{ij}^* \sim N(0, \hat{\sigma}^2)$ en el modelo con información censal para crear una de las b poblaciones independientes e idénticamente distribuidas, como sigue:

$$Y_{ij}^* = \mathbf{x}'_{ij}\hat{\beta} + \gamma_i^* + \varepsilon_{ij}^*, \quad i = 1, \dots, M, \quad j = 1, \dots, N$$

4. Así, para esta población simulada con información censal, se puede calcular el valor poblacional $\delta_i^{*(b)}$ donde:

$$\delta_i^{*(b)} = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} \delta_{ij}^{*(b)}, \quad \delta_{ij}^{*(b)} = h(Y_{ij}^{*(b)}), \text{ función del ingreso}$$

5. A partir del modelo y usando el método Monte Carlo se pueden crear LB (l) simulaciones del ingreso en el Bootstrap b para crear al mejor estimador empírico con heterocedasticidad de $\delta_i^{*(b)}$, obteniendo:

$$\hat{\delta}_i^{EBP*(b)} = \frac{1}{LB} \sum_{l=1}^{LB} \delta_i^{*(l)(b)}, \quad \delta_i^{*(l)(b)} = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} \delta_{ij}^{*(l)(b)}$$

6. Con lo anterior se puede crear la diferencia al cuadrado entre los estimadores para cada Bootstrap b, creando así el ECM como:

$$ecm(\hat{\delta}_i^{EBP}) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \left(\hat{\delta}_i^{EBP*(b)} - \delta_i^{*(b)} \right)^2$$

Figura 1. Algoritmo iterativo del proceso de estimación del error cuadrático medio en la medición de pobreza por grupos poblacionales.

La implementación del algoritmo de estimación del ECM, para cada grupo poblacional, se realizó en R Core Team (lenguaje de programación estadística), sistema operativo Windows, con procesador de seis núcleos, 200 GB libres en disco duro y 32 GB en memoria RAM.

Precisión y redondeo en las estimaciones por grupo poblacional

Al obtener el ECM por municipio, así como la varianza en los indicadores de las carencias sociales, es posible contar con el CV como una medida de precisión en las estimaciones de los porcentajes de cada municipio. Se retoman los criterios de precisión estadística para los indicadores de la medición multidimensional de pobreza adoptados por CONEVAL para grupos poblacionales:

- La estimación es precisa si $CV \leq 15\%$, por lo que, la estimación puede ser considerada sin restricciones.
- La estimación es aceptable cuando $15\% < CV \leq 25\%$, por lo que, la estimación debe ser utilizada con precaución.
- La estimación no es precisa si $25\% < CV$, por lo que, se recomienda omitir su publicación y uso.

Es importante señalar que, cuando se presentan cifras, en términos porcentuales, iguales a 100%, técnicamente la estimación tendría precisión, sin embargo, es un llamado de prevención que estaría sujeto a la interpretación del usuario final con previo conocimiento del grupo poblacional e indicador que presenta estas características. Por otro lado, cuando el porcentaje es igual a cero, el CV quedaría indeterminado, por lo que, los datos fueron excluidos de cualquier tipo de análisis en la estimación de pobreza por grupos poblacionales a nivel municipal.

Los valores numéricos de los indicadores presentados pueden presentar variaciones basadas en el redondeo respecto a las poblaciones de las mediciones de pobreza a nivel municipal, al agregar a nivel municipio los totales de las estimaciones de cada grupo poblacional; esto obedece a que los factores de expansión se sujetaron a un proceso de calibración y la estimación de interés fue sobre la media (porcentaje) no para totales.

Limitaciones y alcances

Las estimaciones por grupos poblacionales permiten realizar análisis en tópicos de pobreza, a diferentes escalas y, además, por diferentes cortes sociodemográficos; sin embargo, existen algunas limitaciones que intervienen en la disponibilidad de información final confiable, relacionadas con la fuente de datos primaria y la metodología implementada, entre ellas destacan:

- La insuficiencia de muestra en cada grupo poblacional específico,
- La pérdida y reducción en el tamaño muestral,
- La disminución de precisión estadística por estimación, o
- La consistencia temporal de la precisión estadística.

La información que se presenta es producto de procesos técnicos en los que se consideraron factores para determinar la precisión y uso de las cifras, por lo que el CONEVAL recomienda utilizar la información conforme a lo señalado en el anexo estadístico y en la presente metodología, con la finalidad de utilizar información técnicamente robusta en la planeación, diseño e implementación de la política pública para la mejora de las condiciones de vida de la población.

Referencias

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2014). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México (2ª edición). México _____ (2018). Metodología para la medición de la pobreza en los municipios de México, 2015. México
- Demidenko, E. (2004). Mixed models: Theory and Applications. Hoboken, Nueva Jersey: Wiley & Sons.
- Deville, J. C. y Särndal, C. E. (1992). Calibration estimators in survey sampling. Journal of the American Statistical Association, vol. 87, núm. 418, pp. 376-382
- _____ (1993). Generalized raking procedures in survey sampling. Journal of the American Statistical Association, vol. 88, núm. 423, pp. 1013-1020
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (16 de junio de 2010). Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza. Recuperado el 28 de septiembre de 2021 de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5146940&fecha=16/06/2010
- Elbers, C., Lanjouw, J. O. y Lanjouw, P. (2002). "Micro-level Estimation of Welfare". Policy Research Working Paper 2911, The World Bank, Washington, DC.
- _____ (2003). Micro-level Estimation of Poverty and Inequality. Econometrica, Vol. 71, No. 1 (January, 2003), (pp. 355-364).
- FAO (2012). Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA): Manual de uso y aplicaciones. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3065s/i3065s.pdf>
- Faraway, J. J. (2006). Extending the linear model with R. Boca Raton, Florida.
- Ghosh, M., Natarajan, K., Stroud, T.W.F., y Carlin, B.P. (1998). Generalized Linear Models for Small Area Estimation. Journal of the American Statistical Association, 93. (pp. 273-281).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). Encuesta Intercensal 2015: síntesis metodológica y conceptual. México: INEGI, c2015.
- _____ (2021). Censo de Población y Vivienda 2020: diseño de la muestra censal. México: INEGI, c2021.
- _____ (2017a). Modelo estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, nota técnica. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/eash/2015/doc/nt1.pdf>
- _____ (28 de agosto de 2017b). Comunicado de prensa num. 392/17. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/enigh/enigh_08.pdf
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J, Neter, J. y Li, W. (2005). Applied linear statistical models. Nueva York: McGraw Hill Irwin, 5a ed.

- Molina, I., Nandram B y Rao, J. N. K. (2014). Small area estimation of general parameters with application to poverty indicators: a hierarchical Bayes approach. *The Annals of Applied Statistics*, 8 (2). (pp. 852-885).
- Rao, J.N.K y Molina, I. (2010). Small area estimation of poverty indicators. *The Canadian Journal of Statistics*, 38 (3), p. 369-385.
- ____ (2015). *Small area estimation*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 2ª ed.
- Vargas, Delfino, Pérez, Gonzalo, De la Vega, Jorge, Carmona, Christian, y Luján, Jesús (2011). *Metodologías de ajustes e imputación de indicadores de la pobreza por ingreso en áreas pequeñas. Calibración de Indicadores socioeconómicos*. México: El Colegio de México/CONEVAL.
- West, B. T., Welch, K. y Galecki, A. T (2015). *Linear mixed models: a practical guide using statistical software*. Boca Raton, FL.: CRC Press, 2ª ed.