

¿Presenta la pobreza en México una dinámica no lineal y caótica?

Does poverty in Mexico feature a non-linear, chaotic dynamic?

ANA GABRIELA LÓPEZ SÁNCHEZ*,  <https://orcid.org/0000-0002-0010-8041>
Instituto Politécnico Nacional, México, anaglopezsanchez@outlook.com

GENARO AGUILAR GUTIÉRREZ,  <https://orcid.org/0000-0003-1629-734X>
Instituto Politécnico Nacional, México, geaguilar@ipn.mx
*Autora de correspondencia

Abstract

This article analyzes the existence of chaotic behavior in income poverty in Mexico (1992-2020). Different statistical tests are applied in order to verify the presence of such behavior. The tests are for nonlinearity, random and irregular behavior, and high sensitivity to initial conditions. The results indicate that chaotic dynamics do not explain the behavior of poverty, but rather a linear behavior. Finally, an ordinary least squares regression is carried out to explain it; the independent variables are the proportion of workers relative to economic dependents, the adolescent fertility rate, the share of the primary sector and the Gini index.

Keywords: poverty, chaos, nonlinearity, linearity.

Resumen

Este artículo analiza la existencia de comportamiento caótico en la pobreza por ingresos en México (1992-2020). Se aplican diversas pruebas estadísticas para verificar la presencia del comportamiento. Las pruebas son de no linealidad, comportamiento aleatorio e irregular, y alta sensibilidad a condiciones iniciales. Los resultados indican que la dinámica caótica no explica el comportamiento de la pobreza, pero sí un comportamiento lineal. Finalmente, se desarrolla una regresión por mínimos cuadrados ordinarios que la explica; las variables independientes son proporción de trabajadores con respecto a los dependientes económicos, tasa de fertilidad adolescente y participación del sector primario, e índice de Gini.

Palabras clave: pobreza, caos, no linealidad, linealidad.

Recepción: 19 de septiembre de 2023 / Aceptación: 18 de abril de 2024 / Publicación: 5 de septiembre 2025



Esta obra está protegida bajo la
Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-Sin
Derivadas 4.0 Internacional



CÓMO CITAR: López Sánchez, Ana Gabriela y Aguilar Gutiérrez, Genaro (2025). ¿Presenta la pobreza en México una dinámica no lineal y caótica? *Economía, Sociedad y Territorio*, 25: e2261. <http://dx.doi.org/10.22136/est20252261>

Introducción

De acuerdo con la ciencia moderna, una descripción precisa de un fenómeno económico permite una comprensión más profunda y, por tanto, una mejor medición y predicción de su comportamiento futuro. Por lo anterior, es necesario desarrollar un modelo teóricamente coherente que represente de mejor manera la realidad. En este sentido, corresponde al investigador observar la realidad en busca de dinámicas complejas y a partir de ellas discernir fenómenos irregulares.

Los economistas han preferido por tradición los modelos lineales¹ para representar los mecanismos causales de los fenómenos naturales y económicos. Sin embargo, estos modelos no consideran fenómenos con un comportamiento no lineal² o con un movimiento caótico, lo que podría encontrarse en el comportamiento aparentemente aleatorio en un fenómeno social como la pobreza.

Otros autores como Faggini (2009), Vlad y Pascu (2007), Chaparro y Mangas (2015), entre otros, se han aventurado al estudio de la economía a través de modelos no lineales y caóticos, principalmente su discusión teórica y empírica, y han encontrado indicios de este comportamiento al estudiar diferentes fenómenos financieros y macroeconómicos, tales como la medición de la hiperinflación, desarrollo de modelos de crecimiento (caóticos), valuación de activos, modelos de capitales, entre otros. Sin embargo, la situación se vuelve más compleja al referirnos a temas sociales como la demografía, la desigualdad o el abordado en esta investigación: la pobreza por ingresos.

En este marco, el artículo pretende contribuir al estudio de fenómenos sociales desde una perspectiva caótica y discernir si la pobreza en México se explicaría a partir de un sistema no lineal y complejo con comportamiento errático, uno con movimiento caótico, que describa mejor sus causas, o bien uno lineal, como suele ser representado. En otras palabras, la hipótesis presentada es que la pobreza por ingresos en México refleja un comportamiento no lineal y caótico. De confirmarla, se podría asegurar la existencia de un mecanismo que genera pobreza perfectamente predecible de tipo no lineal y caótico con una alta sensibilidad a las condiciones iniciales de los

¹ Los modelos lineales son un método estadístico que utiliza una regresión lineal para predecir el efecto de una variable independiente en una dependiente.

² “La no linealidad implica la pérdida de la correlación de causalidad entre la perturbación y el efecto propagado en el tiempo” (Vlad y Pascu, 2007, p. 79).

agentes, las cuales tendrían una gran influencia en que una persona la padezca, entre otras implicaciones.

Si se encuentra un comportamiento caótico, se desarrollará un modelo que intentaremos reducir de un modelo específico de pobreza a uno con comportamiento no lineal, donde se especifiquen los mecanismos de causa y efecto entre las variables y, a su vez, reducir las relaciones entre ellos. Si no es factible confirmar la hipótesis referida, de igual forma se planteará un modelo que permita identificar los determinantes de pobreza con algunas variables económicas que reflejen la estructura económica prevaleciente y que permitan hallar una relación causa-efecto con nuestra variable de estudio. El planteamiento de un modelo pertinente es relevante en cualquier caso, ya que entender el comportamiento de la pobreza puede contribuir a una mejor comprensión que coadyuve al desarrollo de la política social.

1. Definición de *caos* y *pobreza*

La pobreza es un fenómeno complejo que puede medirse en una perspectiva multidimensional³ o según los ingresos. En este marco, se utilizará la perspectiva de ingresos, y se definirá *pobreza* como aquellos individuos cuyos ingresos están por debajo de un valor previamente establecido, al que llamaremos *línea de pobreza*. En general, la línea de pobreza se define por el ingreso necesario para comprar una determinada cantidad de alimentos, bienes y servicios básicos.

En este método el ingreso funciona como una medida del bienestar de las personas y también permite determinar el nivel de ingreso a partir del cual una persona se considera pobre, lo que facilita la comparación entre personas con diferentes características sociales y en diferentes momentos históricos. La relevancia de este enfoque radica en que el ingreso es la medida a través de la cual es posible observar la capacidad de los individuos para adquirir bienes y servicios.

El otro concepto, *caos*, se emplea para explicar un fenómeno aperiódico y aparentemente aleatorio. Según Iqbal *et al.* (2008, p. 7), el caos es un “comportamiento aperiódico a largo plazo en un sistema determinista que exhibe una dependencia sensible de las condiciones iniciales”. Dentro

³ Perspectiva multidimensional de la pobreza: incluye aquellas condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas y a su vez limitan sus derechos fundamentales, así como sus libertades, reduciendo la satisfacción de sus necesidades básicas (acceso a la alimentación, la salud, la educación, la seguridad social o una vivienda digna).

de este concepto el sistema caótico está determinado por ecuaciones que describen la aparente aleatoriedad en él y que está sujeto a tres condiciones: 1) comportamiento aperiódico, 2) determinista y 3) alta dependencia a las condiciones iniciales.

Strogatz (2018) indica que se entenderá por un *comportamiento aperiódico* aquel en el que existen trayectorias que no se establecen en puntos fijos, órbitas periódicas cuando $t \rightarrow \infty$. Por *determinista* se entiende a aquellos sistemas que no presentan parámetros aleatorios o ruidosos. Finalmente, *alta dependencia a las condiciones iniciales* implica que trayectorias cercanas se separan exponencialmente rápido.

Asumiremos que la pobreza es muy sensible a las condiciones iniciales y que pequeñas diferencias entre individuos tendrán un impacto diferente en ella. Lorenz en 1993 afirma que ligeras diferencias en las condiciones iniciales pueden tener condiciones finales⁴ significativamente diferentes —argumento que utilizamos para describir el efecto que presenta la pobreza—, pues ligeros cambios en las características socioeconómicas determinarían la probabilidad de que una persona sea pobre o no (Gleick 1987).

Los modelos caóticos muestran un comportamiento dinámico, es decir, el comportamiento del periodo presente está relacionado con el pasado, por lo que es posible predecir el comportamiento futuro de un fenómeno conociendo eventos previos. En la dinámica caótica la trayectoria posee dos características fundamentales: la inestabilidad local y la estabilidad global.

Las trayectorias en un sistema caótico divergen en un punto específico (el atractor), lo que causa la inestabilidad local del sistema en ese punto. Sin embargo, incluso si existen dos o más trayectorias diferentes, todas convergen hacia la estabilidad global (Faggini, 2009). El tipo específico de evento que desencadena un comportamiento caótico se denomina *periodo de duplicación*. El periodo de duplicación tiene la característica de evolucionar en dos, cuatro, ocho o 16 periodos y caer de forma abrupta en un comportamiento caótico; en funciones unimodales este valor se conoce como *número de Feigenbaum* (Vlad y Pascu, 2007).

⁴ Este fenómeno es la base de un famoso paradigma del caos, “el efecto mariposa”.

2. Pobreza en México (1992-2020)

Los microdatos utilizados se obtuvieron de la *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares* (ENIGH) para el periodo 1992 a 2020 (periodicidad bienal, excepto en 2005). Para el cálculo de la pobreza por ingresos, se aplicó el método de la línea de pobreza,⁵ mientras que la línea de pobreza empleada se obtuvo del Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social (Coneval), para el periodo de estudio (Coneval, 2023).

De acuerdo con Hoffman (2007), la proporción de pobres m (magnitud), ecuación 1, considera la población total n y el número de personas que viven en la pobreza p ; está determinada por:

$$m = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i \quad (1)$$

Tabla 1
Población en condición de pobreza por ingresos. Total nacional (1992-2020)

Año	Total nacional		Año	Total nacional	
	Población	Magnitud		Población	Magnitud
1992	9,485,916	10.92	2006	4,844,964	4.46
1994	5,972,623	6.65	2008	9,723,885	8.72
1996	16,300,411	17.58	2010	10,065,137	8.79
1998	15,255,073	16.02	2012	10,509,186	8.96
2000	9,695,501	9.86	2014	10,475,588	8.74
2002	6,301,138	6.25	2016	9,082,031	7.41
2004	6,812,802	6.62	2018	8,598,159	6.87
2005	6,900,328	6.64	2020	6,604,100	5.21

Fuente: elaboración propia con datos de las ENIGH (Inegi, 1992, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020) y Coneval (2023).

En la tabla 1 se visualiza el comportamiento de la magnitud de la pobreza por ingresos en México. Los años con mayor proporción de personas en condiciones sobre la proporción de pobres fueron 1996 y 1998 (17.58 y 16.02% respectivamente), mientras que los años con menores niveles de pobreza fueron

⁵ De acuerdo con el método de la línea de pobreza, se considerarán pobres aquellas personas que tengan un nivel de ingresos por debajo de la línea de pobreza, definida por el ingreso necesario para adquirir una determinada cantidad de alimentos (Hoffman *et al.*, 1998).

2006 (4.46%) y 2020 (5.21%). La pobreza tuvo un aumento alarmante de 2019 a 2020, ya que en tan solo un año aumentó un 15.6% hasta llegar a 60.16% en 2020 (Huesca *et al.*, 2021).

3. Caos y no linealidad en la pobreza

En los modelos tradicionales se utiliza la hipótesis de linealidad del modelo, donde dichas relaciones causa-efecto están relacionadas proporcionalmente (pequeños cambios en las variables generan pequeños efectos). De lo contrario, los modelos caóticos proponen una mayor complejidad de los fenómenos, puesto que establecen una causa-efecto no lineal (Wolfram, 2002). Este fenómeno más complejo podría presentar procesos circulares de causalidad (*feedbacks*)⁶ o existencia de retrasos en los procesos de interacción que no es posible medir con modelos lineales. En este caso se deben usar modelos no lineales, dado que este fenómeno es irregular y difícil de predecir.

Sin embargo, la no irregularidad no imposibilita su medición considerando que se logran describir patrones de comportamiento irregular dentro de una estructura global ordenada. Es decir, la hipótesis de esta investigación busca comprobar la existencia de un mecanismo generador de pobreza perfectamente predecible.

El primer paso es determinar si el modelo de pobreza presenta un comportamiento no lineal o caótico. Para ello se emplean algunos métodos como el estadístico Dickey-Fuller, que verifica la estacionariedad de la serie, la prueba de la dimensión de correlación, que permite medir el nivel de convergencia de todas las trayectorias existentes en el sistema hacia la estabilidad global, y las estadísticas del BDS, que ofrecen una prueba de la no linealidad del sistema (Faggini, 2009).

La complejidad del fenómeno es fundamental para determinar qué modelo lo describirá. Tradicionalmente, para medir la pobreza se ha recurrido a modelos estadísticos, y se han establecido relaciones causa-efecto simplificadas entre diferentes características sociales o económicas y su incidencia con la pobreza (Alkire *et al.*, 2015; Foster *et al.*, 2013; Muño y Lamparelli, 2021; Beccaria *et al.*, 2022). Suponemos que la pobreza presenta un comportamiento complejo cuando las variables pueden tener influencia en las suyas, pero ¿qué significa esta complejidad en el modelo? (Alkire *et al.*, 2015).

⁶ Fenómenos donde A es causa de B, que a su vez es causa del mismo fenómeno A. Fenómenos donde el evento A en el tiempo t es causado por dicho evento A, pero en momentos anteriores (A_{t-n}), y se generan procesos de retroalimentación.

En este caso esperamos que la pobreza presente un comportamiento dinámico y que la pobreza actual esté relacionada con periodos pasados, asimismo que pequeñas diferencias en las condiciones iniciales tengan una gran relevancia en el periodo final con retroalimentación positiva en el sentido de que las condiciones iniciales magnifiquen las desviaciones iniciales. Es innegable que al combinarse retroalimentaciones y retrasos se desencadenen comportamientos muy complejos y totalmente impredecibles en un sistema para alejarse del equilibrio.

4. La dinámica presente en la pobreza

Como se ha establecido, el objetivo de esta investigación es determinar si la pobreza presenta una dinámica caótica. En este apartado se realizarán diversas pruebas para esclarecerlo.

En la literatura específica del caos se han desarrollado diferentes métodos para determinar si una serie temporal presenta una dinámica caótica. Estos métodos permitirán discernir si existe un comportamiento irregular en la serie temporal, y si dicha irregularidad se debe a procesos caóticos o si procede de un simple proceso determinista (la trayectoria y evolución de la serie es ordenada, regular y perfectamente periódica), o bien si se trata de un comportamiento complejo, ya sea irregular o aperiódico (Wolfram, 2002; Diouf y Ndolane, 2020).

4.1. Total nacional

El primer paso consiste en verificar la no estacionariedad de la serie, para lo cual transformamos nuestra variable de estudio en un logaritmo natural con el fin de eliminar la inestabilidad de la varianza de la serie. También, permite interpretar el dato como la tasa de crecimiento considerando que por definición $\frac{d \ln y}{dt} = \frac{\frac{dy}{dt}}{y}$.

En la tabla 2 se registran los resultados obtenidos para el estadístico de Dickey Fuller, el cual resulta ser mayor en términos absolutos que los valores críticos en 1, 5 y 10%, o al observar la probabilidad del estadístico, que es menor a 0.05. Lo anterior permite rechazar la hipótesis de raíz unitaria e indicar la estacionariedad de la serie de tiempo.

Tabla 2
Prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller

	<i>LnPov</i> (primeras diferencias)		<i>LnPov</i> (segundas diferencias)	
	<i>Estadís. t</i>	<i>Prob.*</i>	<i>Estadís. t</i>	<i>Prob.*</i>
Estadístico Dickey-Fuller	-4.579	0.004	-4.079	0.011
1% level	-4.004		-4.122	
Valores críticos: 5% level	-3.099		-3.145	
10% level	-2.690		-2.714	

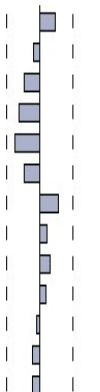
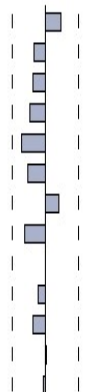
Fuente: elaboración propia con base en EViews (2020).

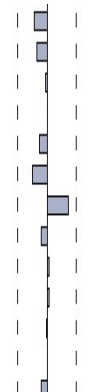
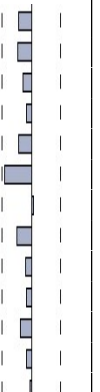
El correlograma analiza si existe dependencia temporal en la serie, es decir, si existen procesos de retroalimentación en el sistema dinámico, así como las variaciones de la serie temporal y su relación en diferentes momentos en el tiempo. La tabla 3 contiene el correlograma de pobreza; en este caso no se encuentra autocorrelación simple y parcial en la variable de estudio, en primera y segunda diferencia. La probabilidad del estadístico *Q* es superior a 0.05, lo que demuestra que la retroalimentación no depende del tiempo en la evolución de la serie.

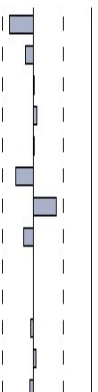
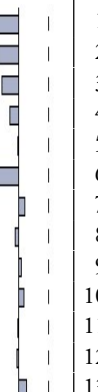
El siguiente paso es calcular el estadístico BDS para identificar si los residuos de las series temporales son independientes o si se distribuyen de forma idéntica. En la tabla 4 se resumen los resultados obtenidos y se muestra que la probabilidad del estadístico *z* es mayor a 0.05, de tal manera que se acepta la hipótesis nula: indica que la serie se distribuye de manera idéntica y, por tanto, la inexistencia de comportamiento caótico.

Al realizar las pruebas estadísticas mencionadas, se aprecia que la pobreza por ingreso en México es estacionaria y que no presenta dependencia temporal, así como la ausencia de autocorrelación. En este sentido, se concluye que la serie no registra un comportamiento no lineal y tampoco un comportamiento caótico, sino que se distribuye linealmente. En términos económicos, significa que la pobreza tiene mecanismos propulsores o generadores que son específicos del sistema económico y no exógenos a él.

Tabla 3
Correlograma de pobreza

<i>Variable LnPob nivel</i>					
<i>Autocorrelación</i>	<i>Correlación parcial</i>	<i>AC</i>	<i>PAC</i>	<i>Est-Q</i>	<i>Prob.</i>
		1 0.25	0.25	1.21	0.27
		2 -0.09	-0.17	1.39	0.50
		3 -0.23	-0.17	2.53	0.47
		4 -0.30	-0.24	4.74	0.32
		5 -0.37	-0.35	8.37	0.14
		6 -0.23	-0.26	9.82	0.13
		7 0.29	0.22	12.50	0.09
		8 0.11	-0.31	12.94	0.11
		9 0.16	0.01	13.96	0.12
		10 0.11	-0.10	14.48	0.15
		11 -0.04	-0.18	14.57	0.20
		12 -0.10	0.02	15.31	0.23
		13 -0.10	-0.03	16.31	0.23

<i>Variable LnPob (primeras diferencias)</i>					
<i>Autocorrelación</i>	<i>Correlación parcial</i>	<i>AC</i>	<i>PAC</i>	<i>Est-Q</i>	<i>Prob.</i>
		1 -0.23	-0.23	0.96	0.33
		2 -0.18	-0.25	1.61	0.45
		3 -0.03	-0.15	1.62	0.66
		4 0.01	-0.10	1.62	0.80
		5 -0.14	-0.23	2.09	0.84
		6 -0.26	-0.48	4.01	0.68
		7 0.39	0.03	8.92	0.26
		8 -0.10	-0.27	9.28	0.32
		9 0.04	-0.10	9.33	0.41
		10 0.05	-0.10	9.44	0.49
		11 -0.01	-0.19	9.45	0.58
		12 0.01	-0.08	9.47	0.66
		13 -0.10	-0.03	10.75	0.63

<i>Variable LnPob (segundas diferencias)</i>					
<i>Autocorrelación</i>	<i>Correlación parcial</i>	<i>AC</i>	<i>PAC</i>	<i>Est-Q</i>	<i>Prob.</i>
		1 -0.41	-0.41	2.95	0.09
		2 -0.14	-0.37	3.29	0.19
		3 0.02	-0.29	3.30	0.35
		4 0.08	-0.14	3.45	0.49
		5 0.03	-0.01	3.48	0.63
		6 -0.31	-0.40	6.14	0.41
		7 0.41	0.11	11.55	0.12
		8 -0.17	-0.06	12.56	0.13
		9 0.00	0.05	12.56	0.18
		10 0.01	0.09	12.56	0.25
		11 -0.04	-0.01	12.68	0.32
		12 0.06	-0.02	13.14	0.36
		13 -0.06	0.14	13.93	0.38

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos del Inegi (2022) y EViews (2020).

Tabla 4
Prueba BDS

<i>Dimensión</i>	<i>Estadís. BDS</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadís. z</i>	<i>Prob.</i>
2	0.0403	0.0234	1.7197	0.0855
3	0.0329	0.0288	1.1416	0.2536
4	0.0315	0.0267	1.1810	0.2376
5	0.0139	0.0217	0.6406	0.5218
6	0.0141	0.0164	0.8573	0.3913

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos del Inegi (2020b).

4.2. Regiones económicas

En el apartado anterior se observa que la variable pobreza nacional tiene un comportamiento lineal. En el que aquí corresponde, se lleva a cabo el mismo análisis en el comportamiento de la pobreza a través de regiones económicas con el fin de discernir si dicho fenómeno se manifiesta de la misma manera tanto a nivel nacional como regional. Derivado de este escenario, se utiliza la regionalización que sugiere Aguilar Gutiérrez (2000), que toma solo tres regiones: una de ingresos altos (Noreste), medios (Centro) y bajos (Sur).

Tabla 5
Pobreza en regiones económicas y total nacional. México (1992-2020)

<i>Año</i>	<i>Total nacional</i>		<i>Centro</i>		<i>Noreste</i>		<i>Sur</i>	
	<i>Personas</i>	<i>%</i>	<i>Personas</i>	<i>%</i>	<i>Personas</i>	<i>%</i>	<i>Personas</i>	<i>%</i>
1992	9,485,916.00	10.92	186,398.00	3.27	2,711,043.00	9.38	3,217,435.00	33.65
1994	5,972,623.00	6.65	116,490.00	1.96	1,752,987.00	5.87	1,947,326.00	19.82
1996	16,300,411.00	17.58	392,111.00	6.35	4,186,360.00	13.58	4,249,888.00	41.78
1998	15,255,073.00	16.02	342,385.00	5.37	4,937,308.00	15.56	4,316,778.00	41.47
2000	9,695,501.00	9.86	143,399.00	2.13	2,122,618.00	6.48	3,330,116.00	31.29
2002	6,301,138.00	6.25	41,011.00	0.59	1,464,012.00	4.34	2,030,586.00	18.71
2004	6,812,802.00	6.62	166,652.00	2.33	1,274,378.00	3.69	2,398,324.00	21.88
2005	6,900,328.00	6.64	60,193.00	0.83	1,818,283.00	5.22	2,095,137.00	19.02
2006	4,844,964.00	4.46	73,033.00	0.97	845,536.00	2.34	1,916,605.00	16.36
2008	9,723,885.00	8.72	218,504.00	2.79	2,224,600.00	6.00	3,317,145.00	27.70
2010	10,065,137.00	8.79	212,608.00	2.63	2,048,747.00	5.39	3,384,444.00	27.64
2012	10,509,186.00	8.96	323,538.00	3.90	2,384,866.00	6.14	3,309,809.00	26.47
2014	10,475,588.00	8.74	290,197.00	3.40	2,663,863.00	6.72	3,283,407.00	25.79
2016	9,082,031.00	7.41	221,476.00	2.53	1,861,778.00	4.60	3,453,772.00	26.62
2018	8,598,159.00	6.87	265,067.00	2.95	1,530,101.00	3.71	3,374,527.00	25.60
2020	6,604,100.00	5.21	214,404.00	2.28	1,695,960.00	4.06	2,308,468.00	17.34

Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2022) y EVIEWS (2020).

La tabla 5 concentra las personas en condición de pobreza en el total nacional, así como en las regiones económicas indicadas. La región Noreste, conformada por Nuevo León y Tamaulipas, representa los estados de altos ingresos. La región Centro incluye la Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala, estados cuyos ingresos son medios; Finalmente, la región Sur, compuesta por Chiapas, Guerrero y Oaxaca, exhibe el comportamiento de estados de bajos ingresos.

En tales regiones se llevarán a cabo las mismas pruebas realizadas sobre pobreza nacional, lo que permitirá discernir si el comportamiento lineal se da en diferentes regiones económicas con diferentes niveles de ingreso. Los resultados se condensan en la tabla 6:

Tabla 6
Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller. Regiones económicas

		<i>Centro</i>		<i>Noreste</i>		<i>Sur</i>	
		<i>Estadís. τ</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estadís. τ</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estadís. τ</i>	<i>Prob.</i>
<i>Estadístico</i>	<i>Dickey-Fuller</i>	-42.014	0.007	-40.857	0.009	-42.662	0.006
<i>Aumentada</i>							
	1% nivel	-40.044		-40.044		-40.044	
Valores	5% nivel	-30.989		-30.989		-30.989	
críticos	10% nivel	-26.904		-26.904		-2.69	

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos del Inegi (2022) y EViews (2020).

La tabla 6 registra los resultados obtenidos para el estadístico de Dickey-Fuller, en las tres regiones, el cual resulta ser mayor en términos absolutos que todos los valores críticos o al observar la probabilidad del estadístico, que es menor a 0.05. Esta probabilidad permite rechazar la hipótesis nula (raíz unitaria) y confirmar que la serie temporal es estacionaria.

Se aplicó el correlograma en las tres regiones para analizar si la serie presenta dependencia temporal. En la tabla 7 se aprecia que no existe autocorrelación parcial o simple en el gráfico, o bien a través de la probabilidad del estadístico Q , que es mayor a 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula de existencia de autocorrelación en primera y segunda diferencia. Este resultado demostró que no existen procesos de retroalimentación en el modelo económico implementado.

Por último, los resultados de las estadísticas de BDS para las regiones económicas se muestran en la tabla 8, los cuales prueban que las series están distribuidas de manera idéntica. En todos los casos la prueba BDS presentó una probabilidad del estadístico z superior a 0.05, lo que permite aceptar la hipótesis nula.

Tabla 7
Correlograma de pobreza. Regiones económicas

Centro													
Primeras diferencias						Segundas diferencias							
Autocorrelación	Correlación parcial		AC	PAC	Est-Q	Prob.	Autocorrelación	Correlación parcial	AC	PAC	Est-Q	Prob.	
		1	-0.18	-0.18	0.59	0.44			1	-0.39	-0.39	2.61	0.11
		2	-0.31	-0.35	2.47	0.29			2	-0.30	-0.53	4.25	0.12
		3	0.11	-0.04	2.71	0.44			3	0.21	-0.29	5.11	0.16
		4	0.00	-0.11	2.71	0.61			4	0.08	-0.16	5.25	0.26
		5	-0.22	-0.25	3.90	0.56			5	-0.14	-0.18	5.76	0.33
		6	-0.05	-0.25	3.98	0.68			6	0.02	-0.14	5.77	0.45
		7	0.03	-0.27	4.01	0.78			7	0.04	-0.17	5.82	0.56
		8	0.04	-0.21	4.06	0.85			8	-0.05	-0.23	5.92	0.66
		9	0.17	0.01	5.34	0.80			9	0.17	0.08	7.25	0.61
		10	-0.08	-0.18	5.68	0.84			10	-0.14	0.01	8.26	0.60
		11	-0.04	-0.16	5.79	0.89			11	-0.07	-0.02	8.66	0.65
		12	0.09	-0.13	6.54	0.89			12	0.15	0.05	11.05	0.52
Noreste													
Primeras diferencias						Segundas diferencias							
Autocorrelación	Correlación parcial		AC	PAC	Est-Q	Prob.	Autocorrelación	Correlación parcial	AC	PAC	Est-Q	Prob.	
		1	-0.14	-0.14	0.38	0.54			1	-0.34	-0.34	2.01	0.16
		2	-0.35	-0.38	2.83	0.24			2	-0.27	-0.44	3.40	0.18
		3	-0.02	-0.17	2.84	0.42			3	0.03	-0.36	3.42	0.33
		4	0.07	-0.13	2.94	0.57			4	0.17	-0.17	4.04	0.40
		5	-0.13	-0.26	3.38	0.64			5	-0.10	-0.25	4.31	0.51
		6	-0.07	-0.27	3.54	0.74			6	-0.07	-0.29	4.43	0.62
		7	0.14	-0.15	4.14	0.76			7	0.17	-0.09	5.38	0.61
		8	-0.08	-0.36	4.37	0.82			8	-0.17	-0.35	6.48	0.59
		9	0.18	-0.01	5.71	0.77			9	0.16	-0.06	7.55	0.58
		10	0.03	-0.14	5.74	0.84			10	0.02	0.04	7.58	0.67
		11	-0.15	-0.21	7.20	0.78			11	-0.14	-0.06	8.97	0.63
		12	0.01	-0.11	7.21	0.84			12	0.01	0.09	8.98	0.70
Sur													
Primeras diferencias						Segundas diferencias							
Autocorrelación	Correlación parcial		AC	PAC	Est-Q	Prob.	Autocorrelación	Correlación parcial	AC	PAC	Est-Q	Prob.	
		1	-0.16	-0.16	0.48	0.49			1	-0.31	-0.31	1.64	0.20
		2	-0.25	-0.29	1.73	0.42			2	-0.22	-0.35	2.57	0.28
		3	-0.06	-0.18	1.80	0.61			3	-0.03	-0.30	2.59	0.46
		4	0.09	-0.04	2.00	0.74			4	0.20	-0.02	3.47	0.48
		5	-0.22	-0.31	3.21	0.67			5	-0.12	-0.14	3.82	0.58
		6	-0.11	-0.29	3.54	0.74			6	-0.12	-0.22	4.22	0.65
		7	0.29	0.05	6.30	0.51			7	0.33	0.23	7.72	0.36
		8	-0.12	-0.28	6.82	0.56			8	-0.16	-0.04	8.63	0.38
		9	-0.06	-0.17	6.99	0.64			9	-0.09	0.00	8.96	0.44
		10	0.11	-0.08	7.58	0.67			10	0.01	0.03	8.97	0.54
		11	0.11	-0.10	8.36	0.68			11	0.08	-0.07	9.50	0.58
		12	-0.04	0.06	8.47	0.75			12	0.05	0.14	9.75	0.64

Fuente: elaboración del autor con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

Tabla 8
Prueba BDS. Regiones económicas

<i>Región</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Estadís. BDS</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadís. z</i>	<i>Prob.</i>
Centro					
	2	0.000	0.014	-0.007	0.995
	3	-0.001	0.023	-0.040	0.968
	4	0.036	0.029	1.246	0.213
	5	0.047	0.032	1.470	0.142
	6	0.035	0.033	1.054	0.292
Sur					
	2	-0.006	0.014	-0.459	0.646
	3	-0.023	0.023	-1.000	0.317
	4	-0.029	0.028	-1.017	0.309
	5	-0.002	0.031	-0.052	0.959
	6	0.008	0.031	0.252	0.801
Noreste					
	2	0.057	0.030	1.934	0.053
	3	0.079	0.050	1.594	0.111
	4	0.113	0.063	1.802	0.072
	5	0.100	0.070	1.437	0.151
	6	0.107	0.072	1.487	0.137

Fuente: elaboración del autor con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

Una vez hechas las pruebas estadísticas anteriores de pobreza por ingresos de México en tres de sus regiones económicas (todas ellas con diferentes condiciones de ingresos) y a nivel nacional, en el mismo periodo de estudio se pudo comprobar la existencia de un comportamiento lineal en la serie de tiempo (la serie es estacionaria, no presenta dependencia temporal, ausencia de autocorrelación y la serie se distribuye idénticamente en sus residuos). En virtud de lo anterior, no es posible elaborar un modelo caótico para su estudio, ya que no cumple con las características de un modelo con dinámica de este tipo.

5. El modelo lineal

Debido a que la serie de tiempo no presenta un comportamiento no lineal, es imposible aplicar un modelo caótico que explique la pobreza. No obstante, en esta sección se desarrolla un modelo lineal que permita explicar este fenómeno. La variable dependiente es la pobreza en términos logarítmicos

(LnPob), mientras que las variables independientes son proporción de trabajadores respecto de dependientes económicos (Proptrab), tasa de fertilidad adolescente (Fert_joven), sector primario (Primario) y el índice Gini (GINI) (World Bank, 2024). En la ecuación 2 se representa el modelo lineal donde las variables independientes muestran parte de la estructura del modelo económico prevaleciente y que la pobreza está determinada por ellas:

$$LnPob = \beta_0 + \beta_1 proptrab + \beta_2 fert_joven + \beta_3 primario + \beta_4 GINI \quad (2)$$

La primera variable explicativa mide la proporción de la población ocupada respecto de los dependientes económicos, considerada así por no estar en edad de trabajar o que ya no realiza actividades económicas (menores de 15 años y mayores de 65); se espera una relación negativa para esta variable.

La segunda variable, tasa de fertilidad adolescente, mide el número de nacimientos por cada 1000 mujeres de 15 a 19 años, se supone una relación positiva, ya que se espera que los aumentos en la fertilidad adolescente aumenten la magnitud de la pobreza.

La variable sector primario mide la participación de la población en el sector primario con respecto a la población total. Está compuesto por la agricultura, silvicultura y pesca, y se espera una relación positiva. Finalmente, el índice de Gini mide el grado de desigualdad de la población: a mayor número, mayor desigualdad; se espera una relación positiva con la pobreza.

La estimación del modelo anterior se realiza mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para obtener la que corresponde a los parámetros. De tal suerte, el modelo queda representado en la ecuación 3:

$$LnPob = 11.2008 - 0.3815 proptrab + 0.2357 fert_joven + 0.8701 prima + 0.1515 GINI \quad (3)$$

En la tabla 9 se muestran los resultados, así como la significancia de los parámetros y del modelo (la probabilidad del estadístico F es inferior a 0.05). Por otro lado, destaca que el R^2 es 0.84, lo que indica la bondad de ajuste del modelo y el estadístico de Durbin Watson es 2.23, indicio de no autocorrelación.

Tabla 9
MCO Pobreza

<i>Variable</i>	<i>Coef.</i>	<i>Estadís. t</i>	<i>Prob.</i>	<i>R²</i>	0.844
C	11.20080	6.70930	0.0000	Estadís. <i>F</i>	14.8529
Proptrab	-0.3815	-64.6330	0.0000	Prob. (estadís. <i>F</i>)	0.000
Fert_joven	0.2357	51.2600	0.0003	Durbin-Watson	2.2301
Primario	0.8701	66.9340	0.0000		
GINI	0.1515	29.1570	0.0140		

Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

La probabilidad del estadístico de Jarque-Bera permite verificar la distribución normal de la regresión, con un valor de 0.65, por lo tanto la hipótesis nula. Al realizar el correlograma de los residuos y los residuos al cuadrado no se detecta en el gráfico la presencia de autocorrelación simple o parcial, mientras que dicho diagnóstico se confirma al observar la probabilidad del estadístico *Q*, la cual es mayor a 0.05. Todos estos datos se encuentran en la tabla 10.

Tabla 10
Correlograma de residuos y residuos al cuadrado

Correlograma de residuos								Correlograma de residuos al cuadrado							
Autocorrelación	Correlación parcial	AC	PAC	Est-Q	Prob.	Autocorrelación	Correlación parcial	AC	PAC	Est-Q	Prob.				
		1	-0.13	-0.13	0.33	0.57			1	-0.27	-0.27	1.41	0.24		
		2	-0.30	-0.32	2.16	0.34			2	-0.01	-0.09	1.41	0.49		
		3	-0.06	-0.17	2.23	0.53			3	-0.23	-0.28	2.55	0.47		
		4	0.03	-0.13	2.25	0.69			4	0.07	-0.10	2.65	0.62		
		5	-0.11	-0.24	2.59	0.76			5	-0.08	-0.16	2.83	0.73		
		6	0.08	-0.06	2.75	0.84			6	0.16	0.03	3.55	0.74		
		7	0.12	0.00	3.19	0.87			7	-0.11	-0.10	3.92	0.79		
		8	-0.34	-0.42	7.42	0.49			8	0.07	-0.02	4.08	0.85		
		9	0.08	-0.10	7.67	0.57			9	-0.24	-0.25	6.49	0.69		
		10	0.20	-0.10	9.51	0.48			10	-0.01	-0.27	6.49	0.77		
		11	0.08	-0.01	9.84	0.55			11	0.14	-0.02	7.54	0.75		
		12	-0.17	-0.16	11.698	0.45			12	0.08	-0.06	8.03	0.78		

Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

Para verificar si la regresión lineal exhibió una correlación serial de orden 2, se aplicó la prueba LM de correlación serial de Breusch-Godfrey, en la cual se aceptó la hipótesis nula y donde no existe correlación de este tipo, ya que se presenta una probabilidad mayor a 0.05 (la tabla 11).

Asimismo, se realizó la prueba de White, donde la probabilidad es mayor que 0.05, lo que demuestra que no existe heterocedasticidad en el modelo. Por último, la gráfica 1 registra las pruebas de Cusum y Cusum al cuadrado y también la estabilidad del modelo estimado.

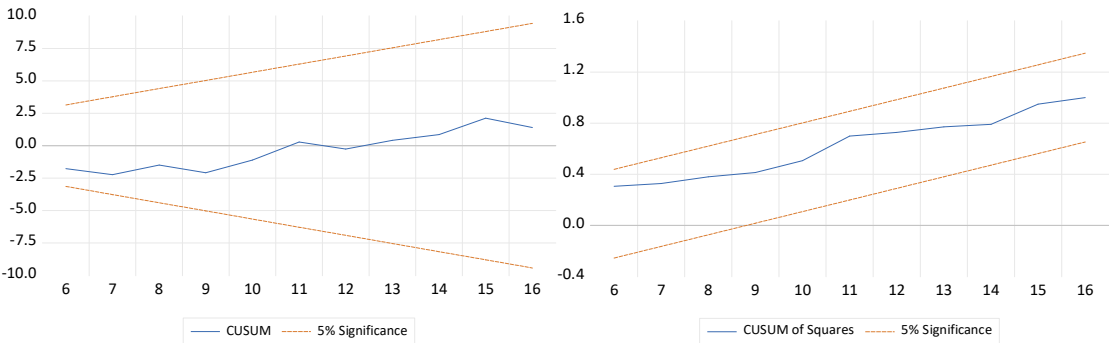
Tabla 11
Prueba LM de correlación serial de Breusch–Godfrey y prueba de White

<i>Correlación serial Breusch–Godfrey LM Test:</i>				<i>Prueba de heterocedasticidad: White</i>			
<i>Hipótesis nula: sin correlación serial hasta dos rezagos</i>				<i>Hipótesis nula: homocedasticidad</i>			
Estadís. <i>F</i>	0.71	Prob. <i>F</i> (2.9)	0.519	Estadís. <i>F</i>	0.395	Prob. <i>F</i> (14.1)	0.866
Obs* <i>R</i> ²	2.17	Prob. chi-cuadrada (2)	0.338	Obs* <i>R</i> ²	13.550	Prob. chi-cuadrada (14)	0.484
				<i>Scaled explained SS</i>	3.103	Prob. chi-cuadrada (14)	0.999

Fuente elaboración del autor con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

Si identificamos a las variables independientes como indicativos de la estructura económica de una región o en este caso del país, podremos indicar que la pobreza está determinada por los efectos estructurales del modelo económico imperante. Lo anterior coincide con lo que plantea Maddison (2001) y Kuznets (1955), quienes señalan que el comportamiento de los gobiernos nacionales y la política económica, social y de desarrollo, observado a través de los sectores preponderantes, la capacidad de innovación, los movimientos de capital, o bien la desigualdad económica, determinan la tasa de natalidad y el nivel de ingreso de su población, que a su vez será un factor clave para que exista o no pobreza en la población.

Grafico 1
Cusum y Cusum al cuadrado



Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2022) y EViews (2020).

Ahora que las pruebas estadísticas confirman la significancia del modelo, es posible interpretar los parámetros obtenidos en la ecuación 3. Con aumento en la proporción de trabajadores respecto de los dependientes económicos, la pobreza se reduce en un 0.38%, y al aumentar la fecundidad de la población entre 15 y 19 años la pobreza sufre un aumento del 0.23%; el sector primario tiene gran influencia en esta variable debido a que mientras mayor se desplaza la población hacia esta actividad económica, la variable aumenta en un 0.87%. Finalmente, ante aumentos en el índice Gini, que representa mayor desigualdad en el país, la variable pobreza también sufre aumentos del 0.15 por ciento.

Existe una inminente relación causa-efecto entre las variables independientes y la pobreza, pero no solo muestra el efecto directo que tienen sobre la variable de estudio, sino también la relación intrínseca entre el modelo económico imperante y la pobreza. Kuznets (1955) y Maddison (2001) indican que el ingreso nacional, la pobreza y otras variables económicas están determinados por los efectos estructurales del modelo económico predominante.

En el caso de esta investigación, las variables representan algunos datos estructurales dados por Kuznets (1955), por ejemplo que las relaciones de ingreso en la población se ven diferenciadas al tratarse de regiones urbanas o rurales, o bien economías preponderantemente pertenecientes al sector primario contra aquellas con alto grado de industrialización. En este sentido, los ingresos son menores, lo que explicaría que, de existir menores ingresos, la probabilidad de padecer pobreza se incrementa.

Las diferencias de ingresos entre países o regiones desarrolladas y subdesarrolladas hacen visibles las diversas estructuras seculares existentes entre los países, incluso en individuos pertenecientes a un mismo decil en dos regiones diferentes. Asimismo, es factible suponer que el grado de desigualdad que presenta un país constituye un indicador de la distribución del ingreso en la economía, que a su vez determinará la proporción de personas en condición de pobreza.

La variable proporción de trabajadores con respecto a los dependientes económicos (Proptrab) muestra la estructura imperante en las familias mexicanas en la que se pone de manifiesto la carga económica que registran los trabajadores de un hogar o familia mexicana. A menor cantidad de trabajadores en proporción con sus dependientes económicos, la probabilidad de padecer pobreza es mayor.

Para finalizar, la variable tasa de fertilidad adolescente que mide el número de nacimientos por cada 1000 mujeres de 15 a 19 años muestra otra parte de la estructura económica al suponer que población con una mayor tasa de nacimientos en adolescentes tiene dificultad en desempeñar actividades laborales, o bien en la continuación de estudios que les posibiliten mayores ingresos.

Conclusiones

Los modelos caóticos hacen posible la representación de fenómenos económicos con dinámicas no lineales, muy complejas y aperiódicas, donde la alta sensibilidad a las condiciones iniciales permite múltiples trayectorias en la evolución de dicho evento. Debido a que diferentes fenómenos económicos financieros y macroeconómicos han sido representados con este tipo de comportamiento, resulta importante indagar si un fenómeno social como la pobreza (en México) puede ser explicado por este tipo de modelos. Por tanto, estudiar la pobreza desde esta perspectiva resulta interesante.

En este trabajo se estableció el objetivo de conocer si la pobreza por ingresos en México para el periodo 1992-2020 tuvo un comportamiento no lineal y caótico, y, de estar presente esta dinámica, desarrollar un modelo que representara este complejo fenómeno. Se determinó como hipótesis la presencia de comportamiento no lineal; para verificarlo o descartarlo, se aplicó el estadístico Dickey-Fuller, la dimensión de Correlación y el estadístico BDS, que ofrecen una prueba de la no linealidad del sistema.

Al efectuar las pruebas mencionadas en el total nacional y en tres regiones económicas del país, una de ingresos altos (Noreste), medios (Centro) y bajos (Sur), no se encontró presencia de comportamiento no lineal o caótico en dicha variable, por lo que no es posible la elaboración de un modelo caótico. Sin embargo, se desarrolló un modelo lineal mediante mínimos cuadrados ordinarios que explicaría este fenómeno.

El modelo lineal estuvo representado por la pobreza como variable dependiente, mientras que las variables independientes son la proporción de trabajadores respecto de dependientes económicos (Proptrab), la tasa de fertilidad adolescente (Fert_joven), el sector primario (Primario) e índice de Gini (GINI), todas ellas variables estructurales indicativas del modelo económico.

A partir de las pruebas pertinentes al modelo, se determinó que está correctamente especificado, puesto que los resultados de los parámetros son estadísticamente significativos, ya que no hay presencia de autocorrelación y los residuos se distribuyen idénticamente. La relación con cada una de las variables explicativas es la siguiente:

- Existe una relación negativa entre la pobreza y la proporción de trabajadores respecto de los dependientes económicos (Proptrab), es decir, la pobreza se reduce en un 0.38%, mientras que al aumentar la fecundidad de la población entre 15 y 19 años la pobreza sufre un aumento del 0.23%; el sector primario tiene gran influencia en esta variable debido a que mientras mayor sea la participación de este sector en la economía (aumentando 1% su participación) la pobreza tiene aumentos del 0.87%. Finalmente, ante aumentos en el índice Gini que representa mayor desigualdad en el país, la variable pobreza también sube en un 0.15 por ciento.
- La pobreza no solo puede explicarse a partir de los efectos directos de determinadas variables independientes, sino también mediante un vínculo profundo con el modelo económico vigente. En este marco, la relación causal entre dichas variables y la pobreza reviste un carácter sistémico y estructural. Como se mencionó, autores como Kuznets (1955) y Maddison (2001) han señalado que tanto el ingreso nacional como la incidencia de la pobreza —así como otras variables económicas— están profundamente condicionados por la configuración y dinámica del régimen económico dominante.

Si bien no existieron indicios de que la pobreza manifestara comportamiento caótico, sí fue posible hallar una relación causa-efecto con otras variables económicas (siendo estas un indicativo de la estructura económica prevaleciente) a través de un comportamiento lineal. Aportando evidencia empírica del comportamiento lineal de la pobreza por ingresos en México, la información expuesta debe permitir una mejor comprensión de este fenómeno, donde diferentes variables económicas inciden de manera directa. Asimismo, sirve para el entendimiento y desarrollo de políticas sociales para su combate y las terribles consecuencias derivadas. Es innegable enfatizar que, al estar fuertemente relacionada la pobreza con características de la estructura económica, la política social debe encaminarse hacia reformas estructurales que ataquen las causas y ser complemento de políticas coyunturales que alivien no solo momentáneamente sino a largo plazo.

Agradecimientos

Esta investigación es resultado de los proyectos de investigación “Diferencias urbano-rurales en el desperdicio de alimentos y sus implicaciones en la Seguridad Alimentaria en México” (SIP 20251020) y “Agricultura familiar para el logro de la Soberanía y la Seguridad Alimentaria en México” (SIP 20251262). Ambos contaron con el apoyo de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional. Asimismo, se extiende un especial agradecimiento al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por el apoyo proporcionado para la realización de los estudios de doctorado de la autora Ana Gabriela López Sánchez.

Fuentes consultadas

- Aguilar Gutiérrez, Genaro (2000). *Desigualdad y pobreza en México, ¿son inevitables? (Inequality and poverty in Mexico, are they inevitable?)*. Miguel Ángel Porrúa.
- Alkire, Sabina; Foster, James; Suman, Seth; Santos, Maria Emma; Roche, Jose y Ballon, Paola (2015). Some regressions models for AF Measures. En José Antonio Ocampo (Ed.), *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis* (pp. 1-21). University of Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199689491.001.0001>
- Beccaria, Luis; Fernández, Ana Laura y Najera, Hector (2022). The use of the consensual approach for the improvement of existing multidimensional poverty data in Latin America: an illustration based on data from the City of Buenos Aires. *Journal of Poverty and Social Justice*, 31(1), 101-127. <https://doi.org/10.1332/175982721X16644668262304>
- Chaparro Guevara, Graciela y Mangas, Lorenzo Escot (2015). El control de sistemas dinámicos caóticos en economía: aplicación a un modelo de hiperinflación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 7 (1), 131-146. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2015.7.1.7>
- Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2023). *Medición de la pobreza. Evolución de las líneas de pobreza por ingresos*. Coneval. <https://bit.ly/3NtSg84>
- Diouf, Mamadou y Ndolane, Sene (2020). Analysis of the financial chaotic model with the fractional derivative operator. *Complexity*, 1. <https://doi.org/10.1155/2020/9845031>
- EViews (2020). *EViews 12 Student Version Lite*. <https://bit.ly/3v1uF8v>

- Faggini, Marisa (2009). Chaos and chaotic dynamics in economics. *Nonlinear Dynamics Psychology and Life Sciences*, 13(3), 327-340. <https://acortar.link/lQ6yJu>
- Foster, James; Suman, Seth; Lokshin, Michael y Sajaia, Zurab (2013). *A unified approach to measuring poverty and inequality. Theory and practice*. The World Bank.
- Gleick, James (1987). *Chaos. Making a new science*. Penguin Books and Harmondsworth.
- Hoffman, Rodolfo (2007). *Estatística para economistas*. Cengage Learning Nacional.
- Hoffman, Rodolfo; Camargo, Diego y Gonçalves de Jesús, Josimar (1998). *Distribuição de Renda: Medidas de Desigualdade, Pobreza, Concentração, Segregação e Polarização*. Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP).
- Huesca, Luis; Llamas Rembao, Linda Irene; Jara Tamayo, Holguer Xavier; Vargas-Tellez, César Octavio y Rodríguez Guerrero, David Arturo (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on poverty and inequality in Mexico. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 16(3), e633, 1-19. <https://doi.org/10.21919/remef.v16i3.633>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2022). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2020 Nueva serie*. Inegi. <https://bit.ly/4lFuDbT>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2020 Nueva serie*. Inegi. <https://bit.ly/3RM6jHB>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2018 Nueva serie*. Inegi. <https://bit.ly/41oiDlz>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2016 Nueva serie*. Inegi. <https://bit.ly/41p9CbO>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2014). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2014 Nueva serie*. Inegi. <https://bit.ly/3Rt3VF9>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2012). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2012 Nueva construcción*. Inegi. <https://bit.ly/3RruPgL>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2010 Nueva construcción*. Inegi. <https://bit.ly/3RKDGLP>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2008). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH). 2008 Nueva construcción*. Inegi. <https://bit.ly/3tkIL4g>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2006). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto*

- de los Hogares (ENIGH) 2006*. Inegi. <https://bit.ly/4aqzHeY>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2005). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2005*. Inegi. <https://bit.ly/47Y9se7>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2004). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2004*. Inegi. <https://bit.ly/47Z9B0Y>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2002). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2002*. Inegi. <https://bit.ly/3NvLRt1>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2000). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2000*. Inegi. <https://bit.ly/3RpPiCz>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (1998). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 1998*. Inegi. <https://bit.ly/47RP91T>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (1996). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 1996*. Inegi. <https://bit.ly/4812uVw>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (1992). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 1992*. Inegi. <https://bit.ly/3tptFdJ>
- Iqbal, Sajid; Qureshi, Suhail Aftab y Shafiq, Muhammad (2008). What is chaos? *The Pakistan Engineer. Journal of the Institution of Engineers, Pakistan*, 7-10. <https://acortar.link/dtw2VI>
- Kuznets, Simon (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1) 1-28. <https://bit.ly/4aiEPBL>
- Lorenz, Edward (1993). The Butterfly Effect. In *The Essence of Chaos Appendix 1* (pp. 184-187). UCL Press Limited. <https://bit.ly/48nVCBD>
- Maddison, Angus (2001). *The World Economy: A Millennial Perspective*. Development Centre Studies-OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264189980-en>
- Muiño, Delfina y Lamparelli, Carolina (2021). Endogenous food basket for CABA [Tesis de licenciatura, Universidad de San Andrés]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/10908/18740>
- Strogatz, Steven (2018). *Nonlinear dynamics and chaos. With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. Boca Raton.
- Vlad, Sorin y Pascu, Paul (2007). Chaos Models in Economics. *Journal of Applied Computer Science & Mathematics*, 2(1), 79-83.

Wolfram, Stephen (2002). *A new kind of science*. Wolfram Media. <https://acortar.link/g7aFdU>
World Bank (2024). *The World Bank Open Data Mexico*. World Bank Group.
<https://bit.ly/4cHYADK>

Reseñas curriculares

Ana Gabriela López Sánchez. Doctora y Maestra en Ciencias Económicas por la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, con especialidad en Desarrollo Económico. Actualmente, se desempeña como profesora-investigadora en la misma institución y como Jefa del Departamento de Investigación Económica en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía. Es miembro de la Red Latinoamericana de Expertos contra Pérdidas y Desperdicios de Alimentos de la FAO. Sus líneas de investigación incluyen el desarrollo económico, la pobreza multidimensional, la seguridad alimentaria y las pérdidas y desperdicios de alimentos. Ha participado en diversos proyectos de investigación dentro del Instituto Politécnico Nacional, entre los que destacan: *Trabajo y Seguridad Alimentaria en México* (2024) y *Desperdicio de alimentos durante la pandemia por Covid-19 en México* (2021). Complementa su formación académica con el curso internacional *Sustainable Food Systems, Resource Efficiency, Food Loss and Food Waste*, impartido por el Department of Food and Resource Economics de la Universidad de Copenhague y el Danida Fellowship Centre. Correo-e: anaglopezsanchez@outlook.com

Genaro Aguilar Gutiérrez. Doctor en Ciencias Económicas, graduado con mención honorífica, por la Universidad Estatal de Campinas de São Paulo, Brasil. Maestro en Economía por la Universidad Autónoma de México (UNAM) e Ingeniero Agrónomo especialista en Economía Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel II. Actualmente, es Coordinador de la Red Latinoamericana de Expertos contra Pérdidas y Desperdicios de Alimentos de la FAO y Profesor Titular C en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional. Entre sus últimas publicaciones destacan, como autor: *Crisis económica, hambre y desperdicio en México*. Miguel ángel Porrúa (2021); como coautor: Analysis of the regulations concerning circular economy and its relationship to the reduction of food loss and waste on an international level: A review. *Waste Management & Research*, 43(6), 897-910 (2025); Nuevo paradigma mediante la teoría del caos para comprender la evolución de las pandemias en la sociedad mexicana: ensayo aplicado a Covid-19. *Apuntes. Revista de Ciencias Sociales*, 52(98) (2025). Correo-e: geaguilar@ipn.mx