

# Hacia un índice difuso para la desigualdad. El caso de la agroindustria cañera en Jalisco, México (2000-2015)

Towards A Fuzzy Index for Inequality. The Case of The  
Sugarcane Agroindustry in Jalisco, Mexico  
(2000-2015)

CARLOS EMIGDIO QUINTERO CASTELLANOS\*

Fecha de recepción: enero 3 2023  
Fecha de aceptación: mayo 21 2023

## Resumen

El objetivo del trabajo es mostrar el aumento de la desigualdad municipal rural utilizando la *lógica difusa* para el estado de Jalisco, México, desde el año 2000 hasta 2015. Metodología: se desarrolló un índice difuso para medir la desigualdad municipal, teniendo en cuenta la actividad rural, tanto cañera como no cañera, el gasto público, el desempeño económico, la urbanización y el Índice de Gini. Resultados: el índice arrojó una tendencia de aumento en la desigualdad entre los municipios cañeros y no cañeros. Limitaciones: el estudio debe asegurar una relación conceptual clara entre la herramienta de análisis y la medición. Valor: El uso de la *lógica difusa* revela que el papel del estado mexicano ha sido importante en ello, y el índice propuesto resalta el patrón. Conclusiones: durante los primeros dieciséis años del siglo XXI, la desigualdad municipal y rural en los municipios cañeros y no cañeros de Jalisco aumentó.

---

\* Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Economía y Ciencias Políticas.  
Contacto: [Carlos.quintero@academico.udg.mx](mailto:Carlos.quintero@academico.udg.mx)

### Palabras clave

*Desigualdad municipal; lógica difusa; índice de desigualdad; desigualdad rural; azúcar (JEL) C43, D63, I32, O13, Q13.*

### Abstract

The objective of the paper is to show the increase in rural municipal inequality using fuzzy logic for the state of Jalisco, Mexico, from 2000 to 2015. Methodology: a fuzzy index was developed to measure municipal inequality, considering rural activity, both sugarcane and non-cane, public spending, economic performance, urbanization and the Gini Index. Results: the index showed a trend of increasing inequality between sugarcane and non-cane municipalities. Limitations: The study should ensure a clear conceptual relationship between the analysis tool and the measurement. Value: The use of fuzzy logic reveals that the role of the Mexican state has been important in this, and the proposed index highlights the pattern. Conclusions: during the first sixteen years of the 21st century, municipal and rural inequality in sugarcane and non-cane municipalities in Jalisco increased.

### Keywords

*Municipal Inequality; Fuzzy Logic; Inequality Index; Rural Inequality; Sugar (JEL) C43, D63, I32, O13, Q13.*

## Introducción

El objetivo de este trabajo es mostrar el cambio en la desigualdad en municipios cañeros del estado de Jalisco, México. Logramos esto al desarrollar y aplicar un sistema de análisis con conjuntos difusos en cuatro años: 2000, 2005, 2010 y 2015. Comparamos los resultados obtenidos a efecto de establecer una trayectoria de la desigualdad en función del cultivo en estudio. Este sistema de análisis se hace a través de un Índice Difuso de Desigualdad municipal (ÍDDM).

Con el ÍDDM afirmamos que, en el ámbito rural, la desigualdad entre municipios cañeros de Jalisco ha aumentado, tanto entre ellos mismos como en comparación con los municipios no cañeros.

El trabajo se divide en cinco partes. En la primera, la fundamentación teórica, explicamos qué es la *lógica difusa* y las teorías que respaldan el concepto de desigualdad. En la segunda parte, exponemos la metodología con la que se construyó el ÍDDM y se reportan las fuentes de información usadas. Después, damos los resultados del índice para el periodo y los conjuntos territoriales estudiados. Estos resultados se analizan en la discusión, donde exploramos las implicaciones de política pública y ventajas del índice. Finalmente, en las conclusiones, resumimos el trabajo realizado.

### **Fundamentación teórica. ¿Qué es la *lógica difusa*? ¿Para qué sirve?**

La lógica difusa (LD) es una herramienta de análisis que nos permite construir conocimiento sobre los objetos de la realidad, en su dimensión humana o física, a través de números y etiquetas lingüísticas sin suponer linealidad (Flores-Payán 2016: 302; Morales-Luna, 2002). Para explicar la LD, reconozcamos que, de manera intuitiva, definimos conjuntos más o menos nítidos entre los objetos y les damos un valor y una relación sistémica entre ellos. En un día de verano, agrupamos nuestras sensaciones y etiquetamos la fecha como: “Ese viernes hacía mucho calor”, lo que puede considerarse una etiqueta lingüística: una variable que se forma a partir de una apreciación borrosa de la realidad. La LD nos permite, a un nivel no trivial como en el ejemplo anterior, extraer información y conocimiento.

Zadeh (1965) propone la definición de conjunto difuso y deriva indicadores booleanos para su uso. El objetivo de Zadeh es presentar al análisis de LD como una alternativa en las disciplinas formales. Para Zadeh (1965: 339-43), un conjunto difuso es “una clase de objetos con un continuum de grados de membresía. Dicho conjunto se caracteriza por una función de membresía (característica) que asigna a cada objeto un grado de pertenencia que varía de cero a uno” (338). Un objeto puede pertenecer, en algún grado, a alguna clase.

En LD, las variables se conforman de palabras, a las que se les trata de etiquetas lingüísticas y que representan conjuntos difusos. Los valores de las variables son entonces expresiones que describen un estado, situación o gradiente del fenómeno a estudiar. Una variable lingüística tiene etiquetas lingüísticas definidas como conjuntos difusos. El autor profundiza en los conjuntos difusos verificando las reglas de la lógica booleana. Desde lo más sencillo, con un conjunto vacío cuando la función de membresía es igual a cero, hasta los más complejos: igualdad, contención, unión (como caso especial de la intersección) y, por último, complementación. De ahí sigue con operaciones algebraicas y la comprobación de convexidad de los conjuntos difusos.

Zadeh sintetiza las virtudes de su aporte de la siguiente manera: “A diferencia de los sistemas lógicos tradicionales, la LD está dirigida a proveer de un modelo para modos de razonamiento que son aproximados antes que exactos. En esta perspectiva, la importancia de la LD deriva del hecho de que casi todo el razonamiento humano —y especialmente el razonamiento de sentido común— es aproximado en su naturaleza” (1990: 95). Zadeh (2012) presenta cuatro rasgos de la LD:

- Los valores de verdad pueden etiquetarse borrosamente.
- Los cuantificadores vagos se aceptan para describir cantidades cardinales en conjuntos difusos.
- Al derivar en asignaciones de probabilidad, es una herramienta poderosa para la toma de decisiones.
- La LD aborda maneras de trabajar con coberturas (*hedges*), lo que puede asociar etiquetas lingüísticas.

Su aplicación sobrelleva tres ideas (Zadeh, 1973). En primera instancia, las etiquetas lingüísticas: una variable con valores expresados en frases, palabras o ideas. En segunda, hay una forma canónica: expresa una proposición del lenguaje como una restricción variable del lenguaje. La tercera y última ideas es que se trabaja con razonamiento de interpolación. El trabajo de inferencia parte de información imperfecta, se obtienen

resultados lógicos con los datos con que se cuenta. Así, se pueden hacer razonamientos aproximados cuando los sistemas estudiados no tienen conexiones causales claras en estados de naturaleza borrosos.

## **La LD en el análisis de la desigualdad**

El análisis de la desigualdad involucra factores monetarios y no monetarios. Los estudios en el tema han evolucionado del análisis dicotómico al no dicotómico. La contribución de Sen (1997; 1995) sobre la desigualdad económica o los trabajos de Mancini, Stewart y Brown (2008), dan cuenta de ello. Sin embargo, los límites y distancias entre categorías de pobreza y riqueza, es decir, de desigualdad, siguen tratándose como fronteras claras. La LD aligera este problema.

Quienes inician el análisis de la desigualdad con LD son Cerioli & Zani (1990). Subrayamos que no son los primeros autores que estudian la desigualdad, pero sí los primeros aplican la LD en el tema. Después de ellos, son Cheli & Lemmi (1995), perfeccionan el uso de la LD, permitiendo el análisis de la desigualdad y pobreza de forma difusa. Betti, Cheli, Lemmi & Verma (2006a: 2-6) observan que el desenvolvimiento toma dos direcciones. Una se expande en la dimensión tiempo, mientras que la otra capta la multidimensionalidad del fenómeno; ambas son difusas.

El trabajo de Cerioli & Zani (1990: 273) comienza por reconocer tres críticas a los estudios sobre desigualdad. Primero, la evaluación de ingresos, a nivel individual es imprecisa y, por ello, los índices pueden llevar a hallazgos incorrectos. Segundo, las mediciones, basadas en el ingreso, no captan la multidimensionalidad que la literatura reconoce en el fenómeno. Y, tercero, la distinción abrupta entre la pobreza y la no-pobreza que aparece en los índices no es realista. Una transición gradual entre ambas condiciones es más adecuada.

Giordani & Giorgi (2010: 590-92) sostiene que las mediciones dicotómicas de pobreza no captan las diversas dimensiones del fenómeno.

Los autores se suman a la crítica de quienes estudian la pobreza usando el instrumental de LD, pero llevan la exploración hacia la desigualdad. Para ello, utilizan los índices de Gini y Bonferroni.

Proponen el siguiente ejemplo (Giordani & Giorgi, 2010: 589): “supóngase que se trata con tres unidades tales que  $x_1 = x_p - \varepsilon$ ,  $x_2 = x_p + \varepsilon$  (Con  $\varepsilon > 0$ ), y  $x_3 \gg x_p$ . Siguiendo la aproximación clásica a la pobreza, podemos concluir que la primera unidad es pobre, mientras que las dos restantes son ricas. Sin embargo, esto contradice el sentido común”<sup>1</sup>. Al revisar el ejemplo con cuidado, los autores concluyen que la segunda unidad es rica, en algún grado, y sólo la tercera es rica. Esto indica que la delimitación de la desigualdad como un mero umbral puede mejorarse. Después de subrayar estas deficiencias, los autores ponderan la aplicación de la LD en la medición de la desigualdad. Desarrollan el instrumental para su procesamiento con el enfoque. Para su validación analizan la pobreza y desigualdad en la provincia de Parma, Italia. Concluyen con el esbozo de un índice difuso para medir el fenómeno.

Oyekale, Okunmadewa & Omonona (2009: 17-20) generan un índice difuso multivariable para analizar la pobreza multidimensional en la Nigeria rural. Este índice refleja carencias en ámbitos de salud, transporte, agua potable, alimentación y educación. En su trabajo se analizan zonas, entidades subnacionales y hogares rurales. Aquí es relevante indicar que, al estudiar la pobreza multidimensional en diversas escalas, proveen un estudio difuso en términos de desigualdad. El trabajo muestra la importancia para la aplicación de políticas para la reducción de la desigualdad en el medio rural.

Hasnaoui & Belhadj (2016: 21-22) proponen una variante de estos índices y los aplican a Túnez. Desagregan al país en siete regiones y describen los resultados para cada una. Si bien intentan definir un índice multidimensional, analizan el gasto por hogares en nueve rubros:

---

<sup>1</sup> Donde  $\varepsilon$ =Error y  $X_p$ = Línea de pobreza.

consumo, alimentación, alcohol y tabaco, vestido, vivienda y energía, muebles, salud, transporte, telecomunicaciones, entretenimiento, educación, hoteles y otros gastos.

Como generalidad, la literatura revisada en este apartado analiza la desigualdad transformando los valores reales en índices que van de 0 a 1, donde 0 es pobreza o desigualdad absoluta y 1 su contrario. La literatura rehúye de la lógica clásica, como la que indica un definido por un límite claro. El uso empírico de la LD, en el estudio de la pobreza y desigualdad, concluye en resultados que resuelven la vaguedad inherente a la realidad social. Kapuria (2018: 242) aborda la situación de Nueva Delhi, integrando la vulnerabilidad social, como la posibilidad de caer en la pobreza, con las capacidades y situación de pobreza. La LD es el puntal de su trabajo, y con él desmiente las mediciones previas; la pobreza y vulnerabilidad son mucho mayores que la que publicitan los gobiernos en esa ciudad.

## **La desigualdad y su explicación.**

### **Teorías: intervencionista y no intervencionista**

La medición de la desigualdad es una cuestión borrosa, a diferencia de lo que las mediciones previas indicaban. Antes, bastaba con contar una población, identificar una variable y ponderar las diferencias netas en dicha población en cuanto al comportamiento de esa variable, como el ingreso (Cortés & Rubalcava, 1984; Maasoumi, 1986: 506).

La justificación teórica de esta perspectiva parte del modelo de Kuznets (1955). Este modelo establece una relación en forma de U invertida entre crecimiento económico y distribución del ingreso. Según este modelo, a medida que aumenta el crecimiento económico, habrá una mejora en la distribución del ingreso (Sánchez Almanza, 2006: 13-14). La desigualdad aumentaría por un periodo de tiempo, pero llegaría a estabilizarse. Estas perspectivas asumen un cambio en el valor agregado de los sectores

económicos que, en última instancia, llevarían a un aumento en el Producto Interno Bruto (Syrquin, 2008).

La curva de Kuznets se validaba por un hecho estilizado, comprobable sólo para el caso occidental. Durante el proceso de transformación económica, donde la agricultura, en su momento, perdió peso relativo frente a la industria y los servicios, se observó un traslado de los costos de la industrialización al sector agrícola. Esto generó desigualdades entre lo urbano y lo rural, lo cual pudo ser medido de manera clara (Timmer, 2007; 1989). Sin embargo, esta perspectiva ha sido cuestionada por la literatura (McCulloch, 2010). Para solventar dicha falencia y para que la agricultura sea eficaz para la economía, se requiere de una mezcla variada de elementos. En los siguientes párrafos presentamos argumentos a favor de la naturaleza borrosa de la desigualdad, así como la de su multicausalidad, que justifica los dos ejes de análisis para el ÍDDM.

En primer lugar, Bowles (2011) sostiene que las fallas de mercado y de gobierno llevan a una mayor desigualdad, en especial las asociadas a la incertidumbre de las políticas de protección social. Además, los costos de la desigualdad refutan los argumentos en contra de introducir políticas para la reducción de la propia desigualdad. Berdegué & Schejtman (2007) afirman que la desigualdad en el mundo rural tiene causas que provienen de fuera de su sector, afincadas en lo dificultoso de cambiar la estructura de ingreso en América Latina. Consideran que las reglas de la toma de decisiones y de cooperación, pueden modificar, a nivel territorial, la estructura de ingresos (Schejtman & Berdegué, 2004).

Cortés & de Oliveira (2010, 14) reconocen, para el caso mexicano, “la importancia de los aspectos estructurales que generan y reproducen diferentes formas de inequidades, así como la manera en que las instituciones, las políticas públicas, la legislación y diferentes actores sociales influyen para romperlas o acentuarlas”. Reconocen explícitamente que la desigualdad no se debe a un único factor explicativo. Román & Valencia (2012) sostienen que, en América Latina, el combate a la

desigualdad se cimentó en la inversión en salud, educación, infraestructura y servicios básicos, así como en la modernización de las burocracias estatales y en políticas de transferencias directas.

Afirmamos que la teoría sustantiva define los sesgos que provoca la metodología, y que dicha metodología lleva a interpretaciones que no puede ser completamente objetivas (Chiappero-Martinetti & Von Jacobi, 2012; Stiglitz *et al.*, 2009: 11-17). Como respuesta a esto, la virtud de la LD y las teorías sustantivas declaradas, tanto las intervencionistas como las no intervencionistas, radica en que pueden complementarse y mejorar la medición de manera significativa.

### **Teorías no intervencionistas de la desigualdad**

La teoría neoclásica considera el crecimiento y la reducción de desigualdades como una cuestión axiomática (Green & Zinda, 2013). Timmer (2003: 6) afirma que a medida que la economía crece, se produce una reducción en la pobreza rural. Las regiones rurales identificarán un único camino al crecimiento, uno de modernización, en el que el proceso será gradual y armonioso, llegando a una situación de equilibrio.

Las teorías no intervencionistas del desarrollo regional rural son, por ello, de convergencia. De acuerdo con Moncayo Jiménez (2001; 2003: 59), los factores relevantes son el ahorro, la tasa de inversión y la razón que media entre capital y producto, función de la tecnología. Dado que la tecnología es exógena, manteniendo constante los demás factores, habría un proceso de convergencia en la productividad de los mismos factores, llevando naturalmente a un mismo nivel de crecimiento entre las distintas regiones. Es decir, la mano de obra se desplaza de las regiones más productivas a las menos productivas, donde, en las primeras, la introducción de la tecnología sustituye a esta mano de obra, mientras que, en las segundas, la mano de obra fuerza el crecimiento. A largo plazo, la tasa de acumulación de capital tiende a ser igual entre ambos tipos de regiones.

El modelo de convergencia para igualdad rural considera que el ingreso tiene una relación clara y positiva en el crecimiento. A medida que el agente capitalista, el productor, genera mayor ingreso, contratará más trabajo e invertirá más (Lewis, 1988: 28-29). El proceso de crecimiento se da a manera de “goteo” (*trickle-down*), donde el medio rural sirve instrumentalmente a la industrialización (Looney, 2012). En última instancia, se otorga un papel preponderante a la acumulación de capital a efecto de tener una distribución homogénea de la riqueza que reclama una gestión económica de tipo *laissez-faire* (Aghion & Bolton, 1997: 153-157).

### **Teorías intervencionistas de la desigualdad**

La base intelectual de la intervención pública reside en la teoría Keynesiana (Mogues, 2012: 4-11; King, 2012). Las teorías intervencionistas explican que el gasto e inversión pública tiene un efecto multiplicador en la economía y que incide positivamente en la generación de empleo (Cunningham, 2010). Al ejercer los recursos públicos, hacen que los agentes aumenten su ingreso, lo que los lleva a mayor consumo y, entonces, a una mayor demanda que incentiva la inversión.

Boussard (1992: 36-37) sintetiza los tipos de intervenciones públicas para el sector agrícola de la siguiente manera: proveer de instalaciones no mercadeables, proveer de bienes mercadeables justificados por la necesidad de propagar innovaciones, regulaciones y distorsiones de precios a través de subsidios y gravámenes, proveer de innovaciones institucionales, redistribución del ingreso, e intervenciones puramente macroeconómicas.

Para Rello & Saavedra (2012), desde principios de la década de 1990, las políticas rurales que han usado alguna mezcla de lo expuesto por Boussard han llevado a los siguientes resultados: la liberalización aumenta las desigualdades rurales a través de los mercados, las familias rurales se insertan en nuevas actividades económicas y diversifican sus fuentes de ingreso. Por último, los procesos de marginación inducidos por el

movimiento económico en su conjunto pueden llevar a menos fuentes de empleo, ingreso y opciones de salida.

Sin embargo, reconocen la disminución de la pobreza rural en México en los últimos años, pero la explican por factores distintos a la política neoliberal; aumento de ingresos no agrícolas, ingresos por remesas y transferencias públicas con la forma de programas sociales diversos. Este tipo de teorías consideran importante que el Estado provea activamente de ciertos bienes y servicios, fomente el consumo o que provea incentivos con los cuales los agentes económicos lleven a cabo actividades que de otra manera no harían.

El valor de la actividad económica privada y el de la actividad económica pública, o si se es más estrecho, la actividad económica gubernamental (Lane, 2000), tienen impactos en el desarrollo (Fonseca Hernández, 2009: 217-219; Gutiérrez Cruz, 2017: 147; Moreno-Brid & Ros, 2009).

Creemos que es posible concluir, a partir de las teorías sustantivas declaradas, la posibilidad de diferenciar el desempeño económico y desigualdad entre municipios, en función de las propias teorías. También es posible comparar estos resultados entre grupos distintos; aquellos en los que puede haber un buen desempeño del gasto público y aquellos en los que no. Esta estrategia se ha usado en la medición difusa entre grupos y dentro de grupos sociales con éxito (Civardi & Chiappero-Martinetti, 2008: 311).

## **Materiales y métodos**

Para explicar la desigualdad en los municipios cañeros, utilizamos cuatro ejes de análisis: el “gasto público rural en municipios”, “valor de la actividad económica en municipios”, “aglomeración espacial” y, por último, “desigualdad municipal”. El análisis de las cuatro variables lleva a una diferenciación entre los municipios rurales, cañeros y no cañeros, en

cuanto a la desigualdad derivada. La primera variable cubre las teorías intervencionistas, y la segunda, las no intervencionistas. La aglomeración espacial se usa para ponderar el grado de ruralidad en los municipios. La desigualdad municipal es la variable que diferencia a las unidades de análisis.

**Tabla 1. Dimensiones, ejes y variables para la construcción del Índice Difuso de Desigualdad en Municipios Cañeros.**

<b>Dimensión</b>	<b>Sub-eje</b>	<b>Variable</b>
Gasto público rural en municipios	Gasto público dirigido a la producción cañera	Sumatoria del presupuesto público ejercido para cada municipio
	Gasto público dirigido a la producción agrícola no-cañera	
	Gasto público en infraestructura	
	Gasto público educación, salud, vivienda y corriente	
Desempeño económico municipal	Producción agrícola cañera	Sumatoria de los valores por rubro para cada municipio
	Producción agrícola no cañera	
	Producción primaria no agrícola	
	Producción secundaria y terciaria	
Aglomeración espacial	Proxy de urbanización	Densidad poblacional en Hectáreas para cada municipio
Desigualdad Territorial	Desigualdad	Índice de Gini municipal

*Fuente: elaboración propia.*

El estudio analiza longitudinalmente las variables presentadas para evaluar el comportamiento del Índice Difuso de Desigualdad en Municipios. Se observaron los municipios que producen caña de azúcar en Jalisco para los años 2000, 2005, 2010 y 2015. Algunos municipios difícilmente pueden caracterizarse como municipios rurales, pero al contar con el cultivo durante el periodo, se obliga a incluirlos.

Para discriminar el efecto de la dinámica cañera en los municipios, se aplica el índice a los municipios que no cuentan con producción cañera. En estos casos, el tratamiento no contabilizó, naturalmente, los apoyos cañeros públicos y la actividad agrícola cañera. Al comparar los resultados del índice para los municipios cañeros y los municipios no cañeros se obtiene un patrón que ayuda a comprender el papel de la agroindustria cañera en la desigualdad.

### **La construcción del Índice Difuso de Desigualdad Municipal. El caso de la caña de azúcar en Jalisco, México**

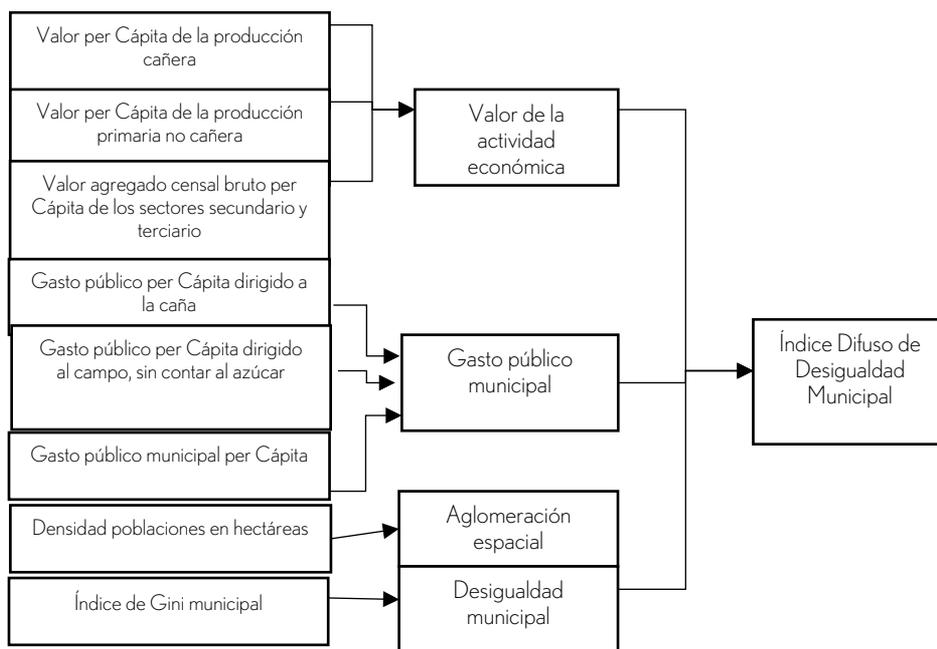
El instrumento de análisis con el cual se contrastan los datos no produce por sí mismo una medida de tendencia. Una regresión econométrica, por ejemplo, lleva a obtener un valor P, el cual es válido en la medida en que satisfaga pruebas de validez. Por encima de dicho valor, los resultados obtenidos tienen capacidad explicativa. Por debajo de dicho valor, no. El ÍDDM es una herramienta de análisis que ayuda a ordenar a los municipios, en lo que su nombre indica: la desigualdad. El ÍDDM arroja valores que van de 0 a 1, donde 0 es la desigualdad absoluta y 1 la igualdad absoluta. El valor resultante está ponderado en función de los ejes de análisis declarados. Al diseñar el sistema se integran estos ejes, con variables explicativas significativas en la desigualdad. A su vez, todos los valores están territorializados, usando como unidad de análisis el municipio.

Esto, en nuestra opinión, esto supera la mera ordenación de un indicador sintético, como es el Índice de Gini. Usar el ÍDDM fortalecerá nuestra comprensión de la desigualdad municipal. Tal como indican Betti, Gagliardi & Salvucci (2015: 116; 2006), al medir bajo LD la desigualdad y pobreza, es necesario construir funciones de membresía conjuntas. Sin ello, la medición no captura los gradientes de la situación de la unidad de análisis. En este caso, de la actividad económica, de la intervención pública

o de la desigualdad cañera en los municipios. Las metodologías borrosas requieren de tres etapas complementarias (Belhadj, 2011: 688): descriptiva, de agregación e inferencia. La descripción es cómo calificamos a los sujetos del universo de estudio, si tienen alguna cualidad o un grado en alguna dimensión digna de análisis. Aquí, el ÍDDM identifica la desigualdad entre municipios a lo largo del tiempo.

La tercera etapa, de inferencia, dirige a conclusiones lógicas. Las conclusiones lógicas se infieren por las reglas de asociación que se declaran en el estudio. Para que la inferencia sea correcta, esta se sostiene en las teorías sustantivas declaradas. Estas tres etapas se cumplen bajo la estrategia de investigación que se propone en la **Figura 1**.

**Figura 1. Diagrama de integración de ejes para la construcción del Índice Difuso de Desigualdad Territorial.**



Fuente: elaboración propia.

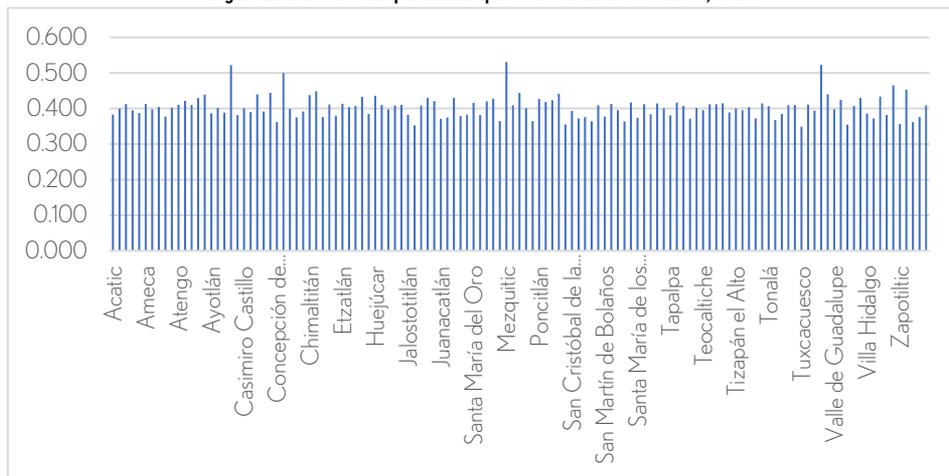
Para el análisis se depuraron diversas bases de datos, como censos y conteos de población, presupuestos federal, estatal y municipal, índices de Gini provistos por el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social, reportes de cultivo del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estos insumos se procesaron de tal manera que pudieran tratarse bajo análisis de LD. La construcción de índices compuestos se utiliza en diversos casos y con resultados robustos (Betti, Cheli, Lemmi & Verma, 2006: 19-20; Costa & Angelis, 2008: 12; Kim, 2015: 652-653; Pagliacci, 2017:168-169; Salas Durazo & Florez Payán, 2017: 72-75).

La LD es una serie de técnicas las cuales diferencian a las variables en rígidas (*crisp*) y difusas (*fuzzy*). Las primeras son variables las cuales pueden segmentarse fácilmente: negro o blanco, un peso o un millón. Mientras que las variables difusas presentan problemas para su categorización; alguien que mida un metro y ochenta es alto, pero ¿alguien que sólo alcanzó el metro con setenta y nueve centímetros no lo es? Si un país presenta un índice de Gini de 0.51 y otro de 0.49, ¿es correcto clasificar a uno como más desigual y al otro como más igual? Sí, pero ¿es válida una variación de 0.002 para emitir ese juicio?

El interés por construir un ÍDDM tiene que ver con las limitaciones inherentes a la información con que se cuenta. Los conjuntos de variables difícilmente pueden aceptarse como variables rígidas. Los modelos intervencionistas y no intervencionistas proveen información sustantiva que puede ayudar a clasificar y comprender mejor la desigualdad regional, pero no contamos con los datos suficientes ni en el nivel de agregación adecuado para la explicación de la desigualdad en términos espaciales (Kanbur & Venables, 2005).

Por ejemplo, CONEVAL calculó el Índice de Gini municipal para el año 2010. La **Figura 2** presenta algunos municipios de Jalisco con actividad cañera en su territorio.

Figura 2. Índice de Gini para municipios seleccionados de Jalisco, 2010.



Fuente: elaboración propia con base a Coneval (2020).

La desviación estándar de estos municipios es de 0.03. Es decir, presentan una homogeneidad muy alta entre ellos. Es necesario el utilizar herramientas de análisis que no tengan las limitaciones actuales. Una de las virtudes de la LD como herramienta de análisis es la capacidad de inferir conocimiento con poca información y alta incertidumbre (D’Negrio & De Vito, 2006). El proceso de análisis puede presentarse, como en la **Figura 3**, de la siguiente manera:

Figura 3. Modelo genérico de análisis con LD.



Fuente: elaboración propia.

El trabajo de análisis bajo LD requiere de dos elementos (Salas Durazo & Florez Payán, 2017): las funciones de pertenencia y las tablas de verdad. Los

resultados de los modelos de LD pueden emplearse satisfactoriamente para construir relaciones de pertenencia entre sí (Ragin, 2006).

Con base a las teorías sustantivas arriba expuestas, las intervencionistas y las no intervencionistas, se construyeron la tabla de verdad que se presenta en el tercer anexo. Cabe señalar que una de las grandes fortalezas de la LD es el uso de lingüísticas, expresiones las cuales apelan a la intuición que sale de la capacidad de quien analiza y de la teoría sustantiva en la que se fundamenta. En todos los componentes se asocia la desigualdad a nivel municipal con la variable explicativa necesaria. El ÍDDM usa cuatro dimensiones: el gasto público municipal, el valor de la actividad económica, la densidad de población en hectáreas y el Índice de Gini. Las diferencias entre las unidades de análisis, los municipios con actividad cañera y los que no tienen actividad ni gasto cañero, nos llevarán a comprender el peso ponderado de cada componente en la desigualdad municipal, la variable de salida del sistema de análisis.

Para este sistema de análisis difuso se utilizó el paquete de *software* Matlab 2017a. Como se dijo arriba, en el análisis de LD se recurre a variables lingüísticas. Estas variables establecen las relaciones que tendrán entre sí. Cuando se procesan en Matlab, estos criterios generan una superficie de combinaciones posibles (el resultado de combinaciones es 4.900). Los valores que genera el sistema de análisis difuso se interpretan de la siguiente manera: 1 es la igualdad absoluta y 0 la desigualdad absoluta.

## Resultados

### Municipios cañeros

Se analizó el comportamiento del Índice Difuso de Desigualdad Municipal en los municipios cañeros y no cañeros. Junto a esto, se pronosticó el valor resultante para el 2020 en ambos casos. Los resultados que se obtienen son menos favorables al tamizarlos con LD que si sólo usamos el Índice de Gini. La **Tabla 2** presenta las métricas de los municipios cañeros.

**Tabla 2(1). Índice Difuso de Desigualdad municipal aplicado a Municipios Cañeros en Jalisco, 2000-2020.**

<b>Nombre</b>	<b>año</b>				
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>*2020</b>
Acatlán de Juárez	0.2093	0.0934	0.1428	0.1533	0.1201
Ahualulco de Mercado	0.188	0.1093	0.0941	0.1249	0.078
Amatitán	0.3451	0.4003	0.2708	0.2323	0.1951
Ameca	0.1958	0.1101	0.0864	0.1125	0.0578
San Juanito de Escobedo	0.1759	0.0927	0.0888	0.1417	0.0981
El Arenal	0.0931	0.1507	0.0896	0.148	0.1463
Autlán de Navarro	0.1476	0.1257	0.1341	0.1387	0.132
Ayotlán	0.0897	0.0878	0.0939	0.0998	0.1019
Casimiro Castillo	0.0943	0.1354	0.1321	0.1318	0.1507
Zapotlán el Grande	0.225	0.1291	0.2274	0.2406	0.2418
Cocula	0.0892	0.0933	0.0869	0.1379	0.1368
Cuautitlán de García Barragán	0.1991	0.0842	0.0913	0.149	0.0951
Etzatlán	0.1688	0.4462	0.4282	0.4616	0.5913
El Grullo	0.0897	0.1536	0.1579	0.1486	0.1827
La Huerta	0.0914	0.1006	0.0942	0.1228	0.1242
El Limón	0.1668	0.0939	0.0868	0.1541	0.1141
Magdalena	0.092	0.0945	0.0921	0.0991	0.0992
Mazamitla	0.0928	0.0906	0.094	0.0888	0.0894
Pihuamo	0.1264	0.0876	0.0834	0.0864	0.0649
Villa Purificación	0.1688	0.0913	0.09	0.2076	0.1682
San Marcos	0.2489	0.094	0.0865	0.0907	0.0095
San Martín Hidalgo	0.2063	0.0934	0.0853	0.0867	0.0262

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 2(2). Índice Difuso de Desigualdad municipal aplicado a Municipios Cañeros en Jalisco, 2000-2020.**

<b>Nombre</b>	<b>año</b>				
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>*2020</b>
Gómez Farías	0.0822	0.0921	0.084	0.0859	0.0868
Sayula	0.0875	0.0939	0.0941	0.0911	0.0944
Tala	0.1737	0.0956	0.0925	0.0877	0.0471
Tamazula de Gordiano	0.1978	0.1226	0.1357	0.1288	0.0977
Tecalitlán	0.1135	0.0944	0.0944	0.0905	0.0809
Tequila	0.0926	0.2365	0.2656	0.3232	0.4097
Teuchitlán	0.1996	0.0836	0.1288	0.1205	0.0851
Tlajomulco de Zúñiga	0.0915	0.2224	0.2878	0.2218	0.32
Tonila	0.3105	0.1687	0.1639	0.1103	0.037
Tuxpan	0.318	0.0894	0.1037	0.1049	-0.0023
Villa Corona	0.1683	0.0899	0.1019	0.1024	0.0692
Zacoalco de Torres	0.1858	0.0855	0.0944	0.0888	0.0431
Zapopan	0.2035	0.5807	0.7501	0.5674	0.8407
Zapotiltic	0.5585	0.4845	0.4137	0.248	0.1756
Zapotitlán de Vadillo	0.0899	0.0869	0.0883	0.094	0.0932
Zapotlanejo	0.0883	0.1122	0.0868	0.1008	0.1001
Mínimo	0.0822	0.0836	0.0834	0.0859	-0.0023
Máximo	0.5585	0.5807	0.7501	0.5674	0.8407
Promedio	0.1701	0.1499	0.1532	0.1559	0.1474
Desviación Estándar	0.0939	0.1196	0.1303	0.1011	0.1575

*Fuente: elaboración propia.*

El ÍDDM aplicado a municipios cañeros provee de métricas que, al descomponer la relación entre las variables, dan cuenta de una desigualdad mayor a lo largo del tiempo. La diferencia entre los valores mínimos, con mayor desigualdad, y los valores máximos, con menor desigualdad, es de 0.5304 en promedio para los cuatro años.

### Municipios no cañeros <sup>2</sup>

Para el caso de los municipios no cañeros, el procesamiento de información no incluyó ni el gasto público dirigido a la agroindustria, ni el valor de la producción cañera. Los resultados del modelo de LD para este grupo de municipios se presentan en la **Tabla 3**:

**Tabla 3(1). Resultados del Índice Difuso de Desigualdad municipal en municipios no cañeros en Jalisco, 2000-2020.**

<i>nombre</i>	<i>año</i>				
	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020*</i>
Acatic	0.0892	0.0903	0.0925	0.0809	0.0826
Amacueca	0.0934	0.0937	0.0878	0.0863	0.0835
Arandas	0.1331	0.1255	0.0924	0.152	0.1317
Atemajac de Brizuela	0.0937	0.0877	0.0857	0.0864	0.0824
Atengo	0.326	0.376	0.2708	0.4485	0.4209
Atenguillo	0.0935	0.0955	0.0876	0.2421	0.2391
Atotonilco el Alto	0.0945	0.1262	0.1285	0.1352	0.1522
Atoyac	0.092	0.0908	0.0907	0.0945	0.0939
Ayutla	0.0913	0.0997	0.1733	0.093	0.134
La Barca	0.1481	0.1394	0.0882	0.1334	0.1035
Bolaños	0.0836	0.0836	0.0919	0.0844	0.0886
Cabo Corrientes	0.0911	0.0934	0.0918	0.3722	0.3725
Cihuatlán	0.0909	0.117	0.0855	0.1271	0.1244
Colotlán	0.0888	0.0911	0.0927	0.0914	0.0934
Concepción de Buenos Aires	0.0881	0.1017	0.0928	0.1921	0.1945
Cuautla	0.0876	0.0844	0.0836	0.0893	0.0873

*Fuente: elaboración propia*

<sup>2</sup> No se contabilizó al municipio de Guadalajara, por ser el único sin actividad agropecuaria en el Estado de Jalisco.

**Tabla 3(2). Resultados del Índice Difuso de Desigualdad municipal en municipios no cañeros en Jalisco, 2000-2020.**

<b>nombre</b>	<b>año</b>				
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020*</b>
Cuquío	0.0882	0.0984	0.0953	0.1057	0.1093
Chapala	0.0946	0.0876	0.0898	0.0813	0.0789
Chimaltitán	0.0907	0.0878	0.0855	0.0936	0.091
Chiquilistlán	0.0938	0.0877	0.0941	0.0944	0.0946
Degollado	0.0888	0.089	0.0922	0.0924	0.0941
Ejutla	0.0865	0.0929	0.1054	0.3383	0.3477
Encarnación de Díaz	0.1086	0.1078	0.1104	0.0971	0.098
Guachinango	0.0934	0.089	0.089	0.0937	0.0915
Hostotipaquillo	0.2321	0.2896	0.1442	0.196	0.1521
Huejúcar	0.0996	0.0998	0.093	0.0905	0.0872
Huejuquilla el Alto	0.0889	0.0851	0.0916	0.0903	0.0917
Ixtlahuacán de los Membrillos	0.1578	0.2513	0.2212	0.2506	0.2823
Ixtlahuacán del Río	0.0826	0.0865	0.0874	0.0907	0.0931
Jalostotitlán	0.205	0.1195	0.09	0.0919	0.0344
Jamay	0.1523	0.1386	0.1176	0.0915	0.0741
Jesús María	0.0941	0.0936	0.0944	0.1971	0.1972
Jilotlán de los Dolores	0.096	0.2559	0.2049	0.25	0.3044
Jocotepec	0.0927	0.0912	0.087	0.0927	0.0899
Juanacatlán	0.0917	0.0934	0.0935	0.0902	0.0911
Juchitlán	0.0898	0.0905	0.0988	0.1003	0.1048
Lagos de Moreno	0.0907	0.0894	0.1154	0.203	0.2153
Santa María del Oro	0.0845	0.1272	0.1476	0.3089	0.3405
La Manzanilla de la Paz	0.0917	0.0939	0.091	0.0952	0.0949
Mascota	0.0897	0.0933	0.0926	0.096	0.0975
Mexticacán	0.0846	0.0906	0.0845	0.0923	0.0922
Mezquitic	0.0889	0.0808	0.0806	0.0804	0.0762
Ocotlán	0.0872	0.187	0.1866	0.2903	0.34

*Fuente: elaboración propia.*

Tabla 3(3). Resultados del Índice Difuso de Desigualdad municipal en municipios no cañeros en Jalisco, 2000-2020.

nombre	año				
	2000	2005	2010	2015	2020*
Ojuelos de Jalisco	0.082	0.0883	0.0938	0.0907	0.0966
Poncitlán	0.0934	0.094	0.0903	0.1113	0.1098
Puerto Vallarta	0.1125	0.166	0.1453	0.1883	0.2047
Quitupan	0.0921	0.0942	0.0841	0.099	0.095
El Salto	0.4713	0.5065	0.5491	0.6057	0.6446
San Cristóbal de la Barranca	0.0935	0.0939	0.0924	0.0938	0.0933
San Diego de Alejandría	0.0845	0.0925	0.0902	0.0949	0.0978
San Juan de los Lagos	0.0845	0.0943	0.0873	0.089	0.0904
San Julián	0.0938	0.086	0.0935	0.0851	0.085
San Martín de Bolaños	0.087	0.0916	0.0918	0.2563	0.2587
San Miguel el Alto	0.216	0.1457	0.0918	0.0914	0.0293
San Sebastián del Oeste	0.0937	0.0942	0.0889	0.0838	0.0814
Santa María de los Ángeles	0.0864	0.088	0.0926	0.0814	0.0845
Talpa de Allende	0.0894	0.0905	0.094	0.0941	0.0964
Tapalpa	0.092	0.089	0.091	0.1064	0.1059
Tecolotlán	0.0956	0.098	0.0899	0.1023	0.0995
Techaluta de Montenegro	0.093	0.0923	0.0935	0.1056	0.1059
Tenamaxtlán	0.0917	0.1913	0.2126	0.2107	0.2712
Teocaltiche	0.1142	0.0876	0.0878	0.0886	0.0754
Teocuitatlán de Corona	0.0859	0.1048	0.1071	0.1381	0.1487
Tepatitlán de Morelos	0.2042	0.1272	0.1295	0.1321	0.0948
Tizapán el Alto	0.0862	0.093	0.0932	0.0879	0.0914
Tlaquepaque	0.2535	0.3984	0.4291	0.3703	0.4581
Tolimán	0.0806	0.0883	0.0941	0.0868	0.0936
Tomatlán	0.0938	0.0861	0.0896	0.212	0.2099
Tonalá	0.0889	0.087	0.1219	0.1614	0.1779
Tonaya	0.2355	0.2057	0.1346	0.246	0.1956

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3(4). Resultados del Índice Difuso de Desigualdad municipal en municipios no cañeros en Jalisco, 2000-2020.**

<i>nombre</i>	<i>año</i>				
	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020*</i>
Totatiche	0.0898	0.0843	0.0816	0.0911	0.087
Tototlán	0.1791	0.1223	0.0843	0.1202	0.0728
Tuxcacuesco	0.3863	0.2883	0.159	0.2234	0.1098
Tuxcueca	0.093	0.0898	0.0895	0.1052	0.1035
Unión de San Antonio	0.0884	0.0911	0.0817	0.096	0.0927
Unión de Tula	0.0863	0.0896	0.1008	0.0919	0.0992
Valle de Guadalupe	0.0935	0.0885	0.0892	0.0917	0.0896
Valle de Juárez	0.0937	0.0881	0.094	0.0911	0.0913
San Gabriel	0.0905	0.0938	0.0921	0.4673	0.4681
Villa Guerrero	0.0879	0.0914	0.0875	0.0882	0.088
Villa Hidalgo	0.0874	0.0906	0.0888	0.0944	0.0951
Cañadas de Obregón	0.0935	0.0849	0.0926	0.1901	0.1897
Yahualica de González Gallo	0.0942	0.0941	0.0933	0.094	0.0936
Zapotlán del Rey	0.09	0.0898	0.1634	0.1041	0.1408
Mínimo	0.0806	0.0836	0.0816	0.0809	0.0293
Máximo	0.4713	0.5065	0.5491	0.6057	0.6446
Promedio	0.1155	0.1214	0.1156	0.148	0.1472
Desv Estándar	0.0667	0.0743	0.0689	0.0998	0.1082

*Fuente: elaboración propia.*

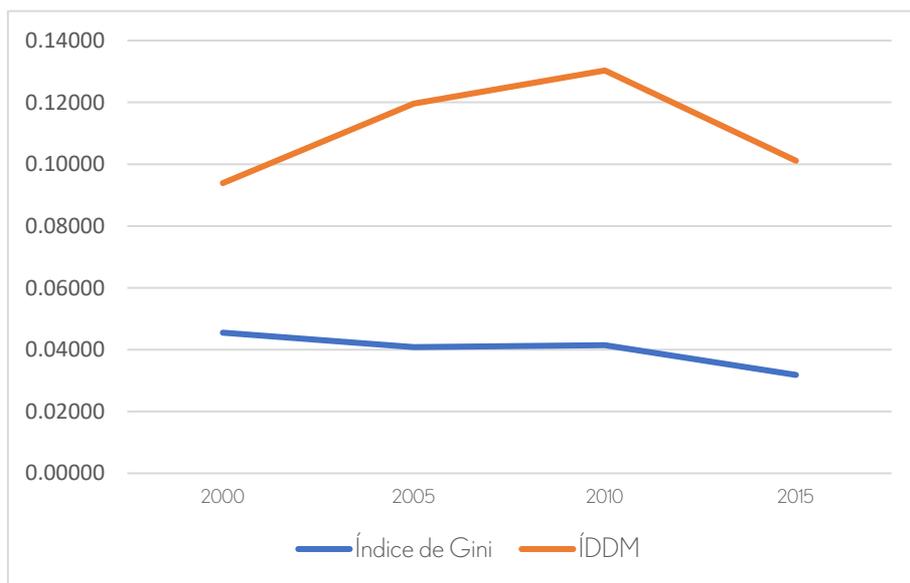
## Discusión

145

Los resultados de los conjuntos difusos en el análisis de la desigualdad municipal rural tienen ventajas respecto a otras herramientas cuantitativas de efecto neto. En primer lugar, las diferencias entre los municipios son mucho más claras; la LD permite ordenar a las entidades territoriales con mayor certeza en función del criterio en estudio, la desigualdad. En segundo lugar, el ÍDDM es una herramienta transparente en los resultados que se obtienen; no disimulan la realidad en los municipios. Durante el periodo de estudio, la desigualdad se va agravando. No oculta la situación de desigualdad que hay en el campo Jalisciense.

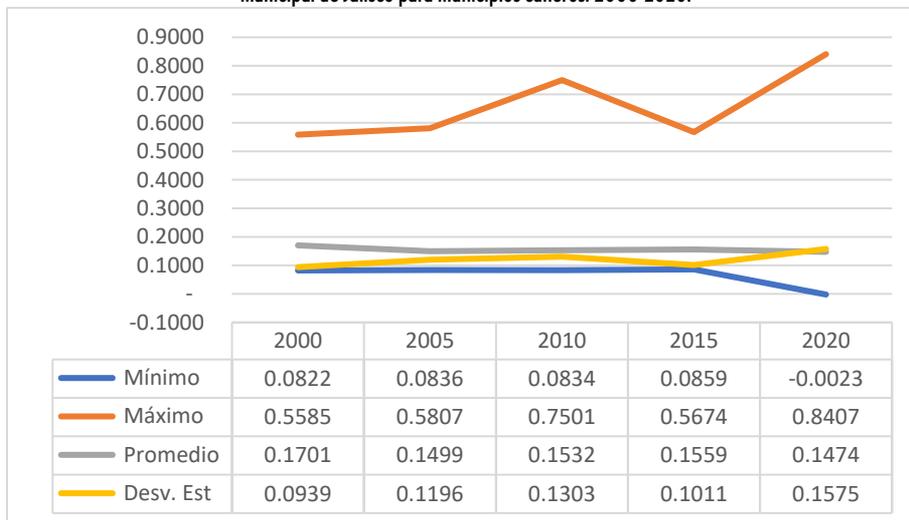
El primer resultado del análisis es reconocer que, en los municipios cañeros, la desigualdad aumentó. Esto se debe a que, evidentemente, el ingreso ha disminuido diferenciadamente, mientras que otras variables significativas como la urbanización, el gasto público y la actividad económica han cambiado. Esto, empero, debe comprenderse como algo borroso. Lo que nos lleva a la segunda observación relevante: que la desviación estándar para el ÍDDM y el índice de Gini son muy diferentes; la del ÍDDM es mucho mayor que la de Gini. La descomposición difusa de las variables y su procesamiento dan cuenta de una trayectoria también diferente a la que proporciona el simple Índice de Gini, la divergencia entre municipios aumenta a lo largo del tiempo, no disminuye. Las diferencias aparecen en la **Figura 4**.

Figura 4. Desviación estándar por año para el Índice de Gini y el Índice Difuso de Desigualdad municipal en Jalisco para municipios cañeros. 2000 al 2015.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Estadísticos para el Índice Difuso de Desigualdad municipal de Jalisco para municipios cañeros. 2000-2020.

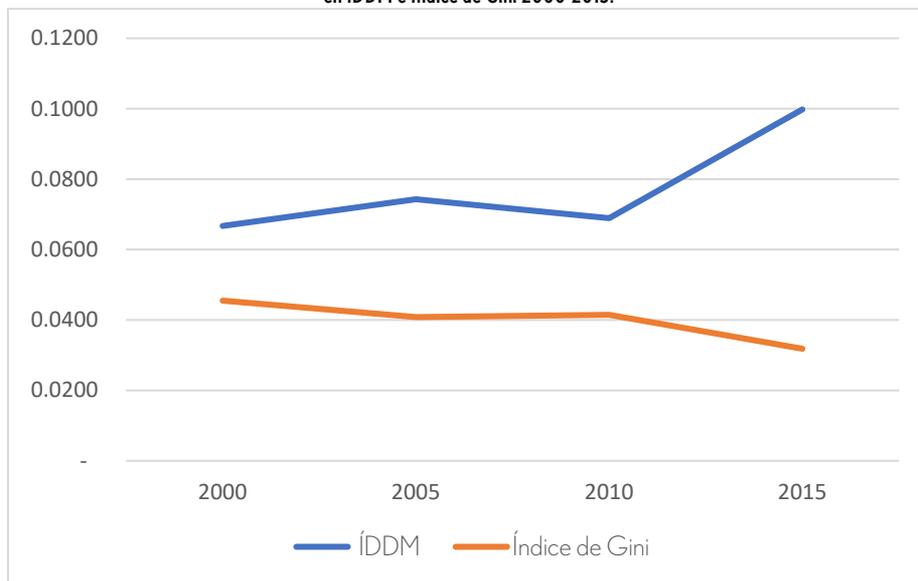


Fuente: elaboración propia. \*Estimados para el 2020

Esto demuestra que el ÍDDM tiene mayor capacidad para captar información y discriminarla. Así, se demuestra la fuerza del instrumento de análisis. Hay una mayor sensibilidad a las diferencias entre los municipios tomando en cuenta variables que inciden en la misma desigualdad. El gasto público, la actividad económica y la urbanización, en su *proxy* de densidad poblacional, explican la tendencia a una menor desigualdad para el periodo de estudio con mayores diferencias entre sí; la polarización del campo cañero. La **Figura 5** muestra esta tendencia.

Por su parte, al comparar la desviación estándar del Índice Difuso de Desigualdad Municipal y del Índice de Gini para los municipios no cañeros, también se encuentra una mayor dispersión de los datos desde el ÍDDM. Esto aparece en la **Figura 6**.

Figura 6. Desviación Estándar para Municipios No Cañeros en ÍDDM e Índice de Gini 2000-2015.



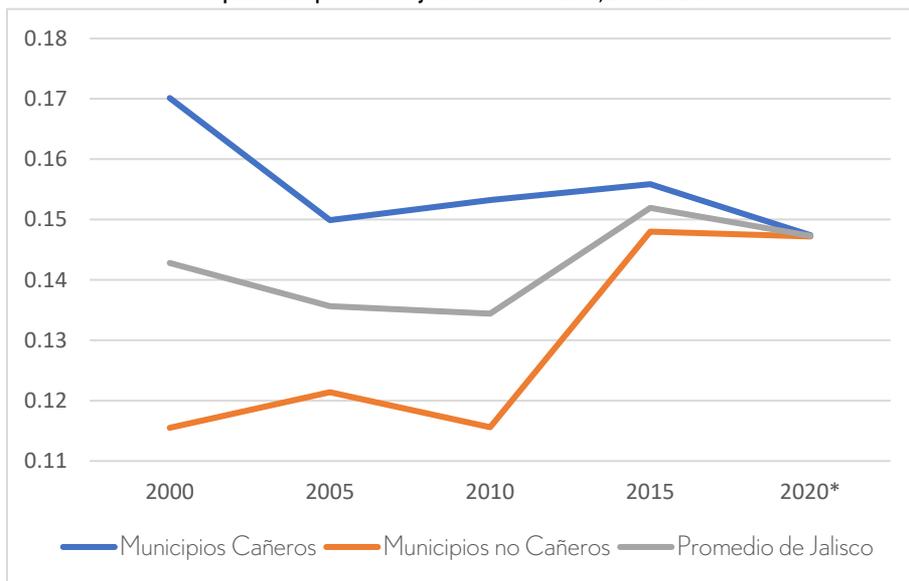
Fuente: elaboración propia y con base a Coneval 2020.

Al final del periodo de estudio, se identifica una convergencia en la desigualdad entre los municipios cañeros y los no cañeros. Es decir, en los municipios cañeros hubo un aumento en la desigualdad respecto al promedio en Jalisco, mientras que en los municipios no cañeros hubo una disminución de la desigualdad. Esto se muestra en las **Figuras 4 y 6**. Vemos que en el año 2000 y el 2005, el promedio del ÍDDM para los municipios cañeros es de 0.1701 y 0.1499, respectivamente, mientras que para los municipios no cañeros, el ÍDDM promedio es de 0.1155 y 0.1214. Esto implica una menor desigualdad entre los municipios cañeros y respecto a los no cañeros.

En los años 2010 y 2015, ambos grupos de municipios se acercan entre sí. En 2010, el promedio de los municipios cañeros es de 0.1532 y el de los no cañeros, 0.1559. En 2015, los municipios cañeros están 0.1559 y los no cañeros 0.148; en este periodo es cuando se dan los cambios más significativos en el sistema agroindustrial. Esto apuntala lo dicho en la

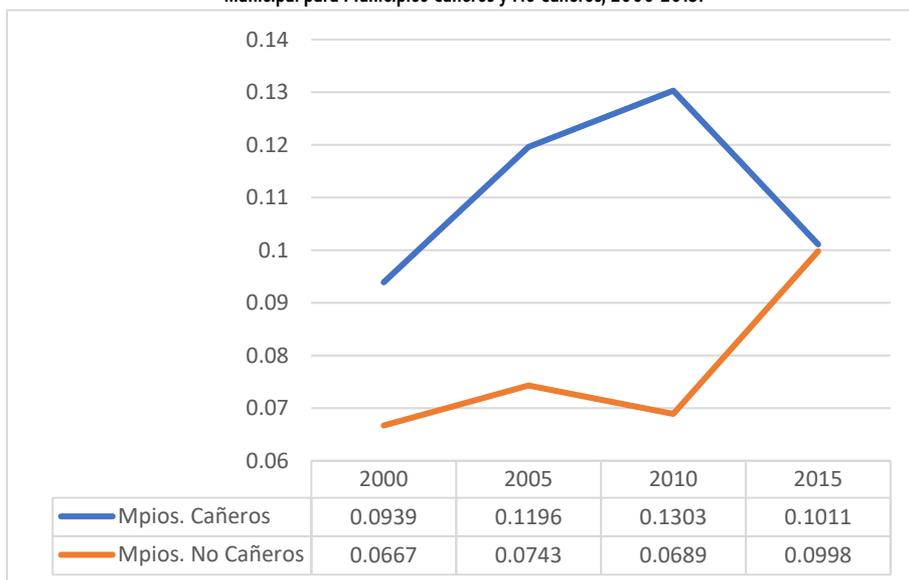
tesis, que el cambio en el sistema agroindustrial aumenta la desigualdad. El promedio estimado para el 2020 es de 0.1474 para los municipios cañeros y de 0.1472 para los no cañeros. Un pronóstico donde los cañeros estarían en una situación peor que en el año 2000, mientras que los no cañeros no mejorarían sustancialmente.

**Figura 7. Promedio del Índice Difuso de Desigualdad municipal para Municipios Cañeros y No Cañeros de Jalisco, 2000-2020.**



*Fuente: elaboración propia.*

**Figura 8. Desviación Estándar del Índice Difuso de Desigualdad municipal para Municipios Cañeros y No Cañeros, 2000-2015.**



Fuente: elaboración propia.

La variación en el ÍDDM de los municipios cañeros es mayor que en los no cañeros, tal como se observa en la **Figura 7**. Sin embargo, presenta una tendencia de convergencia que muestra el aumento en la desigualdad.

**Tabla 4. Promedio de los valores del Índice Difuso de Desigualdad Municipal en municipios cañeros y no cañeros.**

	2000	2005	2010	2015	2020*
Promedio Mpios. Cañeros	0.1701	0.1499	0.1532	0.1559	0.1474
Promedio Mpios. No Cañeros	0.1155	0.1214	0.1156	0.148	0.1472

Fuente: elaboración propia.

El ÍDDM concluye que en el campo cañero aumentó la desigualdad. El método de análisis permitió hacer palpables las diferencias entre los municipios cañeros y los no cañeros, así como hacia dentro de los propios grupos. Esto se observa en el **Tabla 4**.

**Tabla 5. Comparación de la variación porcentual del Índice Difuso de Desigualdad municipal para municipios cañeros y no cañeros del 2000 al 2020.**

	<b>2000-2005</b>	<b>2005-2010</b>	<b>2010-2015</b>	<b>*2015-2020</b>
Municipios Cañeros	-0.0087	0.0309	0.1234	0.1806
Municipios No Cañeros	0.0505	-0.0475	0.2802	0.3568
Promedio para Jalisco	0.0209	-0.0083	0.2018	0.2687

*Fuente: elaboración propia \*Pronóstico.*

Cuando observamos la variación en el tiempo entre los periodos de estudio, tal como se muestra en la **Tabla 5**, vemos una tendencia promedio positiva, donde los municipios cañeros pasan a una situación de mayor desigualdad a lo largo del tiempo. La variación en el tiempo nos muestra que de 2000 a 2015, la desigualdad en los municipios de Jalisco aumentó, pero a escalas diferentes para los municipios cañeros y los no cañeros. Los cañeros lo hicieron en menor medida que los no cañeros, pero terminaron en una peor situación que en la que comenzaron.

## **Conclusiones y discusión**

En este artículo desarrollamos el Índice Difuso de Desigualdad Municipal, que se usó para medir la evolución de la desigualdad en los municipios de Jalisco, México, en los años 2000, 2005, 2010 y 2015. Este ejercicio mostró que las entidades estudiadas aumentaron sus diferencias. Se encontró que en aquellas donde hubo actividad cañera, esta tendencia fue más pronunciada.

Esta afirmación se basa en el análisis de la evidencia empírica que se obtuvo desde distintas fuentes. Lo más relevante de esto, sin embargo, fue que, con las mismas evidencias, el Índice Difuso de Desigualdad Municipal mostró una brecha mucho mayor que el instrumento más utilizado, el índice de Gini. El diseño e implementación de un índice basado en lógica difusa muestra fortalezas que no tiene el índice de efecto neto; capta y presenta mucha mayor información que, en última instancia, puede servir para la toma de decisiones.

En términos de política pública, cabe señalar que los cambios en el régimen agroindustrial para Jalisco, en materia de gasto público, fueron en detrimento de los municipios cañeros. Con el índice se capta con más facilidad el efecto de la disminución del gasto público, cuyos resultados al cabo de unos años son de un aumento de la desigualdad.

Primero, consideremos que la unidad de análisis son los municipios, donde el gobierno municipal utiliza el gasto público para lograr resultados de desarrollo. Es posible interpretar que las decisiones de asignación y ejecución de gasto no cumplieron con metas sustantivas de disminución de la desigualdad. Al contrario, la diferencia entre municipios se disparó al no haber gasto cañero. Esto nos obliga a pensar sobre las decisiones públicas sobre el mundo rural en relación con el propio índice y, si es necesario, redirigir recursos a la agroindustria.

En segundo término, el gasto dirigido a los municipios no cañeros no parece ser suficiente para paliar los problemas del mundo rural. Si bien el ÍDDM muestra una disminución de la desigualdad, los datos no son de una magnitud alentadora. Es una disminución tímida, donde lo que hacen los municipios no es suficiente para acortar el rezago entre los dos conjuntos de municipios. Así pues, en cuanto a disminución de la desigualdad rural, el trabajo indica que el gasto público tiene un efecto deseable en la disminución de la desigualdad. Las configuraciones del modelo de lógica difusa dan cuenta de ello.

A lo largo del trabajo, se presentó lo que es la lógica difusa, los dos tipos de teoría sustantivas que respaldan el índice. Después, se presentó el proceso a través del cual se diseñó el sistema de inferencia difusa que operacionaliza el índice. Por último, se mostraron los resultados del trabajo. En la discusión, se desarrollaron las implicaciones del trabajo, tanto empíricas, mostrando que la desigualdad ha aumentado en función de los cambios en el ingreso, como en relación con los cambios en variables significativas a nivel territorial.

Así, consideramos que la propagación de la lógica difusa como herramienta que ayuda a comprender las situaciones reales, intrínsecamente borrosas, es de especial importancia para desenmascarar los problemas de desigualdad en el medio rural. Para el caso de estudio, demostró que los municipios viven una situación mucho más extrema.

## Referencias

- Aghion, Philippe & Patrick Bolton. 1997. "A Theory of Trickle-Down Growth and Development". *Review of Economic Studies*, (64), 151-72.  
[https://www0.gsb.columbia.edu/faculty/pbolton/PDFS/A\\_TheoryofTrickleDown.pdf](https://www0.gsb.columbia.edu/faculty/pbolton/PDFS/A_TheoryofTrickleDown.pdf)
- Belhadj, Bisma. 2011. "A new fuzzy unidimensional poverty index from an information theory perspective". *Empirical Economics* 40 (3), 687-704.  
<https://doi.org/10.1007/s00181-010-0368-5>
- Berdegú, Julio A. & Alexander Schejtman. 2007. "La desigualdad y la pobreza como desafíos para el desarrollo territorial rural". *Dinámicas Territoriales Rurales*. [http://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/13590418601.pdf](http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/13590418601.pdf).
- Betti, Gianni, Bruno Cheli, Achille Lemmi & Vijay Verma. 2006a. "Multidimensional and Longitudinal Poverty: An Integrated Fuzzy Approach." En A. Lemmi y A. Betti (eds.), *Fuzzy Set Approach to Multidimensional Poverty Measurement. Economic Studies in Inequality, Social Exclusion and Well-Being*. Boston, Springer, 115-38.
- Betti, Gianni, Bruno Cheli, Achille Lemmi & Vijay Verma. 2006b. "On the construction of fuzzy measures for the analysis of poverty and social exclusion". *Statistica & Applicazioni*, IV (1), 1-21.
- Betti, Gianni, F. Gagliardi & V. Salvucci. 2015. "Multidimensional and Fuzzy Measures of Poverty at Regional Level in Mozambique". *Economy of Region*, 09, 114-28. <https://doi.org/10.17059/2014-4-9>
- Boussard, Jean-Marc. 1992. *The Impact of Structural Adjustment on Smallholders*. Paris, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/t0211e/T0211E00.htm#Contents>
- Bowles, Samuel. 2011. *The New Economics of Inequality and Redistribution*. Cambridge, Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139012980>

- Cerioli, A. & S Zani. 1990. "A Fuzzy Approach to The Measurement Of Poverty". En C Dagum & Michele Zenga (eds.), *Income and Wealth Distribution, Inequality and Poverty*, Berlin, Springer.
- Cheli, Bruno & Achille Lemmi. 1995. "A 'Totally' Fuzzy and Relative Approach to the Multi- dimensional Analysis of Poverty". *Economic Notes*, (24), 115-34.
- Chiappero-Martinetti, Enrica & Nadia Von Jacobi. 2012. "Light and Shade of Multidimensional Indexes How Methodological Choices Impact on Empirical Results". En F. Maggino & G. Nuvolati (eds.), *Quality of Life in Italy: Research and Reflections*. Berlin, Springer. 48, 69-103.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-3898-0>
- Civardi, Marisa & Enrica Chiappero-Martinetti. 2008. "Measuring Poverty within and Between Population Subgroups ". *Rivista Internazionale di Scienze Sociali*, 116 (3), 305-20.
- CONEVAL. 2020. Anexo estadístico 2018. Medición de la pobreza. 28 de septiembre de 2020.  
[https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE\\_pobreza\\_2018.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx)
- Cortés, Fernando & Orlandina de Oliveira. 2010. "Los grandes problemas de México. Desigualdad Social". En Fernando Cortés & Orlandina de Oliveira (eds), *Los grandes problemas de México*. México, El Colegio de México, 11-28.
- Cortés, Fernando & Rosa María Rubalcava. 1984. *Técnicas estadísticas para el estudio de la desigualdad social*. México, El Colegio de México.
- Costa, Michele & Luca De Angelis. 2008. "The multidimensional measurement of poverty: A fuzzy set approach". *Statistica*, LXVIII (34), 1-18.  
<https://doi.org/10.6092/issn.1973-2201/3536>
- Cunningham, Rosemary. 2010. "Fiscal Policy". En R. E. Freeman (ed.), *21st Century Economics. A Reference Handbook*, Thousand Oaks, Sage, 357-68.
- D'Negrio, Carlos Eduardo & Eduardo Luis De Vito. 2006. "Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa". *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*. Asociación Argentina de Medicina Respiratoria.  
<http://www.redalyc.org/html/3821/382138367007/>
- Flores-Payán, Lucio. 2016. "Cuantificación del desempeño económico de los gobiernos locales en México". *Región y Sociedad*, XXVIII (66), 295-320.
- Fonseca Hernández, Felipe de Jesús. 2009. "El impacto de la inversión pública sobre la inversión privada en México, 1980-2007". *Estudios Económicos*, 24 (2), 187-224.  
<https://estudioeconomicos.colmex.mx/archivo/EstudiosEconomicos2009/187-224.pdf>

- Giordani, Paolo & Giovanni Maria Giorgi. 2010. "A fuzzy logic approach to poverty analysis based on the Gini and Bonferroni inequality indices". *Statistical Methods and Applications*, (19), 587-607.  
<https://doi.org/10.1007/s10260-010-0146-8>
- Green, Paul Gary & John Aloysius Zinda. 2013. "Rural Development Theory". En Paul G. Green (ed.) *Handbook of Rural Development*, Cheltenham, Reino Unido, Edward Elgar, 2-20.
- Gutiérrez Cruz, Francisco Salvador. 2017. "El impacto del gasto público sobre la inversión privada en México (1980-2015)". *Economía UNAM*, 14 (42), 136-49.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v14n42/1665-952X-eunam-14-42-136.pdf>
- Hasnaoui, Lamia & Bisma Belhadj. 2016. "Fuzzy multidimensional inequality measurement. Policies to reduce inequality in Tunisia". *Euro Economica*, 2 (34), 21-28.
- Kanbur, Ravi & Anthony J. Venables, eds. 2005. *Spatial Inequality and Development. UNU-WIDER Studies in Development Economics*. Helsinki, UNU WORLD INSTITUTE FOR DEVELOPMENT ECONOMICS RESEARCH (UNU-WIDER), Oxford University Press.
- Kapuria, P. 2018. "Understanding Quality of Life in an Urban Context: Measurement of Poverty and Vulnerability Using Fuzzy Logic". En Vikram Dayal, Anantha Duraiappah, Nandan Nawn, y Kanchan Chopra (eds.) *Ecology, Economy and Society Essays in Honour of Kanchan Chopra*, Berlin: Springer, 239-54.
- Kim, Sung-Geun. 2015. "Fuzzy Multidimensional Poverty Measurement: An Analysis of Statistical Behaviors". *Social Indicators Research*, 120 (3), 635-67.  
<https://doi.org/10.1007/s11205-014-0616-8>
- King, J E Ed. 2012. *The Elgar Companion to Post Keynesian Economics*. Cheltenham, Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781843768715>
- Kuznets, Simon. 1955. "Economic Growth and Income Inequality". *The American Economic Review*, 45 (1), 1-28.
- Lane, Jan-Erik. 2000. *The public sector: concepts, models, and approaches*. 3a ed. London, Sage. <https://doi.org/10.4135/9781446220085>
- Lemmi, A. & G. Betti, eds. 2006. *Fuzzy Set Approach to Multidimensional Poverty Measurement*. Boston, Springer, Vol. 3.
- Lewis, W Arthur. 1988. "The Roots of Development Theory". En Hollis Chenery & Sinduja V. Srinivasan (eds.), *Handbook of Development Economics*. Amsterdam, Elsevier B.V, 27-37.

- Looney, Kristen Elizabeth. 2012. "The Rural Developmental State: Modernization Campaigns and Peasant Politics in China, Taiwan and South Korea". Cambridge, Massachusetts: (Unpublished PhD Thesis).
- Maasoumi, Esfandiari. 1986. "The Measurement and Decomposition of Multi-Dimensional Inequality". *Econometrica*, 54 (4), 991-97.
- Mancini, Luca, Frances Stewart & Graham K. Brown. 2008. "Approaches to the Measurement of Horizontal Inequalities". En Frances Stewart (ed.), *Horizontal Inequalities and Conflict: Understanding Group Violence in Multiethnic Societies*. Nueva York: Palgrave Macmillan, 85-105.  
<https://doi.org/10.1057/9780230582729>
- McCulloch, Rachel. 2010. "Globalization and Inequality". En Rhona Free (ed.) *21st Century Economics. A Reference Handbook*. Thousand Oaks, Sage, 493-502.
- Mogues, Tewodaj. 2012. "What Determines Public Expenditure Allocations? A Review of Theories, and Implications for Agricultural Public Investment". *01216. IFPRI Discussion Paper*.  
<http://cdm15738.contentdm.oclc.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/127158/filename/127369.pdf>
- Moncayo Jiménez, Édgar. 2001. *Evolución de los paradigmas y modelos interpretativos del desarrollo territorial*. Santiago de Chile, ILPES.
- Moncayo Jiménez, Édgar. 2003. "Nuevas teorías y enfoques conceptuales sobre el desarrollo regional: ¿Hacia un nuevo paradigma?". *Revista de Economía Institucional*, 5 (8), 32-65.  
<http://www.economiainstitutional.com/pdf/No8/emoncayo8.pdf>
- Morales-Luna, Guillermo. 2002. *Introducción a la lógica difusa*. México, CINVESTAV. <http://delta.cs.cinvestav.mx/~gmorales/ldifl/ldifl.pdf>
- Moreno-Brid, Juan Carlos & Jaimes Ros. 2009. *Development and Growth in the Mexican Economy. A Historical Perspective*. New York, Oxford University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Oyekale, T.O., F.Y. Okunmadewa, B.T. Omonona & O.A. Oni. 2009. "Fuzzy set approach to multidimensional poverty decomposition in rural Nigeria". *IUP Journal of Agricultural Economics*, 6 (3/4), 7-44.  
[https://econpapers.repec.org/article/icficfjag/v\\_3a06\\_3ay\\_3a2009\\_3ai\\_3a3-4\\_3ap\\_3a7-44.htm](https://econpapers.repec.org/article/icficfjag/v_3a06_3ay_3a2009_3ai_3a3-4_3ap_3a7-44.htm)
- Pagliacci, Francesco. 2017. "Measuring EU Urban-Rural Continuum Through Fuzzy Logic". *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 108 (2), 157-74. <https://doi.org/10.1111/tesg.12201>

- Ragin, Charles C. 2006. "Set Relations in Social Research: Evaluating Their Consistency and Coverage". *Political Analysis*, (14), 291-310.  
<https://doi.org/10.1093/pan/mpj019>
- Rello, Fernando & Fernando Saavedra. 2012. "Conclusiones". En Fernando Rello y Fernando Saavedra (eds.), *Integración y exclusión de los productores agrícolas. Un enfoque regional*. México, FLACSO-México, 215-30.
- Román Morales, Luis Ignacio & Enrique Valencia Lomelí. 2012. "Introducción. El combate contra la pobreza y desigualdad. Lecciones y propuestas de políticas." En Olaf Jacob (ed.) *Pobreza, Desigualdad de Oportunidades y Políticas Públicas en América Latina*. Rio de Janeiro, Fundación Konrad Adenauer, 4-7. <https://doi.org/10356/15300>
- Salas-Durazo, Iván & Lucio Flores-Payán. 2017. "Fuzzy sets applied to create multidimensional indexes. An approach to measure the quality of employment". *Acta Universitaria*, 27 (2), 65-82.  
<https://doi.org/10.15174/au.2017.1183>
- Sánchez Almanza, Adolfo. 2006. "Crecimiento económico, desigualdad y pobreza: Una reflexión a partir de Kuznets". *Problemas del Desarrollo*, 37 (145), 10-30. <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v37n145/v37n145a2.pdf>
- Schejtman, Alexander & Julio Berdegué. 2004. "Desarrollo Territorial Rural". *Debates y Temas Rurales*, (1), 54. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612006000100006>
- Sen, Amartya. 1995. *Inequality Reexamined*. Oxford, Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/0198289286.001.0001>
- Sen, Amartya. 1997. *On Economic Inequality*. New York, Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0198281935.001.0001>
- Stiglitz, Joseph E, Amartya Sen & Jean-Paul Fitoussi. 2009. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. Paris. [www.stiglitz-sen-fitoussi.fr](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr)
- Syrquin, Moshe. 2008. "Structural Change and Development". En Amitava Krishna Dutt y Jaime Ros (eds.), *International Handbook of Development Economics*. Cheltenham, Edward Elgar, 48-67.
- Timmer, C. Peter. 1989. "The Agricultural Transformation". En Hollis Chenery & T. Srinivasan (eds.), *Handbook of Development Economics*. Amsterdam, Elsevier Ltd, 276-333.
- Timmer, C. Peter. 2003. "Agriculture and Economic Growth". En David Alexander Clark (ed.), *The Elgar Companion to Development Studies*. Cheltenham, Edward Elgar, 5-10.

- Timmer, C. Peter. 2007. *A World without Agriculture: The Structural Transformation in Historical Perspective*. Agriculture. Washington D.C., The AEI Press Publisher.
- Zadeh, Lotfi A. 1965. "Fuzzy Sets". *Information and Control*, (8), 338-53.  
[https://www-liphy.ujf-grenoble.fr/pagesperso/bahram/biblio/Zadeh\\_FuzzySetTheory\\_1965.pdf](https://www-liphy.ujf-grenoble.fr/pagesperso/bahram/biblio/Zadeh_FuzzySetTheory_1965.pdf)
- Zadeh, Lotfi A. 1973. "Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 3 (1), 28-44.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/1c08/0ebc575e1524f09cc1cb250cd087551b0989.pdf>
- Zadeh, Lotfi A. 1990. "The Birth and Evolution of Fuzzy Logic". *International Journal of General Systems*, 17 (2/3), 95-105.  
<https://doi.org/10.1080/03081079008935102>
- Zadeh, Lotfi A. 2012. *Computing with Words. Principal Concepts and Ideas*. New York, Springer. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>