



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS

DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

POBREZA, ACCESO Y DEMANDA DE ALIMENTOS EN MÉXICO

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Presenta:

FERNANDO ELESTER VÁZQUEZ AYANEGUI

Bajo la supervisión de:

Dr. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ



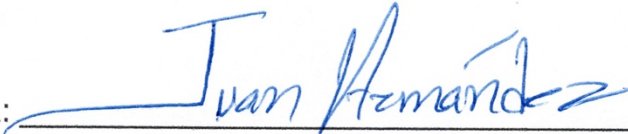
Chapingo, Texcoco, Estado de México. Noviembre del 2024.



POBREZA, ACCESO Y DEMANDA DE ALIMENTOS EN MÉXICO

Tesis realizada por Fernando Elester Vázquez Ayanegui, bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR: 

Dr. Juan Hernández Ortiz

ASESOR: 

Dr. Ramón Valdivia Alcalá

ASESOR: 

Dr. Fermin Sandoval Romero

LECTOR EXTERNO: 

Dra. Araceli González Juárez

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos	5
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis general	5
1.5.2 Hipótesis específicas	6
1.6 Contenido de la tesis	6
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 Factores sociodemográficos que influyen en la demanda de alimentos .	7
2.2 Seguridad alimentaria y pobreza	9
2.3 Impacto de las fluctuaciones de precios en el acceso a los alimentos .	10
2.4. Modelos econométricos y estimación de la demanda de alimentos	13
2.5 Políticas públicas y su impacto en el acceso a los alimentos	15
2.6 Evidencia empírica de políticas alimentarias en otros países	18
2.7 Literatura citada	20
CAPÍTULO 3. EL ACCESO A LOS ALIMENTOS DE LOS HOGARES POBRES EN MÉXICO: UNA APLICACIÓN DE ÁRBOL DE CLASIFICACIÓN	31

Resumen	31
Abstract	31
Introducción	32
Materiales y métodos	33
Resultados.....	40
Conclusiones	44
Literatura citada.....	44
CAPÍTULO 4. LA DEMANDA DE ALIMENTOS DE LOS HOGARES POBRES MEXICANOS Y LOS EFECTOS DE ALZAS DE PRECIOS	47
Resumen	47
Abstract	47
Introducción	48
Materiales y métodos	50
Resultados.....	55
Conclusiones	61
Literatura citada.....	62
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES GENERALES	64
8. ANEXOS	65
8.1 Código del primer manuscrito.....	65
8.2 Código del segundo manuscrito	67

ABREVIATURAS

IMCO	Instituto Mexicano de la Competencia
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
PIB	Producto Interno Bruto
USDA	U.S. Department of Agriculture
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
ENIGH	Encuestas de Ingreso y Gasto de los Hogares
MDCI	Modelo de Demanda Casi Ideal
PAA	Programa de Adquisición de Alimentos
ELCSA	Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria
CART	Classification and Regression Trees
STATA	Statistical Software for Data Science
ICT	Ingreso corriente trimestral del hogar
ICTPC	Ingreso corriente trimestral per cápita de los integrantes de un hogar particular
RURURB	rururb=1 si el hogar es rural, rururb=0 en otro caso.
TAMHOGESC	Integrantes del hogar
MENORES_SHARE	Proporción de integrantes del hogar menores de 16 años.

HLI	Variable. hli=1 si el hogar es considerado como indígena, hli=0 en otro caso.
PLP	Variable. plp=1 si el hogar es pobre por ingresos, plp=0 en otro caso.
SEXO_JEFE	Variable. Sexo_jefe=1 si el jefe de la familia es mujer, Sexo_jefe=0 si es hombre.
EDUCA_JEFE	Variable. Sin instrucción=0, Básica (con algún nivel de primaria o secundaria)=1, Preparatoria o profesional=2
ACC_ALIM1	Variable. Preocupación por que la comida se acabe=1 y No preocupación por que la comida se acabe=0
ACC_ALIM2	Variable. Sin comida=1 y con comida=0
ACC_ALIM3	Variable. Poca variedad de alimentos=1 y variedad de alimentos=0
ACC_ALIM5	Variable. Adulto dejo de tener o ingerir alguno de sus alimentos=1 y adulto no dejo de tener o ingerir alguno de sus alimentos=0
ACC_ALIM6	Variable. Adulto consume menos alimentos=1 y adulto no consume menos alimentos=0
ACC_ALIM7	Variable. Adulto sintió hambre y no consume alimentos=1 y adulto no sintió hambre y no consume alimentos=0
ACC_ALIM8	Variable. Adulto dejo de comer alguna vez=1 y adulto no dejo de comer alguna vez=0
ACC_ALIM9	Variable. Adulto mendigo por comida=1 y adulto no mendigo por comida=0
ACC_ALIM10	Variable. Menor con alimentos no sanos=1 y menor sin alimentos no sanos=0
ACC_ALIM11	Variable. Menor con poca variedad de alimentos=1 y menor con variedad de alimentos=0
ACC_ALIM12	Variable. Menor consume menos alimentos=1 y menor no consume menos alimentos=0
ACC_ALIM13	Variable. Disminuyo comida para algún menor=1 y no disminuyo comida para algún menor=0
ACC_ALIM14	Variable. Menor sintió hambre y no consume alimentos=1 y menor no sintió hambre y consume alimentos=0
ACC_ALIM15	Variable. Menor se acostó con hambre=1 y menor no se acostó con hambre=0

ACC_ALIM16	Variable. Menor con una o menos comidas al día=1 y menor con más de una comida al día=0
------------	---

DEDICATORIAS

Mi tesis la dedico con mucho cariño y afecto.

Principalmente, a toda mi familia: desde mis abuelos, padres, hermanos, tíos, sobrinos y primos, hasta mi esposa e hijo. También quiero incluir a mi hija, que aún no ha llegado a este mundo, pero cuya llegada casi coincidirá con la presentación de esta tesis. Desde el día en que me enteré de que sería padre por segunda ocasión, mi corazón se llenó de amor y esperanza, lo que me motivó a querer terminar este trabajo.

A todos mis amigos, muchas gracias por estar conmigo en todo este tiempo en el que he vivido momentos felices y tristes. Gracias por ser mis amigos y recuerden que siempre los llevaré en mi corazón

Y en especial a mis profesores que siempre confiaron en mí.

AGRADECIMIENTOS

Al creador del universo, el mismo que me ha dado la fuerza para seguir adelante siempre que he estado a punto de caer; por ende, con toda la humildad que de mi corazón puede dimanar, dedico más que a nadie este trabajo a mi Dios.

A la Universidad Autónoma Chapingo, mi casa, donde gracias a sus instalaciones y sus profesores he podido formarme como investigador a lo largo de estos últimos cuatro años.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco todo el apoyo brindado por mi hermosa familia. A mis padres qué, sin tener estudios se encargaron de fomentar en mí el deseo de estudiar y ser profesionista. A mi hijo, Christopher Johann, quien a sus siete años me ha enseñado lo bonito que es ser un investigador, siempre observando, planteando hipótesis y buscando respuestas. Y a mi esposa Abi, por su amor, apoyo, paciencia, comprensión y sobre todo por estar siempre a mi lado.

DATOS BIOGRÁFICOS

FERNANDO ELESTER VÁZQUEZ AYANEGUI

Maestro en ciencias en Economía Agrícola
y de los Recursos Naturales

DATOS PERSONALES

Fecha de Nacimiento: 25 de marzo de 1986

Lugar de Nacimiento: Venustiano Carranza, Chiapas

CURP: VAAF860325HCSZYR03

Cedula profesional de Maestría: 12473506

RESEÑA PERSONAL

En 2002, ingresó a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Posteriormente, en 2005, comenzó la licenciatura en la misma universidad, con especialidad en Ingeniería Agroindustrial, y concluyó sus estudios en 2009.

De 2010 a 2017, fue contratado por la Universidad Autónoma Chapingo como trabajador administrativo, desempeñándose como responsable del control de calidad de los Comedores Universitarios.

En 2017, ingresó a la División de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo para realizar la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, la cual concluyó en 2019.

En 2020, comenzó el Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola en la misma división, el cual finalizó en 2024.

Actualmente, se desempeña como trabajador administrativo en la Universidad Autónoma Chapingo, ocupando el cargo de Jefe de Medios Audiovisuales y Nuevas Tecnologías.

RESUMEN GENERAL

POBREZA, ACCESO Y DEMANDA DE ALIMENTOS EN MÉXICO

La pobreza es un problema estructural que afecta directamente el acceso a los alimentos de los hogares. Ante el constante aumento de los precios de productos básicos, esta investigación se enfocó en analizar cómo dichas fluctuaciones impactan la seguridad alimentaria y el bienestar de los hogares en pobreza. El objetivo principal fue identificar la demanda alimenticia y los factores que influyen en el acceso a los alimentos de los hogares en situación de pobreza en México, mediante el uso de modelos econométricos, evaluar el impacto de las fluctuaciones de precios sobre la ingesta alimentaria y analizar cómo diversas políticas públicas pueden afectar el bienestar de estos hogares. Para ello, se utilizó una metodología cuantitativa que combina técnicas de machine learning, aplicando un árbol de clasificación para identificar las variables sociodemográficas más relevantes en el acceso a los alimentos. Además, se empleó el modelo de demanda casi ideal para evaluar cómo los hogares ajustan su consumo ante aumentos en los precios de productos clave como tortilla, huevo y frijol. Los resultados muestran que los hogares en pobreza ajustan significativamente su consumo de alimentos en respuesta a las fluctuaciones de precios, aumentando su inseguridad alimentaria. Las principales variables predictivas son el nivel de ingresos, la educación del jefe de familia, el tamaño del hogar y la proporción de menores. Un incremento del 25% en los precios de productos básicos puede aumentar significativamente la pobreza alimentaria. Se concluye que las políticas públicas deben enfocarse en hogares con características sociodemográficas específicas para reducir el impacto de las fluctuaciones de precios y mejorar su seguridad alimentaria.

Palabras clave: Demanda alimentaria, Pobreza, Fluctuaciones de precios, Machine learning, Seguridad alimentaria.

GENERAL ABSTRACT

POVERTY, ACCESS AND FOOD DEMAND IN MEXICO

Poverty is a structural problem that directly affects household access to food. In the face of rising prices for basic goods, this research focuses on analyzing how such price fluctuations impact food security and the well-being of impoverished households. The primary objective was to identify food demand and the factors influencing food access among poor households in Mexico, using econometric models to evaluate the impact of price fluctuations on food intake and analyze how various public policies may affect these households' well-being. A quantitative methodology was used, combining machine learning techniques, with a classification tree applied to identify the most relevant sociodemographic variables affecting food access. Additionally, the Almost Ideal Demand System model was employed to assess how households adjust their consumption in response to price increases for key products such as tortillas, eggs, and beans. The results indicate that poor households significantly adjust their food consumption in response to price fluctuations, exacerbating their food insecurity. The main predictive variables are income level, the household head's education, household size, and the proportion of children in the household. A 25% increase in the prices of basic goods can significantly increase food poverty. It is concluded that public policies should focus on households with specific sociodemographic characteristics to reduce the impact of price fluctuations and improve their food security.

Key words: Food demand, Poverty, Price fluctuations, Machine learning, Food security.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Antecedentes

La pobreza es un fenómeno dinámico cuya definición varía según el contexto histórico y el avance de la ciencia. Tradicionalmente, se ha entendido como la incapacidad de los individuos o los hogares para alcanzar un nivel mínimo razonable de bienestar (Ayala *et al.*, 2021), asociado a la adquisición de bienes y servicios esenciales (Lipton & Ravallion, 1995). También, puede interpretarse desde una perspectiva más amplia, como la incapacidad para funcionar plenamente dentro de una sociedad (Sen, 1985).

Independientemente de su definición, la pobreza impacta negativamente en múltiples dimensiones de la vida social y económica. Entre los efectos más relevantes se encuentran el acceso limitado a alimentos, el aumento de la criminalidad, el desempleo y los problemas relacionados con el entorno ambiental (Mauro & Carmeci, 2007; Hipp & Yates, 2011; Pare & Felson, 2014; Rizk & Slimane, 2018).

En este orden de ideas, la insuficiencia de recursos en los hogares pobres incrementa su vulnerabilidad, particularmente frente a los incrementos en los precios de los alimentos, lo que directamente agrava sus carencias económicas y sociales (Dessus *et al.*, 2008; Haq *et al.*, 2008; Valero-Gil & Valero, 2008; De Hoyos & Medvedev, 2011; Wood *et al.*, 2012).

En México, este fenómeno ha representado una constante histórica y es uno de los principales desafíos para el desarrollo. A nivel gubernamental, su reducción es una prioridad en los planes de desarrollo. Sin embargo, los datos recientes muestran un aumento preocupante de la pobreza.

Según el Instituto Mexicano de la Competencia (IMCO) (2020) la pobreza creció del 41.9% al 43.9% entre 2018 y 2020. Además, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2020) reportó que el 17.2% de la población vivía en pobreza extrema para el año 2020, sin los

recursos suficientes para adquirir bienes básicos y el 22.5% no tenía acceso a una alimentación nutritiva y de calidad.

En esta dirección, la situación se vio agravada por la pandemia de COVID-19, que aumentó las desigualdades existentes (Lusting & Martínez, 2021). Entre 2018 y 2020, los ingresos laborales de los hogares disminuyeron un 10.7%, lo que provocó una reducción en el gasto en alimentos del 5.9% (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Asimismo, las recientes tasas de inflación han alcanzado niveles no vistos en años, con un índice general superior al 7% y un índice subyacente del 6.78%, lo que ejerce una presión adicional sobre los hogares pobres.

A lo largo de los años, el gobierno mexicano ha implementado diversas políticas públicas para mitigar la pobreza y mejorar el acceso a los alimentos. Programas como Prospera y la Cruzada Nacional contra el Hambre han buscado reducir la inseguridad alimentaria mediante transferencias monetarias y la distribución de alimentos (García-Vázquez *et al.*, 2021).

No obstante, aunque estos esfuerzos han tenido un impacto positivo en algunos sectores, los resultados no son suficientes para erradicar el problema (García-Vázquez *et al.*, 2021). La reciente pandemia y el aumento de la inflación han puesto de relieve la insuficiencia de las soluciones actuales.

Por tanto, este estudio tiene como objetivo identificar la demanda alimenticia y los factores que influyen en el acceso a los alimentos de los hogares en situación de pobreza en México, mediante la aplicación de modelos econométricos evaluar el impacto de las fluctuaciones de precios sobre la ingesta alimentaria y analizar cómo diversas políticas públicas pueden afectar el bienestar de estos hogares.

1.2 Planteamiento del problema

La pobreza en México es un fenómeno histórico y afecta a amplios sectores de la población. A pesar de los esfuerzos gubernamentales para mitigarla, los niveles de pobreza no han disminuido significativamente. Según datos oficiales entre los años 2008 y 2010, el porcentaje de personas en situación de pobreza

pasó de 44.5% a 46.2%, (Ortiz-Galindo & Ríos-Bolívar, 2013). Este aumento se produjo a pesar de un incremento constante en el gasto público para combatir la pobreza. Por ejemplo, entre 1988 y 1994 se destinó el 0.8% del Producto Interno Bruto (PIB) para la mitigación de la pobreza, cifra que ascendió al 1.4% entre 2001 y 2006, y al 1.8% en el período de 2006 a 2012 (Ortiz-Galindo & Ríos-Bolívar, 2013).

La pobreza no solo se manifiesta en la falta de ingresos, sino que también afecta otras dimensiones sociales como el acceso a la educación, la salud y la nutrición. Las personas que viven en pobreza enfrentan niveles elevados de analfabetismo, desnutrición y salud deficiente lo que limita su capacidad para mejorar sus condiciones de vida y perpetúa un ciclo de desigualdad. Este panorama es especialmente grave en las comunidades rurales, donde la pobreza está aún más arraigada.

En términos alimentarios, México enfrenta una paradoja. Aunque la oferta de energía alimentaria en el país es suficiente para cubrir la demanda, al menos el 10% de la población tiene dificultades para acceder a alimentos. Esta situación es aún más crítica en el sur-sureste del país, donde más del 25% de la población vive en condiciones de precariedad alimentaria (U.S. Department of Agriculture [USDA], 2010).

Este problema no es exclusivo de México y su combate forma parte de una agenda internacional, con organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) señalando la necesidad de centrarse en el desarrollo de las comunidades rurales y en el acceso a alimentos como prioridad para reducir la pobreza (USDA, 2010).

Ante este contexto, resulta fundamental realizar investigaciones que profundicen en el conocimiento actual sobre la pobreza en México, prestando especial atención a cómo las fluctuaciones en los precios de los alimentos afectan el bienestar de los hogares pobres. Estas investigaciones permitirán identificar los

mecanismos a través de los cuales las políticas públicas pueden mejorar el acceso a alimentos y, en última instancia, reducir la pobreza en el país.

1.3 Justificación

La pobreza en México es un problema persistente y estructural que afecta a más del 40% de la población, su situación se ha agravado en los últimos años (CONEVAL, 2021).

La pandemia de COVID-19, junto con el aumento de la inflación, particularmente en los productos alimentarios, ha exacerbado esta problemática, intensificando las condiciones de vulnerabilidad. En 2020, el 22.5% de la población no tenía acceso a alimentos nutritivos y de calidad, lo que impactó gravemente a los sectores más desfavorecidos de la sociedad mexicana (CONEVAL, 2021).

En esta línea, la investigación es necesaria en el contexto actual, la cual se caracteriza por un incremento en la pobreza y la inseguridad alimentaria. La inflación, sobre todo en los productos de la canasta básica, impone una carga adicional sobre las familias más pobres, empeorando su acceso a alimentos. Por ello, es fundamental comprender los factores que determinan el acceso a los alimentos y cómo las fluctuaciones de precios afectan su demanda.

Este estudio, basado en datos recientes y metodologías innovadoras, busca llenar una importante brecha en el conocimiento sobre los efectos de la inflación en la seguridad alimentaria. Su relevancia radica en la capacidad para proporcionar información clave que ayude a los responsables de la formulación de políticas públicas a diseñar intervenciones más eficaces y focalizadas.

Asimismo, la investigación contribuirá a proponer respuestas para resolver problemas prácticos relacionados con el acceso a alimentos en México. Permitiendo identificar cómo las variaciones en los precios afectan el bienestar de los hogares más pobres, facilitando la formulación de políticas que estabilicen los precios de los alimentos o implementen medidas como subsidios dirigidos a las poblaciones vulnerables y con el fin de mitigar los efectos negativos de la inflación en este rubro.

1.4 Objetivos

La investigación tiene los objetivos siguientes:

1.4.1 General

- Analizar la demanda alimenticia y los factores que influyen en el acceso a los alimentos de los hogares en situación de pobreza en México, mediante la aplicación de modelos econométricos evaluar el impacto de las fluctuaciones de precios sobre la ingesta alimentaria y analizar cómo diversas políticas públicas afectan el bienestar de estos hogares.

1.4.2 Específicos

- Determinar variables sociodemográficas que influyen en el acceso a los alimentos a través de un árbol de clasificación “machine learning”.
- Estimar como los hogares ajustan sus patrones de consumo ante el alza de los precios de los alimentos mediante un modelo de demanda casi ideal.

1.5 Hipótesis

La investigación cuenta con las siguientes hipótesis:

1.5.1 Hipótesis general

- Los hogares en situación de pobreza en México ajustan su acceso y demanda de alimentos en función de variables sociodemográficas y económicas como el ingreso, la educación del jefe de familia, el tamaño del hogar y la proporción de menores, por ende, las fluctuaciones de precios afectan negativamente su bienestar e incrementando la probabilidad de inseguridad alimentaria.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Las variables sociodemográficas están estrechamente relacionadas con el acceso a alimentos de los hogares en situación de pobreza y pueden predecir de manera efectiva la inseguridad alimentaria.
- El alza en los precios de los alimentos provoca ajustes significativos en los patrones de consumo de los hogares mexicanos, disminuyendo la demanda de productos básicos y exacerbando su condición de pobreza.

1.6 Contenido de la tesis

La investigación está estructurada en cinco capítulos. El capítulo 1 ofrece una introducción general que culmina con la presentación de este esquema de investigación.

El capítulo 2 se dedica a la revisión de literatura, donde se realiza un análisis detallado sobre el estado del conocimiento en torno a la pobreza y sus efectos en la seguridad alimentaria. Además, se examinan los enfoques teóricos y metodológicos empleados para estimar la demanda de alimentos. Finalmente reporta la bibliografía utilizada.

El capítulo 3 presenta un manuscrito que analiza cómo variables sociodemográficas y económicas de los hogares, como el ingreso, la educación del jefe de familia, el número de integrantes del hogar y la proporción de menores, poseen un alto poder predictivo para identificar los hogares con mayor propensión a sufrir inseguridad alimentaria.

El capítulo 4 expone un manuscrito que analiza cómo los hogares mexicanos ajustan sus patrones de consumo frente a variaciones en los precios e ingresos de productos alimenticios clave en la dieta mexicana.

Finalmente, el capítulo 5 presenta las conclusiones generales derivadas del trabajo de investigación.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

En el presente documento se analizan las interrelaciones entre fenómenos como la pobreza, el acceso y la demanda de alimentos, además del impacto directo que tienen sobre los hogares en México.

Para esta sección, se recopiló, evaluó y analizó la información existente en la literatura científica, identificando una serie de elementos clave que son fundamentales para el desarrollo de la investigación. Estos temas incluyen una revisión de los factores sociodemográficos que influyen en el acceso a los alimentos, la seguridad alimentaria y pobreza, las fluctuaciones de precios y su efecto en los patrones de consumo, la estimación de la demanda de alimentos y las políticas públicas que buscan mitigar los efectos de la pobreza en la seguridad alimentaria.

2.1 Factores sociodemográficos que influyen en la demanda de alimentos

La relación entre el consumo de alimentos y los factores sociodemográficos se ha estudiado ampliamente (Qiu & Hou, 2020; García-Vázquez *et al.*, 2024a; Ponce-Ávila *et al.*, 2024).

Diversas investigaciones han demostrado que las características sociodemográficas están asociadas a los patrones de consumo de la población, aunque la dirección de esta asociación varía según el país (Pérez-Tepayo *et al.*, 2020). Esta variabilidad depende de la etapa de transición nutricional, el nivel de desarrollo económico, el contexto cultural, las políticas sociales y sanitarias que predominan en cada región (Pérez-Tepayo *et al.*, 2020).

Por lo tanto, las dinámicas de consumo alimenticio pueden presentar diferencias significativas entre distintos contextos geográficos y socioeconómicos. De la misma forma, el comportamiento de compra de alimentos está influenciado por factores situacionales y sociodemográficos (Dominicin *et al.*, 2021).

Las circunstancias contextuales, como el entorno económico y las limitaciones de tiempo o accesibilidad, juegan un papel fundamental en las decisiones de

compra (Driediger & Bhatiasavi, 2019; Zarei *et al.*, 2020). En este sentido, algunas investigaciones han encontrado que los factores sociodemográficos no solo influyen en los patrones de consumo, sino que también se relacionan con los impactos ambientales y socioeconómicos del mismo (Frehner *et al.*, 2021).

Estos vínculos sugieren que cada estrato socioeconómico consume diferentes grupos de alimentos, lo que genera variaciones en la demanda (Frehner *et al.*, 2021; García-Vázquez *et al.*, 2024b).

Al analizar la demanda alimenticia, es crucial considerar tanto las preferencias estructurales de los consumidores como las restricciones derivadas de los ingresos. La estabilidad de los flujos de ingreso es fundamental para entender cómo los hogares responden ante fluctuaciones de precios y cambios en su capacidad adquisitiva (Cranfield, 2020). De la misma forma, la capacidad de los individuos para recurrir a ahorros, activos líquidos o fuentes de crédito (como tarjetas o líneas de crédito) tiene un impacto directo en su comportamiento de consumo, revelando desigualdades más amplias (Cranfield, 2020).

En el caso de México, la calidad de la dieta se ha manifestado como subóptima, con disparidades evidentes entre los diferentes estratos sociodemográficos (Pérez-Tepayo *et al.*, 2020). Al mismo tiempo, las funciones de demanda alimentaria difieren significativamente entre zonas urbanas y rurales, así como entre regiones y grupos de ingresos. Variables como el tamaño, la composición del hogar, la edad y el nivel educativo del jefe de familia tienen un efecto significativo en el consumo alimentario (Vu, 2020).

Por consiguiente, se ha demostrado que los problemas relacionados con el acceso a los alimentos están fuertemente correlacionados con diversas características sociodemográficas. Entre ellas, la dificultad para llegar a fin de mes con el ingreso se ha identificado como uno de los factores más influyentes, con repercusiones directas en la calidad de la dieta y en la salud de la población afectada (Yau *et al.*, 2020).

2.2 Seguridad alimentaria y pobreza

La pobreza y el hambre son desafíos complejos, a pesar de las múltiples políticas implementadas para mitigarlos (López & Sandoval, 2018). Un ejemplo claro de esto es la crisis alimentaria internacional de 2007-2008, cuando el aumento de los precios de los alimentos provocó un incremento significativo en la pobreza alimentaria (Cuéllar, 2011).

Por un lado, la seguridad alimentaria, se enfoca en garantizar que todas las personas tengan acceso a suficientes alimentos para llevar una vida activa y saludable (Gómez-Trujillo *et al.*, 2016).

En 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas reafirmó este compromiso con la aprobación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018). Dentro de esta agenda, el segundo Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) es poner fin al hambre, alcanzar la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible (CEPAL, 2018).

El concepto de seguridad alimentaria se sostiene en cuatro dimensiones fundamentales (FAO, 2011): la disponibilidad física de los alimentos, el acceso económico y físico a los mismos, su adecuada utilización y la estabilidad de estas tres dimensiones a lo largo del tiempo. Con el paso de los años, el concepto ha evolucionado para incluir aspectos más complejos del sistema alimentario, vinculados no solo a la disponibilidad, sino también a factores sociales y económicos específicos de cada país (Ramírez *et al.*, 2020).

Por otro lado, la pobreza ha sido tradicionalmente entendida como la falta de ingresos para alcanzar un consumo suficiente por parte de la población, aunque esta definición está sujeta al desarrollo relativo de cada región o país (Romero, 2000; CONEVAL, 2010).

En México, la pobreza ha alcanzado dimensiones críticas como problema socioeconómico. A pesar de las políticas públicas implementadas para reducirla,

su persistencia, e incluso su incremento en ciertos periodos, refleja la dificultad de su erradicación (Ortiz-Pech *et al.*, 2019).

En esta línea, la literatura especializada asocia la seguridad alimentaria con factores como el crecimiento económico, la salud y la sostenibilidad (Timmer, 2000; Timmer, 2004; White, 2008; Berry *et al.*, 2015; Pourreza *et al.*, 2018; Pachapur *et al.*, 2020).

Para el contexto mexicano, Urquía-Fernández (2014) sugiere que la falta de seguridad alimentaria y su concentración en áreas específicas están vinculadas a una estructura productiva débil, lo que resulta en un bajo crecimiento económico. A pesar de los esfuerzos gubernamentales, el acceso continuo y suficiente a los alimentos para toda la población sigue sin garantizarse (García-Vázquez *et al.*, 2021). Entonces, en México coexiste un problema de inseguridad alimentaria que se enfatiza con mayor frecuencia en comunidades rurales (López-Santiago *et al.*, 2022).

Conjuntamente, diversos estudios han señalado que las características de los hogares, como el tamaño, el grado de ruralidad, los niveles de ingreso económico, la escolaridad promedio y la producción agrícola per cápita, influyen directamente en el estado de la seguridad alimentaria y la pobreza (Díaz-Carreño *et al.*, 2016; Mundo-Rosas *et al.*, 2021). También, los factores demográficos, como la edad, lengua, sexo y situación conyugal del jefe de familia juegan un papel importante en este fenómeno (Magaña-Lemus *et al.*, 2016).

Se demuestra que las características de los hogares y la pobreza determinan el estado de la seguridad alimentaria. Por tanto, la pobreza y la inseguridad alimentaria se encuentran interrelacionadas, una baja seguridad alimentaria se ve influenciada con la pobreza extrema (Khaleque, 2023).

2.3 Impacto de las fluctuaciones de precios en el acceso a los alimentos

La globalización, como fenómeno mundial, ha provocado la deslocalización de los factores de producción y de los mercados alimentarios, creando un escenario en el que las decisiones privadas y gubernamentales, tomadas en cualquier país,

repercuten en la comunidad internacional. Esta interconexión global afecta tanto al tejido social como al comercio internacional (Navarro, 2023).

En este contexto, las fluctuaciones de precios se han convertido en un problema crítico, especialmente para los sectores más vulnerables (Chaudhry *et al.*, 2021). Por ejemplo, a pesar de que los agricultores perciben los aumentos nominales de precios como algo positivo, la realidad es que la inflación trae consigo efectos adversos tanto para los productores como para los consumidores, especialmente aquellos con menores ingresos (Chaudhry *et al.*, 2021).

La inflación es un concepto clave en la economía que se refiere al aumento sostenido y generalizado de los precios de los bienes y servicios en un periodo de tiempo (Llaguno-Ayala *et al.*, 2021). Este fenómeno implica que, con el paso del tiempo, el poder adquisitivo del dinero disminuye, es decir, que con la misma cantidad de dinero se pueden comprar menos bienes o servicios (Llaguno-Ayala *et al.*, 2021).

En los hogares, la alimentación representa un componente esencial de la economía familiar, ya que es un gasto ineludible para garantizar la subsistencia de sus miembros (Anigstein, 2019). En esta dirección, la adaptabilidad y flexibilidad de los individuos juegan un papel crucial, ya que estos deben ajustar sus estrategias de consumo frente a las fluctuaciones de precios. La capacidad de reacción de las familias ante estos cambios es vital para amortiguar el impacto de la inflación en su bienestar (Soto-Puras & Pérez-Roa, 2024).

Uno de los principales factores que explica la fluctuación de precios es el desequilibrio entre la oferta y la demanda: cuando la demanda supera a la oferta, los precios tienden a aumentar. No obstante, otros elementos, como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático, el agotamiento de los acuíferos y suelos, también juegan un rol importante en la formación de precios (Chaudhry *et al.*, 2021).

Aunque la producción de alimentos ha alcanzado niveles sin precedentes, las fluctuaciones repentinas en los precios resultan perjudiciales tanto para los

consumidores como para los productores. Los pequeños agricultores, especialmente en los países en desarrollo, se ven gravemente afectados, ya que no cuentan con los recursos financieros necesarios para enfrentar estas variaciones, lo que compromete sus inversiones y afecta la producción agrícola (Chaudhry *et al.*, 2021).

A nivel global, la inflación alimentaria ha adquirido un carácter preocupante, dado que es un impulsor clave de la inflación general y genera incertidumbre, reduciendo de manera significativa el bienestar de las personas más pobres (Köse & Ünal, 2024).

La exposición a los mercados internacionales también aumenta la vulnerabilidad alimentaria de los países dependientes de exportaciones agrícolas. Durante las crisis de precios de productos básicos, estas naciones enfrentan graves dificultades para garantizar el acceso a alimentos y nutrición de sus poblaciones, como lo demuestra el caso de varios países africanos que dependen de cultivos como el café, cacao y té (Valencia, 2024).

México es un claro ejemplo de la vulnerabilidad alimentaria que puede generar la dependencia de las importaciones. Desde hace más de cuatro décadas, el país importa más de la mitad de los alimentos que consume, lo que lo hace particularmente susceptible a las fluctuaciones en los precios internacionales (Ayala, 2024).

Esta dependencia agrava la situación interna. En la actualidad, la inflación en México ha superado el 8%, la cifra más alta en los últimos 20 años. Este contexto resalta la necesidad urgente de recuperar la autonomía alimentaria para reducir el impacto de las variaciones en los mercados globales (Ayala, 2024).

El impacto de la inflación alimentaria se manifiesta de diversas formas, desde el incremento en la desnutrición y la pobreza alimentaria, hasta el abandono de los productores agrícolas y el agotamiento de los recursos naturales (León-Bon & Díaz-Bautista, 2020).

La inflación alimentaria en México no solo se debe a los factores externos, sino también a elementos internos como la especulación en los precios de diversos productos, que son aumentados de manera arbitraria en busca de mayores ganancias.

Entre los eventos más recientes que afectaron estos precios destacan el brote de influenza aviar en 2013, que encareció el costo del huevo; la reforma energética de 2017, que aumentó el precio de la gasolina; la pandemia de SARS-CoV-2 en 2020, que alteró de manera significativa tanto la oferta como la demanda de alimentos (León-Bon & Díaz-Bautista, 2020).

También, la crisis energética y alimentaria mundial, el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, las secuelas de la pandemia de COVID-19 han contribuido a interrumpir las cadenas de suministro, profundizando la crisis alimentaria en el país (Ayala, 2024).

Estas crisis representan un desafío continuo para México y el resto del mundo, dificultando el acceso equitativo a los alimentos y afectando de manera desproporcionada a los sectores más vulnerables.

2.4. Modelos econométricos y estimación de la demanda de alimentos

Comprender cómo los consumidores ajustan sus niveles de consumo y gasto frente a las variaciones en los precios de mercado es fundamental para abordar preguntas clave de la política pública (Deaton, 1990), especialmente en lo que respecta a las poblaciones vulnerables en países en desarrollo.

Como señalan Deaton & Muellbauer (1980), los cambios en los precios de los bienes de consumo básico, como los alimentos, tienen un impacto considerable en el bienestar de los hogares más pobres, donde los aumentos en los precios de la canasta básica pueden reducir significativamente el poder adquisitivo, empujando a más hogares hacia la pobreza.

El análisis de la demanda en los hogares de bajos ingresos se enfrenta a retos metodológicos importantes, particularmente en la estimación de las elasticidades

de la demanda debido a la escasez de datos de series de tiempo fiables. En el caso de México, la medición oficial de la pobreza se actualiza cada dos años y las observaciones disponibles son limitadas, lo que dificulta la obtención de estimaciones precisas de la elasticidad de la demanda.

Para superar esta limitación, es común recurrir a datos de corte transversal obtenidos de encuestas nacionales, como las Encuestas de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH), que proporcionan información detallada sobre los patrones de consumo en los hogares (González-Dávila, 2010; Wood *et al.*, 2012).

Diversos estudios han abordado este desafío mediante el uso del Modelo de Demanda Casi Ideal (MDCI) y su versión cuadrática.

El MDCI desarrollado por Angus Deaton y John Muellbauer en 1980, es un modelo econométrico utilizado para analizar el comportamiento de los consumidores. Este modelo permite estimar la demanda de diferentes bienes a partir de información sobre los precios y el ingreso de los consumidores, al mismo tiempo que satisface las propiedades fundamentales de la teoría de la demanda (Deaton & Muellbauer, 1980).

De igual forma, es capaz de capturar cómo los hogares distribuyen su gasto en diferentes bienes en respuesta a cambios en los precios y el ingreso, proporcionando estimaciones de elasticidades de demanda, que son cruciales para el análisis de políticas públicas relacionadas con el bienestar de los consumidores.

En esta dirección, Sengun & Toncel (2005) en Turquía, y Haq *et al.* (2008) en Pakistán, utilizaron el MDCI para analizar la demanda de alimentos como pan, cereales, carne y vegetales, encontrando que los hogares pobres son particularmente sensibles a los cambios en los precios.

En México, estudios como los de González-Dávila (2010) y Wood *et al.* (2012) aplicaron el MDCI para analizar el impacto de los precios de bienes básicos como maíz, tortilla y carne, concluyendo que un aumento del 50% en los precios de estos productos podría incrementar la pobreza entre un 3.6% y 6.0%.

En India e Indonesia, Kumar *et al.* (2011) y Khoiriyah *et al.* (2020) emplearon el MDCI cuadrático, que además de mantener las ventajas del modelo original, permite incorporar variables demográficas y capturar una relación no lineal entre ingreso y consumo. Este enfoque demostró ser eficaz para modelar con mayor precisión las decisiones de consumo en hogares pobres y para comprender mejor la vulnerabilidad de estos ante fluctuaciones en los precios.

El MDCI es ampliamente utilizado en el análisis de la demanda debido a que satisface los principios básicos de la teoría y es menos complejo de estimar que otros modelos, como el translog o el sistema de gasto lineal (Pangaribowo & Tsegai, 2011).

Además, su capacidad para incorporar variables demográficas en su versión cuadrática lo hace particularmente útil en el análisis de la demanda alimentaria de los hogares (Kumar *et al.*, 2011).

En conjunto, estos estudios confirman que los hogares de bajos ingresos enfrentan mayores dificultades para ajustar su consumo ante los cambios en los precios de los alimentos, lo que tiene importantes implicaciones para su bienestar y para el diseño de políticas públicas.

2.5 Políticas públicas y su impacto en el acceso a los alimentos

Las políticas públicas enfocadas en garantizar el derecho humano a una alimentación adecuada requieren ser fortalecidas e implementadas de manera efectiva para las poblaciones en situación de pobreza (Pereira & Oliveira, 2020).

En algunos casos se sugiere que, las medidas de salud pública deberían incluir subsidios directos a las familias de bajos ingresos, especialmente aquellas con niños y con miras a facilitar el acceso a los alimentos básicos (Fang *et al.*, 2021).

Ante esta compleja problemática, es fundamental que los Estados implementen políticas integrales que fortalezcan la resiliencia del sector agrícola y protejan el acceso a los alimentos de los grupos más desfavorecidos (Valencia, 2024).

En este marco, Valencia (2024) propone diversas estrategias clave, como implementar programas de compras públicas de alimentos a pequeños productores para abastecer programas sociales, hospitales y escuelas. También, sugiere invertir en infraestructura, capacitación, financiamiento y transferencia tecnológica para mejorar la productividad agrícola y su resiliencia ante el cambio climático. Además, recomienda subsidiar de forma focalizada a las comunidades rurales vulnerables, fomentar la agroecología, diversificar la producción y promover prácticas agrícolas sostenibles.

La combinación de estas medidas permitiría impulsar la producción interna de alimentos, al mismo tiempo que, se fomenta un desarrollo rural más inclusivo, sentando las bases para sistemas alimentarios más justos y resilientes frente a las fluctuaciones del mercado global.

Para que las políticas públicas en materia alimentaria sean efectivas, se debe tener en cuenta la diversidad de contextos sociales, económicos, demográficos y geográficos en los que se desarrollan (Katz & Meller, 2014).

De hecho, se ha demostrado que políticas como los impuestos a alimentos poco saludables pueden mejorar la salud pública (Abay *et al.*, 2022), aunque políticas mal diseñadas pueden generar efectos adversos, como el caso de Egipto, donde los subsidios alimentarios, destinados a combatir la desnutrición, han contribuido al aumento de las tasas de obesidad (Guibrinet *et al.*, 2024).

Por otro lado, la falta de adaptación de las políticas nacionales a los contextos regionales puede frenar la transición hacia sistemas alimentarios saludables y sostenibles.

En México, existen políticas públicas que buscan mitigar problemas sociales como el hambre, la inseguridad alimentaria y la baja producción agrícola, al tiempo que atienden a diferentes sectores de productores rurales (Salazar & Godoy, 2018). El objetivo de los programas y acciones del gobierno federal es contribuir al bienestar económico y abordar las problemáticas sociales que limitan el ejercicio pleno de los derechos sociales de la población (CONEVAL, 2016).

En los últimos años, el gobierno mexicano implementó una variedad de programas y acciones de desarrollo social, con un número promedio de 243 programas anuales entre 2013 y 2015. No obstante, aunque el presupuesto destinado a estos programas ha aumentado en promedio más del 3% anual, el problema no ha sido la falta de recursos, sino la falta de resultados efectivos debido a la complejidad del proceso de planeación, gestión y evaluación de estas políticas (CONEVAL, 2016).

De hecho, el derecho a la alimentación está reconocido en la Constitución mexicana desde hace más de 11 años. Aunque, cumplir con este mandato constitucional implica más que asegurar la disponibilidad de alimentos; es necesario abordar también la accesibilidad física y económica, así como la calidad de los alimentos.

En las zonas más marginadas de México, los alimentos consumidos coinciden con aquellos que se consideran prioritarios según las políticas alimentarias, como la tortilla, los cereales, las grasas y los alimentos ricos en proteínas como la carne y el frijol. Sin embargo, el acceso a estos alimentos depende de factores como el ingreso económico y la distribución desigual de los mismos.

En este sentido, se ha señalado que el hambre y la desnutrición no son consecuencia de la escasez de alimentos, sino de problemas de acceso y distribución (González-Nolasco & Cordero-Torres, 2019).

Entonces, para garantizar la seguridad alimentaria en todas sus dimensiones, es indispensable un marco institucional sólido que involucre a diferentes actores del Estado, así como a las poblaciones marginadas.

El Estado mexicano deberá generar las condiciones para que las comunidades más vulnerables puedan producir sus propios alimentos, cumpliendo con los estándares internacionales de calidad y nutrientes, de modo que se asegure la estabilidad alimentaria y se proteja el derecho a una alimentación suficiente, nutritiva y de calidad (González-Nolasco & Cordero-Torres, 2019).

2.6 Evidencia empírica de políticas alimentarias en otros países

Las políticas alimentarias desempeñan un papel crucial en la mejora de las condiciones de vida y la reproducción social de amplios sectores de la población (Sordini, 2022).

En este tenor, la intervención estatal es fundamental para reducir la vulnerabilidad al hambre y la pobreza, es un deber especialmente urgente en los países de ingresos bajos y medianos (Pereira & Oliveira, 2020).

En Argentina, la política alimentaria se basa en programas de asistencia directa que, aunque atienden la emergencia alimentaria, no abordan las causas estructurales relacionadas con la producción, distribución y consumo de alimentos. Estos programas, implementados desde los años 80, se han perpetuado sin revertir las condiciones de pobreza, convirtiendo la asistencia estatal en un apoyo constante para las poblaciones más vulnerables (Sordini, 2022).

Por otro lado, en Brasil, el Programa de Adquisición de Alimentos (PAA), establecido en 2003 como parte de la estrategia "Hambre Cero", tiene como objetivo principal garantizar el acceso a alimentos de calidad para las poblaciones en situación de inseguridad alimentaria (Maffra & Boza, 2020).

Este programa también busca fortalecer la agricultura familiar mediante la compra directa de alimentos a pequeños agricultores, promoviendo la inclusión social en áreas rurales y suministrando alimentos a través de redes socio-asistenciales, como escuelas y hospitales (Maffra & Boza, 2020).

En contraste, Colombia ha adoptado un enfoque basado en la lógica de mercado, donde la implementación de las políticas alimentarias se subcontrata a empresas privadas con el objetivo de obtener rentabilidad financiera. En este modelo, el Estado se limita a fiscalizar estas acciones, lo que provoca una desviación de recursos públicos hacia el sector privado, alejándose de la atención directa a la seguridad alimentaria (Mancilla *et al.*, 2020).

Chile, por su parte, cuenta con una Política Nacional de Alimentación y Nutrición, desarrollada en 2017, que se basa en el derecho humano a la alimentación y en la determinación social de la nutrición. La cual está orientada al cumplimiento de dos ODS que son el ODS 2 Hambre cero y el ODS 3 Salud y bienestar (Zamora-Valdés, 2022).

Esta política tiene como propósito mejorar la salud y calidad de vida de la población, mediante un enfoque de derechos humanos que incluye aspectos de interculturalidad, género y determinantes sociales. Se organiza en 8 dimensiones clave, desde la promoción de una alimentación saludable hasta la vigilancia y evaluación de las políticas públicas (Zamora-Valdés, 2022).

En un contexto más amplio, para los países en desarrollo, la soberanía y la seguridad alimentaria son aspectos esenciales (Mekonnen *et al.*, 2021). Por tanto, la evidencia sugiere que para el mejoramiento de la seguridad y soberanía alimentaria se requieren políticas integrales que fortalezcan la producción local y garanticen el acceso a los alimentos, al mismo tiempo que, se salvaguarde a los grupos más vulnerables (Valencia, 2024).

Asimismo, se destaca la necesidad de diseñar políticas que reduzcan la vulnerabilidad a factores como el cambio climático y los recursos energéticos, fenómenos que impactan directamente en la inflación alimentaria (Köse & Ünal, 2024).

Para ello, se sugiere que los países implementen políticas monetarias y fiscales que mitiguen los efectos del tipo de cambio y los salarios sobre los precios de los alimentos, esto como alternativas que hagan frente a la creciente volatilidad de los mercados globales (Köse & Ünal, 2024).

En conclusión, la evidencia empírica de políticas alimentarias en diversos países muestra enfoques diversos, desde la asistencia directa y el fortalecimiento de la agricultura familiar, hasta la lógica mercantil o el enfoque en derechos humanos. Conjuntamente, se observa un desafío común: la necesidad de diseñar políticas integrales y sostenibles que aborden tanto las causas estructurales de la

inseguridad alimentaria como las nuevas amenazas emergentes, como el cambio climático y la volatilidad económica.

2.7 Literatura citada

- Abay, K. A., Ibrahim, H., & Breisinger, C. (2022). Food policies and obesity in low- and middle-income countries. *World Development*, 151, 105775. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105775>
- Anigstein, M. S. (2019). Estrategias familiares de provisión de alimentos en hogares de mujeres-madres trabajadoras de la ciudad de Santiago de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(2), 129-136. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182019000200129>.
- Ayala, J. A. (2024). La seguridad alimentaria en México: Food security in Mexico. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(3), 1515–1525. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2135>
- Ayala, J. P., Correa, L. C., & Campuzano, J. A. (2021). Indicador de pobreza por ingreso en Ecuador y el efecto Covid-19, del 2010 al 2020. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4(2), 248-264.
- Berry, E. M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., & Conforti, P. (2015). Food security and sustainability: can one exist without the other?. *Public health nutrition*, 18(13), 2293-2302. <https://doi.org/10.1017/S136898001500021X>
- Chaudhry, I., Suleman, R., Bhatti, A., & Ullah, I. (2021). Food price fluctuations and its influence on global food market. *Annals of Social Sciences and Perspective*, 2(1), 21-33. <https://doi.org/10.52700/assap.v2i1.33>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Ruralidad, hambre y pobreza en América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/7c0acba4-8f02-49a5-adad-3b92a33a186b/content>

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). *Medición de la pobreza*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2010). *Evolución y determinantes de la pobreza de las principales ciudades de México, 1990-2010*. [https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Evolucion determinantes de la pobreza urbana.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Evolucion%20determinantes%20de%20la%20pobreza%20urbana.pdf)
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2016). *Resultados de pobreza en México 2016 a nivel nacional y por entidades federativas*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/paginas/pobreza_2016.aspx
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2021). *Medición de la pobreza: pobreza en México*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>.
- Cranfield, J. A. (2020). Framing consumer food demand responses in a viral pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 68(2), 151-156. <https://doi.org/10.1111/cjag.12246>
- Cuéllar, J. A. (2011). *Programa de seguridad alimentaria: experiencias en México y otros países*. CEPAL.
- De Hoyos, R. E., & Medvedev, D. (2011). Poverty effects of higher food prices: a global perspective. *Review of Development Economics*, 15(3), 387-402. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2011.00615.x>
- Deaton, A. (1990). Price elasticities from survey data: extensions and Indonesian results. *Journal of econometrics*, 44(3), 281-309. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90060-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90060-7)

- Deaton, A., & Muellbauer, J. (1980). An almost ideal demand system. *The American economic review*, 70(3), 312-326.
<https://www.aeaweb.org/aer/top20/70.3.312-326.pdf>
- Dessus, S., Herrera, S., & De Hoyos, R. (2008). The impact of food inflation on urban poverty and its monetary cost: some back-of-the-envelope calculations. *Agricultural Economics*, 39, 417-429.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00348.x>
- Díaz-Carreño, M. Á., Sánchez-León, M., & Díaz-Bustamente, A. (2016). Inseguridad alimentaria en los estados de México: un estudio de sus principales determinantes. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51), 459-483.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212016000200459&script=sci_arttext
- Dominici, A., Boncinelli, F., Gerini, F., & Marone, E. (2021). Determinants of online food purchasing: The impact of socio-demographic and situational factors. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 60, 102473.
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102473>
- Driediger, F., & Bhatiasavi, V. (2019). Online grocery shopping in Thailand: Consumer acceptance and usage behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 48, 224-237.
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.02.005>
- Fang, D., Thomsen, M. R., & Nayga, R. M. (2021). The association between food insecurity and mental health during the COVID-19 pandemic. *BMC public health*, 21, 1-8.
- Frehner, A., Van Zanten, H. H., Schader, C., De Boer, I. J., Pestoni, G., Rohrmann, S., & Muller, A. (2021). How food choices link sociodemographic and lifestyle factors with sustainability impacts. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126896.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126896>

- Gaitán-Rossi, P., Vilar-Compte, M., Teruel, G., & Pérez-Escamilla, R. (2021). Food insecurity measurement and prevalence estimates during the COVID-19 pandemic in a repeated cross-sectional survey in Mexico. *Public health nutrition*, 24(3), 412-421. <https://doi.org/10.1017/S1368980020004000>
- García-Vázquez, R., López-Santiago, M. A. & Valdivia-Alcalá, R. (2021). Inseguridad alimentaria en los hogares de una comunidad indígena totonaca de México. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 27(1), 35-42. <https://doi.org/10.14642/ENC.2021.27.1.5352>
- García-Vázquez, R., Sánchez-Toledano, B. I., López-Santiago, M. A., & Valdivia-Alcalá, R. (2024a). INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA: CARACTERIZACIÓN HEDÓNICA DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 47(1), 43-43. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.1.43>
- García-Vázquez, R., Sánchez-Toledano, B. I., López-Santiago, M. A., Valdivia-Alcalá, R., López-Santiago A. A. (2024b). Atributos valorados por consumidores mexicanos sobre el queso enriquecido con harina de frijol: técnicas de decisión multicriterio. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 120(1), 93-108. <https://doi.org/10.12706/itea.2023.016>
- Gómez-Trujillo, E. A., Martínez-Andrades, E., Rivas-García, J. A., & Villalobos-Maradiaga, E. M. (2016). La seguridad y soberanía alimentaria. *Revista Iberoamericana De Bioeconomía Y Cambio Climático*, 2(1), 315–324.
- González-Davila, O. (2010). Food security and poverty in Mexico: the impact of higher global food prices. *Food Security*, 2, 383-393. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0077-0>
- González-Nolasco, J. A., & Cordero-Torres, J. M. (2019). Políticas alimentarias y derechos humanos en México. *Estudios soci* <https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i1.5702ales>. *Revista de alimentación*

contemporánea y desarrollo regional, 29(53).
<https://doi.org/10.24836/es.v29i53.657>

Guibrunet, L., Ortega-Avila, A. G., Arnés, E., Ardila, F. M. (2024) Correction: Socioeconomic, demographic and geographic determinants of food consumption in Mexico. *PLOS ONE*, 19(6), e0306437.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306437>

Haq, Z. U., Nazli, H., & Meilke, K. (2008). Implications of high food prices for poverty in Pakistan. *Agricultural Economics*, 39, 477-484.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00353.x>

Hipp, J. R., & Yates, D. K. (2011). Ghettos, thresholds, and crime: Does concentrated poverty really have an accelerating increasing effect on crime?. *Criminology*, 49(4), 955-990. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.2011.00249.x>

Instituto Mexicano de la Competencia (IMCO). (2020). *Las distintas caras de la pobreza*. https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2021/08/05082021_Las-distintas-caras-de-la-pobreza_Documento.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). *Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares 2020 (ENIGH)*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2020/doc/enigh_2020_ns_presentacion_resultados.pdf

Katz, D. L., & Meller, S. (2014). Can we say what diet is best for health?. *Annual review of public health*, 35(1), 83-103. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182351>

Khaleque, A. (2023). Food security and poverty: Searching for a linkage in the poverty prone areas in Bangladesh. *European Journal of Development Studies*, 3(1), 85-94. <https://doi.org/10.24018/ejdevelop.2023.3.1.226>

Khoiriyah, N., Anindita, R., Hanani, N., & Muhaimin, A. W. (2020). Impacts of rising animal food prices on demand and poverty in Indonesia. *Agricultural*

Socio-Economics Journal, 20(1), 67-78.
<https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2020.20.1.9>

Köse, N., & Ünal, E. (2024). The effects of the oil price and temperature on food inflation in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 3269-3295. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02817-2>

Kumar, P., Kumar, A., Shinoj, P., & Raju, S. S. (2011). Estimation of demand elasticity for food commodities in India. *Agricultural Economics Research Review*, 24(1), 1-14.
<https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:aerr&volume=24&issue=1&article=001>

Laborde, D., Martin, W., & Vos, R. (2021). Impacts of COVID-19 on global poverty, food security, and diets: Insights from global model scenario analysis. *Agricultural Economics*, 52(3), 375-390.
<https://doi.org/10.1111/agec.12624>

León-Bon, T. S., & Díaz-Bautista, A. (2020). Impacto de la inflación de los precios de los alimentos en el bienestar de los hogares en situación de pobreza en México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(56). <https://doi.org/10.24836/es.v30i56.1914>

Lipton, M., & Ravallion, M. (1995). Poverty and policy. En: *Handbook of development economics* (pp. 2551-2657). Handbook.
[https://doi.org/10.1016/S1573-4471\(95\)30018-X](https://doi.org/10.1016/S1573-4471(95)30018-X)

Llaguno-Ayala, O. R., Recalde-Bravo, B. D., & Campuzano-Vásquez, J. A. (2021). Análisis de inflación y base monetaria del Ecuador en el periodo 2015-2020. *Sociedad & Tecnología*, 4(S2), 306–319.
[https://doi.org/10.51247/st.v4i\(S2\).153](https://doi.org/10.51247/st.v4i(S2).153)

López-Santiago, M. A., García Vázquez, R., Valdivia Alcalá, R., & Sánchez Toledano, B. I. (2022). Plan estratégico de desarrollo para una comunidad totonaca en México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 19(3), 370–386.
<https://doi.org/10.22231/asyd.v19i3.1510>

- López, R., & Sandoval, S. (2018). La seguridad alimentaria en México: el reto inconcluso de reducir la pobreza y el hambre. *Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología*, 27(1), 125-148.
- Lustig, N., & Martínez, V. (2021). The impact of COVID-19 on inequality and poverty in Mexico. *Estudios Económicos (México, DF)*, 36(1), 7-25. <https://doi.org/10.24201/ee.v36i1.416>
- Maffra, L., & Boza, S. (2020). Influencia de Brasil en la Política Alimentaria Latinoamericana: el programa de compras públicas a la agricultura familiar de Chile. *Estudios internacionales (Santiago)*, 52(195), 65-85. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-3769.57250>
- Magaña-Lemus, D., Ishdorj, A., Rosson, C. P., & Lara-Álvarez, J. (2016). Determinants of household food insecurity in Mexico. *Agricultural and Food Economics*, 4, 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40100-016-0054-9>
- Mancilla, L. P., Yepes, C. E., & Molina, G. (2020). Las políticas y programas de alimentación y nutrición en Colombia bajo la lógica del mercado. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25, 4411-4422. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202511.06142019>
- Mauro, L., & Carmeci, G. (2007). A poverty trap of crime and unemployment. *Review of Development Economics*, 11(3), 450-462. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2006.00350.x>
- Mekonnen, A., Tessema, A., Ganewo, Z., & Haile, A. (2021). Climate change impacts on household food security and farmers adaptation strategies. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100197. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100197>
- Mundo-Rosas, V., Unar-Munguía, M., Hernández, M., Pérez-Escamilla, R., & Shamah-Levy, T. (2019). La seguridad alimentaria en los hogares en pobreza de México: una mirada desde el acceso, la disponibilidad y el consumo. *Salud pública de México*, 61(6), 866-875.

- Navarro, C. M. (2023) Navarro, C. M. (2023). América Latina y los impactos de la guerra en Europa en el ámbito de la seguridad alimentaria. *Política Internacional*, (132), 157–178. <https://doi.org/10.61249/pi.vi132.53>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria*.
<https://fsnnetwork.org/gtranslate/gtranslate.php?glang=es&gurl=resource/introduction-basic-concepts-food-security>
- Ortiz-Galindo, J., & Ríos-Bolívar, H. (2018). La Pobreza en México, un análisis con enfoque multidimensional. *Análisis Económico*, 28(69), 189–218. <https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/150>
- Ortiz-Pech, R., Álvarez-Marchan G. y Alborboz-Medoza L. (2019). Pobreza objetiva y subjetiva de los hogares en Timul, Yucatán y su dependencia a programas sociales. *Estudios sociales, Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29 (54), 1-29. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.817>
- Pachapur, P. K., Pachapur, V. L., Brar, S. K., Galvez, R., Le Bihan, Y., & Surampalli, R. Y. (2020). Food security and sustainability. *Sustainability: Fundamentals and Applications*, 357-374. <https://doi.org/10.1002/9781119434016.ch17>
- Pangaribowo, E. H., & Tsegai, D. W. (2011). Food demand analysis of Indonesian households with particular attention to the poorest. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy*, (151). <https://ssrn.com/abstract=1945226>
- Pare, P. P., & Felson, R. (2014). Income inequality, poverty and crime across nations. *The British journal of sociology*, 65(3), 434-458. <https://doi.org/10.1111/1468-4446.12083>
- Pereira, M., & Oliveira, A. M. (2020). Poverty and food insecurity may increase as the threat of COVID-19 spreads. *Public health nutrition*, 23(17), 3236-3240. <https://doi.org/10.1017/S1368980020003493>

- Pérez-Tepayo, S., Rodríguez-Ramírez, S., Unar-Munguía, M., & Shamah-Levy, T. (2020). Trends in the dietary patterns of Mexican adults by sociodemographic characteristics. *Nutrition journal*, 19, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00568-2>
- Ponce-Ávila, X., García-Vázquez, R., Galindo-Guzmán, M., Maldonado-Jáquez, J., Castillo-Hernández, G., Arenas-Báez, P., Maciel-Torres, S. P., & López-Santiago, M. A. (2024). Analysis of consumption preference of goat products in different regions of Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i17.2566>
- Pourreza, A., Geravandi, S., & Pakdaman, M. (2018). Food security and economic growth. *Journal of Nutrition and Food Security*, 3(3), 113-115. <https://jnfs.ssu.ac.ir/article-1-191-en.pdf>
- Qiu, C., & Hou, M. (2020). Association between food preferences, eating behaviors and socio-demographic factors, physical activity among children and adolescents: a cross-sectional study. *Nutrients*, 12(3), 640. <https://doi.org/10.3390/nu12030640>
- Ramírez, R. F., Vargas, P. L., & Cárdenas, O. (2020). La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional. *Espacios*, 41(45), 319-328. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n45p25>
- Rizk, R., & Slimane, M. B. (2018). Modelling the relationship between poverty, environment, and institutions: a panel data study. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(31), 31459-31473. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3051-6>
- Romero, A. (2000). El mundo de la pobreza (Primera parte). *Tendencias*, 1(2), 35-59. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/696/849>
- Salazar, R. L., & Godoy, S. A. S. (2018). La seguridad alimentaria en México: el reto inconcluso de reducir la pobreza y el hambre. *Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología*, 27(1), 125-148.

- Sen, A. (1985). Desarrollo:¿ Ahora, hacia dónde?. *Investigación económica*, 44(173), 129-156. <https://www.jstor.org/stable/42778219>
- Sordini, M. V. (2022). La política del hambre: una emergencia permanente en Argentina. *Revista de sociología e política*, 30, e004. <https://doi.org/10.1590/1678-98732230e004>
- Soto-Puras, C., & Pérez-Roa, L. (2024). Intersecciones entre las estrategias de movilidad e itinerarios de compra: El caso de los hogares de sectores medios en Chile. *Rumbos TS*, 19(31), 83-103. <http://dx.doi.org/10.51188/rrts.num31.823>
- Timmer, C. P. (2000). The macro dimensions of food security: economic growth, equitable distribution, and food price stability. *Food policy*, 25(3), 283-295. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(00\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(00)00007-5)
- Timmer, P. (2004). Food Security and Economic Growth: An Asian Perspective. *Center for Global Development Working Paper*, 51. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1112795>
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (2010). *Food Security and Nutrition in Mexico*. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Food%20Security%20and%20Nutrition%20in%20Mexico_Mexico_Mexico_7-9-2010.pdf
- Urquía-Fernández, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud pública de México*, 56, s92-s98. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2014.v56suppl1/s92-s98/es>
- Valencia, E. H. (2024). Desafíos de la seguridad alimentaria en el contexto de los acuerdos de complementación económica. *Revista Política Internacional*, 6(3), 297-321. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12627740297>

- Valero-Gil, J. N., & Valero, M. (2008). The effects of rising food prices on poverty in Mexico. *Agricultural Economics*, 39, 485-496. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00354.x>
- Vu, L. H. (2020). Estimation and analysis of food demand patterns in Vietnam. *Economies*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.3390/economies8010011>
- White, M. (2007). Food access and obesity. *Obesity reviews*, 8(1), 99-107.
- Wood, B. D., Nelson, C. H., & Nogueira, L. (2012). Poverty effects of food price escalation: The importance of substitution effects in Mexican households. *Food Policy*, 37(1), 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.11.005>
- Yau, A., White, M., Hammond, D., White, C., & Adams, J. (2020). Socio-demographic characteristics, diet and health among food insecure UK adults: cross-sectional analysis of the International Food Policy Study. *Public health nutrition*, 23(14), 2602-2614. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000087>
- Zamora-Valdés, P. (2022). Política nacional de alimentación y nutrición de Chile. *Revista chilena de nutrición*, 49, 39-42. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182022000400039>
- Zarei, M. M., Agudo-Peregrina, A. F., & Ponce-Cueto, E. (2020). Choosing the delivery and return method in purchases: the effect of situational factors in omni-channel contexts. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 33 (1), 2120–2137. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1596825>

CAPÍTULO 3. EL ACCESO A LOS ALIMENTOS DE LOS HOGARES POBRES EN MÉXICO: UNA APLICACIÓN DE ÁRBOL DE CLASIFICACIÓN

Resumen

La pobreza y el acceso a los alimentos son de los grandes problemas en los países en desarrollo, en México la pobreza afecta a más del 20% de su población. El objetivo de la investigación analizar los factores que explican el acceso a los alimentos por los hogares mexicanos y formular un modelo predictivo. Se emplea la técnica de *machine learning* conocida como árbol de clasificación y los resultados se comparan con los de un modelo logit, utilizado con frecuencia en la literatura. Con respecto al *benchmark*, el árbol de clasificación provee mayor precisión en clasificar a los hogares con riesgo de no acceder a los alimentos (0.6039 *versus* 0.5402) y da una interpretación visual de los resultados. Con base en los hallazgos se concluye que, al implementar un programa social destinado a mejorar el acceso a alimentos de calidad en los hogares mexicanos, se debería priorizar a aquellos con más de cuatro integrantes, así como a los hogares rurales y urbanos de bajos ingresos que cuentan con una alta proporción de menores y un nivel educativo básico o inferior.

Abstract

Poverty and food access are some of the major problems in developing countries; in Mexico they affect more than 20% of the population. The research analyzes the factors that explain the by Mexican households' food access and formulates a predictive model. For this, the machine learning technique known as classification tree is used and the results are compared with those of a logit model, frequently used in the literature.

With respect to the benchmark, the classification tree provides higher accuracy in classifying households at risk of not accessing food (0.6039 *versus* 0.5402) and gives a visual interpretation of the results. The findings suggest that poor households, rural households, households with more than three members or

those lacking basic education should be prioritized in social policies, as they have the highest odds of not having food access in Mexico.

Introducción

La pobreza en México es uno de los grandes problemas para el desarrollo; de acuerdo con cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), más del 40% de su población la padece y se ha agudizado en los últimos años; debido, entre otros, a los eventos disruptivos que ha experimentado la economía mundial a causa de la pandemia del SARS-COV2. La población en condición de pobreza pasó del 41.9% en 2018 al 43.9% en 2020 (CONEVAL, 2021), lo que se tradujo en un aumento en las carencias monetarias y/o sociales en cerca de 4 millones de personas. Si solo se considera la dimensión monetaria, definida con base en las líneas de bienestar¹ del CONEVAL, en 2020 52.8% de la población mexicana no tuvo ingresos suficientes para adquirir los bienes y servicios básicos para su desarrollo y 17.2% no solo no pudo acceder a los servicios básicos, como salud o educación, sino que no tuvo lo suficiente para comprar la canasta alimentaria; al 2020, 22.5% de la población mexicana carecía de acceso a los alimentos nutritivos y de calidad (CONEVAL, 2021).

El acceso a los alimentos es parte de los pilares de la seguridad alimentaria, de acuerdo con la literatura existente esta dimensión se asocia, entre otros, con el crecimiento económico (Timmer, 2000; Timmer, 2004; Pourreza et al., 2018), la salud (White, 2008) y la sustentabilidad (Berry et al., 2015; Pachapur et al., 2020). Para México, Urquía-Fernández (2014) señala que la carencia alimentaria, su concentración espacial y la estructura productiva subyacente se traduce en un bajo crecimiento productivo.

¹ Las líneas de bienestar son cestas de consumo básicas que define y calcula el CONEVAL. El organismo emplea dos en los cálculos. Línea de Pobreza Extrema por Ingresos: equivalente al valor monetario de la canasta alimentaria por persona al mes y Línea de Pobreza por Ingresos (LPI), equivalente al valor monetario total de la canasta alimentaria más la no alimentaria por persona al mes.

En la literatura se ha identificado que el acceso a los alimentos (seguridad alimentaria) está determinado por el tamaño y condición de ruralidad de las localidades y su ingreso económico (Mundo-Rosas et al., 2021), la escolaridad medía de los hogares y la producción primaria per cápita (Díaz-Carreño et al., 2016), así como la edad, lengua y condiciones del jefe de familia como sexo o situación conyugal (Magaña-Lemus et al., 2016). Los estudios comparten el uso de datos a nivel hogar y que emplean modelos de respuesta categórica múltiples como el logístico multivariado o el “*ordered probit*”. Para su implementación se hace una preselección de las covariables o variables explicativas, por lo que se puede incurrir en la omisión de variables importantes o la inclusión de algunas con bajo poder explicativo.

A diferencia de los estudios citados, la investigación tiene como objetivo analizar los determinantes del acceso a los alimentos nutritivos y de calidad por parte de los hogares mexicanos a partir de un modelo de aprendizaje de maquina o “*machine learning*” que permite identificar dentro de un conjunto de variables, a las más relevantes y que proveen la mejor base predictiva para la simulación de escenarios. Se utiliza información reciente y con representatividad nacional del mismo CONEVAL y de la Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares o ENIGH del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI), en concordancia con Magaña-Lemus et al. (2016).

Materiales y métodos

i) Base y tratamiento de la información

La investigación emplea dos fuentes de datos de corte transversal: la base del CONEVAL 2020, (CONE2020)² (CONEVAL, 2022), y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares para el mismo año, en adelante ENIGH2020 (INEGI, 2022). La primera mide o concentra variables de los hogares mexicanos relacionados con la pobreza y la segunda “proporciona un panorama estadístico

² Es la base empleada en las estadísticas oficiales de México para temas de pobreza. Además, es resultado del procesamiento de la ENIGH por parte del instituto para cada año, por lo que ambas bases son compatibles.

del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares [...]; adicionalmente, ofrece información sobre las características ocupacionales, sociodemográficas y acceso a alimentación de los integrantes del hogar” (INEGI, 2022).

Ambas son compatibles y pueden ser concatenadas con base en los identificadores de hogar. La investigación utiliza el apartado de concentrado del hogar (concentradohogar) de la ENIGH2020, que tiene un agrupado de las variables más relevantes, y se concatenó a la CONE2020 de acuerdo con dicho identificador. En el Cuadro 1 se detallan las principales variables consideradas en la investigación y que son resultado de concatenar las bases antes mencionadas.

Cuadro 1. Variables utilizadas en la investigación.

Variable	Tipo	Descripción
Ict	Continua	Ingreso corriente trimestral del hogar
Ictpc	Continua	Ingreso corriente trimestral per cápita de los integrantes de un hogar particular
Rururb	dicotómica	rururb=1 si el hogar es rural, rururb=0 en otro caso.
Tamhogesc	Continua	Integrantes del hogar
menores_share	Continua	Proporción de integrantes del hogar menores de 16 años.
Hli	dicotómica	hli=1 si el hogar es considerado como indígena, hli=0 en otro caso.
Plp	dicotómica	plp=1 si el hogar es pobre por ingresos, plp=0 en otro caso.
sexo_jefe	dicotómica	Sexo_jefe=1 si el jefe de la familia es mujer, Sexo_jefe=0 si es hombre.

Variable	Tipo	Descripción
educa_jefe	Discreta	Sin instrucción=0, Básica (con algún nivel de primaria o secundaria)=1, Preparatoria o profesional=2
acc_alim1	dicotómica	Preocupación por que la comida se acabe=1 y No preocupación por que la comida se acabe=0
acc_alim2	dicotómica	Sin comida=1 y con comida=0
acc_alim3	dicotómica	Poca variedad de alimentos=1 y variedad de alimentos=0
acc_alim5	dicotómica	Adulto dejo de tener o ingerir alguno de sus alimentos=1 y adulto no dejo de tener o ingerir alguno de sus alimentos=0
acc_alim6	dicotómica	Adulto consume menos alimentos=1 y adulto no consume menos alimentos=0
acc_alim7	dicotómica	Adulto sintió hambre y no consume alimentos=1 y adulto no sintió hambre y no consume alimentos=0
acc_alim8	dicotómica	Adulto dejo de comer alguna vez=1 y adulto no dejo de comer alguna vez=0
acc_alim9	dicotómica	Adulto mendigo por comida=1 y adulto no mendigo por comida=0
acc_alim10	dicotómica	Menor con alimentos no sanos=1 y menor sin alimentos no sanos=0
acc_alim11	dicotómica	Menor con poca variedad de alimentos=1 y menor con variedad de alimentos=0

Variable	Tipo	Descripción
acc_alim12	dicotómica	Menor consume menos alimentos=1 y menor no consume menos alimentos=0
acc_alim13	dicotómica	Disminuyo comida para algún menor=1 y no disminuyo comida para algún menor=0
acc_alim14	dicotómica	Menor sintió hambre y no consume alimentos=1 y menor no sintió hambre y consume alimentos=0
acc_alim15	dicotómica	Menor se acostó con hambre=1 y menor no se acostó con hambre=0
acc_alim16	dicotómica	Menor con una o menos comidas al día=1 y menor con más de una comida al día=0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH2020 y CONE2020.

La variable dicotómica de acceso a los alimentos nutritivos y de calidad es la empleada por el CONEVAL (2021) y se calculó en dos pasos. Primero, se empleó la escala latinoamericana de seguridad alimentaria para identificar el nivel de inseguridad de los hogares (inseguridad alimentaria severa, moderada, leve y seguridad alimentaria), para lo cual se agregaron las variables acc_alim1-acc_alim16 de acuerdo con la siguiente relación.

$$nivel_seguridad = \begin{cases} \sum_{i=1}^9 acc_alim_i & \text{si el hogar no tiene menores} \\ \sum_{i=1}^{16} acc_alim_i & \text{si el hogar tiene menores} \end{cases}$$

El rango de la variable va de 0 a 16, que depende del número de respuestas afirmativas de su estatus de acceso a los alimentos. Una vez construida la variable se utilizó para clasificar el grado de seguridad alimentaria de acuerdo

con las directrices de la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Puntos de corte para la clasificación de la (in)seguridad alimentaria según tipo de hogar.

Tipo de hogar	Seguridad	Inseguridad leve	Inseguridad moderada	Inseguridad severa
Hogares integrados solamente por adultos	0	1 a 3	4 a 6	7 a 9
Hogares integrados por adultos y menores	0	1 a 5	6 a 10	11 a 15

Fuente: FAO (2012).

La variable *nivel_seguridad*, se tomó como insumo para generar una variable indicadora (*sin_acceso_alimentos*), igual a la unidad si los hogares tuvieron un grado de inseguridad alimentario severo o moderado, y cero de otra forma. En el Cuadro 3 se disponen las estadísticas descriptivas de la base de datos.

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de la base de datos.

Variable	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Observaciones
lct	14,827.320	10,533.120	22,163.470	89,006
lctpc	5,317.4090	3,553.4360	10,620.0600	89,006
Tamhogesc	3.2216	2.9835	1.5395	89,006
Hli	0.08340	-	0.27648	89,006
Plp	0.4623	NA	0.4986	89,006
Rururb	0.21564	-	0.41127	89,006
sexo_jefe	0.2987	NA	0.4577	89,006
sin_acceso_alimentos	0.23263	-	0.42251	89,006

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH2020 y CONE2020, para su elaboración se emplean los pesos muestrales de las encuestas.

En promedio, los hogares analizados se caracterizan por tener un ingreso trimestral de \$14,827.32 y 50% de los mexicanos tiene un ingreso inferior a \$3,553 trimestrales. Ambos valores por debajo de la línea de pobreza por ingresos del CONEVAL, que para 2020 fue de \$10,857 en el ámbito urbano y \$7,665 en el rural, lo que se reflejó en que un 46.2% de la población padeciera pobreza por ingresos. El 21.5% de los hogares son clasificados como rurales, 8.3% tienen al menos un integrante de habla indígena, 29.8% tiene como jefes de familia a mujeres y 23.2% tuvo falta de acceso a los alimentos. En adelante se detalla el modelo estadístico para el análisis de los determinantes detrás de esta última dimensión socioeconómica.

ii) Modelo estadístico

En el contexto del aprendizaje automático de maquina o “*machine learning*”, clasificar las observaciones en categorías de acuerdo con una serie de atributos, por ejemplo, que los hogares puedan o no acceder a los alimentos en función de ingresos o características, es parte de las técnicas no supervisadas. Existen diversos tipos de algoritmos para la clasificación, por ejemplo, la regresión logística, *k-Nearest Neighbors* o los árboles de decisión (ver Alsharkawi et al., 2021). Su desempeño es dependiente del tipo de información analizada, los criterios de decisión y el costo computacional.

La investigación analiza el acceso a los alimentos con un árbol de clasificación por tres motivos: 1) provee una vista gráfica de los resultados, que es útil para los hacedores de políticas públicas, ya que facilita su comprensión; 2) permite hacer una preselección de las variables significativas en predecir la variable respuesta y; 3) ha demostrado tener buen performance, generalmente, superiores a la regresión logística, que es ampliamente usada en estudios similares (ver, por ejemplo, Speybroeck et al. [2004], Bilton et al. (2017), Alsharkawi et al. [2021]).

Un árbol de clasificación (también conocido como CART en la literatura por *Classification And Regression Trees*) es un modelo no paramétrico que da como resultado un árbol de decisión binario. Como señala Speybroeck et al. (2004, pp. 138).

La construcción de un árbol de clasificación comienza con un nodo raíz, que contiene todos los atributos, y luego, a través de un proceso de preguntas sí/no, genera nodos descendientes. Comenzando con el primer nodo, CART encuentra la mejor variable posible para dividir el nodo en dos nodos secundarios. Para encontrar la mejor variable, el software verifica todas las variables de división posibles (llamadas *splitters*), así como todos los valores posibles de la variable que se usará para dividir el nodo. Al elegir el mejor divisor, el programa busca maximizar la "pureza" promedio de los dos nodos secundarios.

Es así, que los resultados de un modelo CART pueden ser visualizados por medio de una estructura de árbol. La manera es que las N observaciones son clasificadas a cada nodo m es tal que minimiza la siguiente función de costos:

$$C_{\alpha}(T) = \sum_{m=1}^{|T|} N_m Q_m(T) + \alpha |T|$$

Donde: $|T|$ es el número de nodos terminales, N_m es el número de observaciones en la región delimitada por el nodo m, $Q_m(T)$ es la medida de impureza en el nodo T, y $\alpha \geq 0$ es el parámetro de calibración, que gobierna el equilibrio entre el tamaño del árbol y su bondad de ajuste a los datos. Los valores grandes de α dan como resultado árboles más pequeños y, a la inversa, para valores más pequeños de α (Hastie et al., 2008). Los detalles técnicos del algoritmo pueden ser consultados en Breiman et al. (1984).

Dentro de las medidas de impureza, $Q_m(T)$, se encuentran las siguientes: Misclassification error, Gini index y Cross-entropy. En la investigación se utiliza el índice de Gini para hacer crecer el árbol, debido a sus propiedades en la optimización numérica, mientras que para guiar la reducción de la complejidad

de costos se utiliza el Misclassification error debido a su menor sensibilidad a la asignación de nodos (Hastie *et al.*, 2008). Una vez estimado el árbol de clasificación, para su evaluación se emplearon tres métricas:

Medida de exactitud o *accuracy*: identifica el porcentaje de éxito en la clasificación de las categorías.

$$\frac{\text{verdadero positivo} + \text{verdadero negativo}}{(\text{verdadero positivo} + \text{falso positivo}) + (\text{verdadero negativo} + \text{falso negativo})}$$

Matriz de confusión: Muestra el número de clasificaciones correctas e incorrectas del conjunto de datos de prueba en cada clase.

iii) Software estadístico

Para la construcción de la base de datos se utiliza el programa Statistical Software for Data Science (STATA) 14, ya que las bases de datos son exportables en formato *dta* (el leído por el software) y para elaboración del árbol de clasificación se emplea Rstudio, en específico su paquetería *rpart*.

Resultados

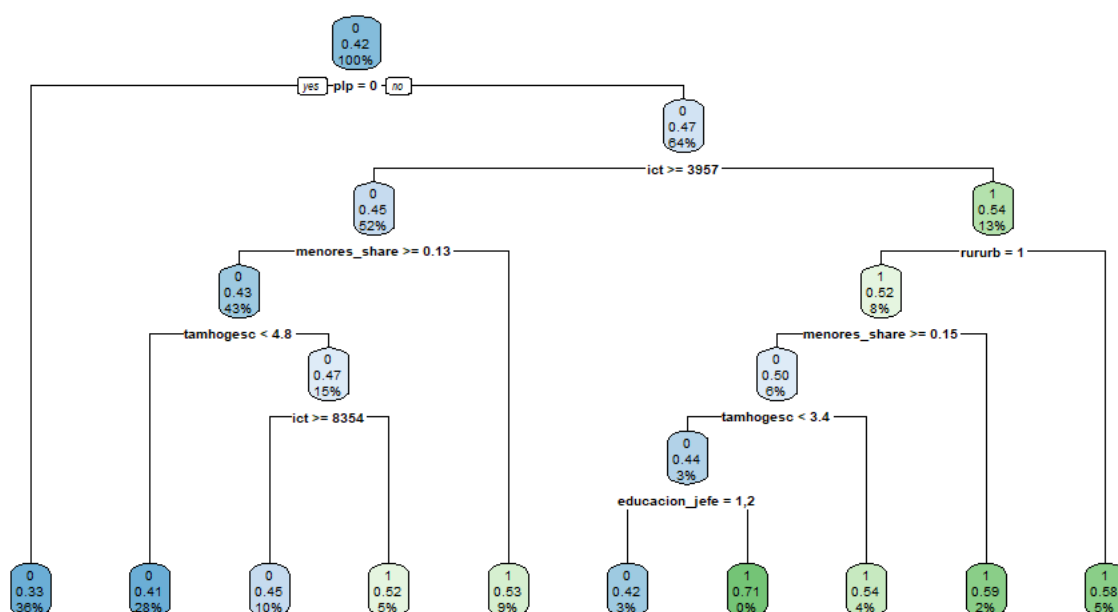
En la implementación del árbol de clasificación se utilizaron las observaciones sin datos nulos de la base de datos y las variables en el Cuadro 1. Si bien la proporción de los valores de la variable respuesta (*sin_acceso_alimentos*) es cercana al 30%, los valores son permisibles. Por lo que no fueron empleados métodos de *subsampling* u *oversampling* que reduzcan el posible sesgo de los resultados ante la existencia de categorías sub-representadas.

La base de datos original fue dividida aleatoriamente en dos. La parte de entrenamiento con el 70% de las observaciones, sobre la cual fue calibrado el modelo de árbol de clasificación y la parte de prueba o test, con las observaciones restantes, que nos permitieron medir el comportamiento del modelo en la predicción de la variable respuesta.

En la Figura 1 se muestra el árbol de clasificación obtenido de la parte de entrenamiento que minimiza el error de la validación cruzada. Su interpretación

es la siguiente, al partir de cualquier nodo se hace una “decisión”, se va a la derecha de la rama del árbol si la respuesta es negativa y a la izquierda si es afirmativa, al final se llega a un resultado, sobre cuál es el evento más probable para cada observación. Por ejemplo, partiendo del nodo inicial, si un hogar no es pobre por ingresos ($plp=0$, rama izquierda del árbol) entonces es muy probable que tenga acceso a los alimentos ($\sin_acceso_alimentos=0$), resultado que comparte el 36% de la población en la fase de entrenamiento.

Figura 1. Árbol de clasificación para el acceso de los alimentos en México



Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, si el hogar es pobre (rama derecha del árbol) y su ingreso es menor a \$3,957 trimestral (rama derecha del segundo nivel del árbol) el resultado es no tener acceso a los alimentos; situación que se agrava si el hogar es urbano ($rururb=0$). Por otra parte, aquellos que a pesar de ser pobres y tienen ingreso trimestral superior a \$3,957 tienen mayores probabilidades de acceder a los alimentos (52% de la población, rama izquierda del segundo nivel del árbol).

El hecho de que no aparezcan todas las variables del Cuadro 1 en el árbol se debe a la selección de variables de la técnica estadística, la cual solo considera a la condición de pobreza, el ingreso, educación del jefe de familia, el número de

integrantes y la proporción de menores del hogar, como las variables con mayor relevancia. Lo que es acorde a lo encontrado por Mundo-Rosas et al. (2021) y Díaz-Carreño et al. (2016).

Una vez estimado el árbol de clasificación se obtuvieron sus métricas de desempeño con la base de datos de test. En el Cuadro 4 se muestra su matriz de confusión; se observa que la tasa de éxito de predecir que los hogares no tengan acceso a los alimentos es del 75.05%, es decir, de cada 100 eventos se acierta en 75 de ellos.

Cuadro 4. Matriz de confusión de los resultados.

		Observado	
		Con acceso	Sin acceso
Predicho	Con acceso	8,468	5,195
	Sin acceso	1,871	2,303
Tasa de error		0.5025	0.2495
Tasa de éxito		0.4975	0.7505

Fuente: elaboración propia.

De la información del Cuadro 4 se obtuvo el indicador de *accuracy* (verdaderos positivos + verdaderos negativos entre la muestra). La métrica nos dice que el modelo estimado clasifica de manera correcta el 60.39% de todos los resultados, tanto de acceso como no acceso.

$$accuracy = \frac{2,303 + 8,468}{17,837} = 0.6039$$

Con la finalidad de comparar el desempeño del modelo se estimó un modelo logit, considerando las variables explicativas seleccionadas por el árbol de clasificación y sobre la base de entrenamiento, y se obtuvieron sus métricas de *accuracy* con la base de test. En el Cuadro 5 se muestran los resultados; por sus p-valores,

salvo por el intercepto, los estimadores son estadísticamente distintos a cero al 95% de confianza.

Cuadro 5. Resultados de modelo logit.

	Estimador	Error estándar	z value	Pr(> z)
intercepto	-9.043e-02	7.623e-02	-1.1860	0.2355
plp	2.017e-01	4.007e-02	5.0350	4.77e-07
ict	-3.084e-05	2.509e-06	-12.291	< 2e-16
Sexo_jefe	-1.435e-01	5.317e-02	-2.6990	0.0070
tamhogesc	-3.100e-01	5.962e-02	-5.2000	1.99e-07
tamhogesc	8.797e-02	1.084e-02	8.1180	4.73e-16
rururb	-9.386e-02	2.787e-02	-3.3670	0.0008
menores_share	-5.980e-01	7.034e-02	-8.5020	< 2e-16
Accuracy=0.5402				

Fuente: elaboración propia, como punto de corte en decidir si hay acceso a los alimentos o no se toma el valor de 0.5

Al igual que el árbol de clasificación, la condición de pobreza y mayor número de integrantes del hogar aumentan la probabilidad de acceder a los alimentos *versus* no hacerlo, caso contrario para el resto de las variables.

La interpretación de los coeficientes del modelo logit se asocia a los efectos marginales que tiene la variable explicativa sobre el logaritmo de la probabilidad de no tener acceso a los alimentos *versus* tener acceso, los denominados “*log-odds ratios*”. Adicional a esta complejidad técnica en la interpretación de los resultados, *versus* el resultado visual del árbol de clasificación, el *accuracy* del modelo logit es inferior al árbol de clasificación, por lo que los resultados del segundo resultan más confiables en identificar la variable respuesta e interpretables, por lo que serían deseables en la toma de decisiones.

Conclusiones

Se identifica la pobreza, medida a través del ingreso, la educación del jefe de familia, el número de integrantes del hogar y la proporción de menores, como las variables con mayor poder predictivo para determinar el acceso a alimentos. En comparación con el escenario base, el modelo de árbol de clasificación utilizado no solo es más fácil de interpretar, sino que también ofrece mayor precisión para identificar a la población vulnerable que enfrenta inseguridad alimentaria.

La población más propensa a padecer hambre se caracteriza por tener ingresos trimestrales inferiores a \$3,957, más de tres integrantes en el hogar y carecer de educación formal. Por lo tanto, al implementar un programa social destinado a mejorar el acceso a alimentos de calidad en los hogares mexicanos, se debería priorizar a aquellos con más de cuatro integrantes, así como a los hogares rurales y urbanos de bajos ingresos que cuentan con una alta proporción de menores y un nivel educativo básico o inferior.

Si bien estos hallazgos ayudan a identificar, mediante técnicas estadísticas, a las poblaciones más vulnerables, no proporcionan evidencia sobre el impacto a largo plazo que podría tener la focalización de apoyos en estas comunidades, ni cuál sería la política óptima a seguir. Además, al ser un estudio de cobertura nacional, no se explota la heterogeneidad de cada región geográfica de México. Por lo tanto, futuras investigaciones deberían explorar estas discrepancias y evaluar los escenarios de impacto regionales.

Literatura citada

- Barret, C. (2010). Measuring Food Insecurity. *Science* 327: pp. 825-828. DOI 10.1126
- Berry, E., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., & Conforti, P. (2015). Food security and sustainability: Can one exist without the other? *Public Health Nutrition*, 18(13), 2293-2302. doi:10.1017/S136898001500021X

- Bilton, P., Jones, G., Ganesh, S.. & Haslett, S. (2017). Classification trees for poverty mapping. *Computational Statistics & Data Analysis* 115: pp. 53-66.
- CONEVAL (2021). Nota técnica sobre la medición multidimensional de la pobreza, 2018-2020. Ciudad de México. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Notas_pobreza_2020/Nota_tecnica_medicion_multidimensional_de_la_pobreza_2018_2020.pdf
- CONEVAL (2022). [base de datos] Programas de cálculo y bases de datos 2016-2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezalInicio.aspx>.
- Díaz-Carreño, Miguel Ángel, Sánchez-León, Mayte, & Díaz-Bustamente, Alejandra. (2016). Inseguridad alimentaria en los estados de México: un estudio de sus principales determinantes. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51), 459-483.
- INEGI (2022). [base de datos] Microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH): 2020 Nueva serie. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/default.html>.
- Magaña-Lemus, D., Ishdorj, A., Rosson, C.P. et al. Determinants of household food insecurity in Mexico. *Agric Econ* 4, 10 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40100-016-0054-9>
- Mundo-Rosas, Verónica, Unar-Munguía, Mishel, Hernández-F, Mauricio, Pérez-Escamilla, Rafael, & Shamah-Levy,, Teresa. (2019). La seguridad alimentaria en los hogares en pobreza de México: una mirada desde el acceso, la disponibilidad y el consumo. *Salud Pública de México*, 61(6): pp. 866-875
- Pachapur, P.K., Pachapur, V.L., Brar, S.K., Galvez, R., Le Bihan, Y. and Surampalli, R.Y. (2020). Food Security and Sustainability. In *Sustainability* (eds R. Surampalli, T. Zhang, M.K. Goyal, S. Brar and R. Tyagi). <https://doi.org/10.1002/9781119434016.ch17>

- Pourreza, A.; Geravandi, S. & Pakdaman, M. (2018). Food Security and Economic Growth. *Journal of Nutrition and Food Security* 3(3): pp. 113-115.
- Speybroeck, N.; Berkvens, D.; Mfoukou-Ntsakala, A.; Aerts, M.; Hens, N.; Van Huylenbroeck, G. & Thys, E. (2004). Classification trees versus multinomial models in the analysis of urban farming systems in Central Africa. *Agricultural Systems* 80: pp. 133–149.
- Hastie, T.; Tibshirani, R. & Friedman, J. (2008). Additive Models, Trees, and Related Methods. En *The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer Series in Statistics, 2nd edition.
- Timmer, P. (2000). The macro dimensions of food security: economic growth, equitable distribution, and food price stability. *Food Policy* 25(3): pp. 283-295.
- Timmer, P. (2004). Food Security and Economic Growth: An Asian Perspective. Center for Global Development Working Paper No. 51. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1112795>
- Urquía-Fernández, Nuria. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud Pública de México*, 56(1), pp. 92-98.
- White, M. (2007). Food access and obesity. *Obesity reviews* 8 (1): pp. 99–107.

CAPÍTULO 4. LA DEMANDA DE ALIMENTOS DE LOS HOGARES POBRES MEXICANOS Y LOS EFECTOS DE ALZAS DE PRECIOS

Resumen

Los altos y volátiles precios de los alimentos pueden perjudicar la seguridad alimentaria de los países, al erosionar el poder adquisitivo de su población, principalmente en países con alta incidencia de pobreza, como es el caso de México, donde poco más del 40% de la población no cuenta con los ingresos suficientes para adquirir los bienes y servicios básicos. La investigación analiza cómo el alza de los precios afecta el bienestar de los hogares a partir de la estimación de un modelo de demanda casi ideal aplicado a los hogares mexicanos para 2022, dicho modelo además de resolver interrogantes de cómo los hogares ajustan sus consumos ante variaciones en precios e ingresos, permite inferir los ajustes en la condición de pobreza a razón de los ajustes en la variación compensada. Los resultados indican que ante incrementos de 25% en el precio de la tortilla, *ceteris paribus*, la pobreza aumenta un 0.22%, es decir, cerca de 244,293 de mexicanos con ingresos por debajo de la línea de pobreza. Cifra similar a los aumentos en el precio del huevo y el resto de los bienes analizados en la investigación, con +0.20% y +0.43%, respectivamente. Esto indica que la política nacional contra la pobreza debe trascender los apoyos directos a los hogares y enfocarse en estrategias sostenibles que mantengan o reduzcan los precios de los alimentos básicos a largo plazo. Entre estas estrategias se podrían incluir el fomento a la productividad del sector agrícola mexicano y la mejora en la disponibilidad de insumos esenciales, como fertilizantes, a precios competitivos.

Abstract

High and volatile food prices can harm the food security of countries by eroding the purchasing power of their population, mainly in countries with a high incidence of poverty, as is the case of Mexico, where just over 40% of the population does not have sufficient income to acquire basic goods and services.

The research analyzes how the rise in prices affects the well-being of households based on the estimation of an almost ideal demand model applied to Mexican households for 2022, said model in addition to resolving questions about how households adjust their consumption to variations in prices and income, allows us to infer the adjustments in the poverty condition due to the adjustments in the compensated variation.

The results indicate that increases of 25% in the price of tortilla, poverty would increase by 0.22%, that is, about 244,293 more Mexican people with incomes below the poverty line. A figure similar to the increases in the price of eggs and the rest of the goods analyzed in the research, with +0.20% and +0.43%, respectively.

Introducción

Los altos y volátiles precios de los alimentos pueden perjudicar la seguridad alimentaria de los países al erosionar el poder adquisitivo de su población y con ello la consecuente reducción en la adquisición, ingesta de calorías y precariedad nutricional. Esto es especialmente importante para los hogares pobres quienes, al gastar la mayor proporción de su ingreso en alimentos, los hace vulnerables a las alzas de precios y hace que su condición de pobreza persista o empeore (Fondo Monetario Internacional, FMI, 2012).

Esta situación es de importancia en el contexto de la economía mexicana, donde si bien ha habido avances importantes que han reducido los niveles de pobreza y las carencias de los hogares a través de las políticas públicas, aún para 2022 cerca de 43.50% de su población se encontró en condición de pobreza por ingresos y 12.10% en pobreza extrema (CONEVAL, 2024). Más aún, posterior a la pandemia del coronavirus del 2019, las economías globales experimentaron un creciente aumento de sus niveles de inflación, principalmente en alimentos, en el mundo la inflación aumentó cerca del 50%.

Para resolver interrogantes de la política pública, como las relacionadas con reducir la pobreza, prever sus modificaciones a lo largo del tiempo o inferir los

efectos de la presión inflacionaria, es imperante comprender cómo los consumidores ajustan sus niveles de consumo/gasto de bienes y servicios, ante ajustes en los precios de mercado (Deaton, 1990).

Al analizar la demanda de los hogares pobres, principalmente de países en desarrollo, generalmente se tiene poca información de series de tiempo para la estimación de las elasticidades que enfrentan los consumidores, como fue señalado por Deaton (1990).

Por ejemplo, en el caso de México, la medición de la pobreza se actualiza cada dos años y las observaciones son menores a 20, lo que es poco para una estimación confiable.

Diversos estudios han analizado la demanda de alimentos utilizando el Modelo de Demanda Casi Ideal (MDCI) en diferentes países y años. Por ejemplo, Sengun y Toncel (2005) llevaron a cabo un estudio en Turquía en 1994, enfocándose en bienes como pan, cereales, carne, leche, queso, huevos y vegetales. En Pakistán, Haq, Nazli y Meilke (2008) analizaron la demanda de trigo, arroz, frutas, vegetales y leche entre 2004 y 2005.

En México, González-Dávila (2010) se centró en el maíz durante el periodo de 2006 a 2008, mientras que Wood, Nelson y Nogueira (2012) examinaron en el mismo país, pero en 2006, la demanda de tortillas, cereales, carne, lácteos, frutas y verduras, también utilizando el MDCI.

Por su parte, Kumar et al. (2011) aplicaron un modelo cuadrático de MDCI en India, abarcando un amplio rango de bienes como cereales, vegetales, frutas, productos lácteos, azúcar y carnes entre 1983 y 2005. Finalmente, Khoiriyah et al. (2020) estudiaron en Indonesia, en 2016, la demanda de huevos, leche y carnes de pollo, res y pescado, utilizando nuevamente el modelo cuadrático de MDCI.

La frecuencia en la implementación del MDCI se debe a que satisface los principios elementales de la teoría de la demanda, a diferencia del sistema de

gasto lineal o el Rotterdam, y su estimación es menos compleja que otros sistemas como el translog (Pangaribowo, 2011).

Con base en los antecedentes, la investigación analiza la demanda de alimentos de los hogares pobres de México, para inferir cómo los cambios de precios afectan sus niveles de consumo y reducen su bienestar; debido a las pocas observaciones de series de tiempo, la investigación hace uso de datos de corte transversal de encuestas de hogares, y para el cálculo de las elasticidades, se emplea la aproximación lineal del sistema de demanda casi ideal con base en el estimador de Heckman de dos etapas.

En la estimación se utiliza información de 2022 y con representatividad nacional del mismo CONEVAL y de la Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares o ENIGH del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI).

Materiales y métodos

Modelo econométrico

La aproximación lineal del Modelo de Demanda Casi Ideal (MDCI) es un modelo sustentado por la teoría microeconómica de maximización de la utilidad de un agente a través de su solución dual. Parte de una función de gasto para el tipo de preferencias PIGLOG para llegar a la siguiente forma funcional, factible de estimarse econométricamente (Deaton y Muellbauer, 1980).

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \beta_i \ln \{X/P^s\} \quad (1)$$

Donde w_i , es la participación del gasto del grupo i ; α_i , las ordenas al origen; P_j , los precios promedio de los bienes en el grupo j ; γ_{ij} , los coeficientes asociados a los precios j ; X , el gasto total en el conjunto de grupos; β_i , el coeficiente asociado al gasto; y P^s , el índice de precios de Stone definido por (2).

$$\ln(P^s) = \sum_{i=1}^n w_i \ln(P_i) \quad (2)$$

El modelo definido por las relaciones previas debe satisfacer las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría. Las cuales se cumplen si se satisfacen las condiciones (3) a (5), respectivamente.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, (k=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

$$\sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad (4)$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (5)$$

Como señalan Heien y Wessells (1990), en la naturaleza de las encuestas de hogares, los que no consumen cierto tipo de bien no reportan su información, por lo que la variable respuesta, la participación del gasto, w_i , es del tipo censurado. De tal manera que $w_i = 0$ se encuentra censurada por una variable latente no observable que induce la decisión de adquirir o no el bien en el periodo en que es recabada la información muestral (Dong, *et al.*, 2002).

Para Incorporar la toma de decisiones de los hogares al modelo DCI, requirió implementar en su estimación el método conocido como “*Heckman two step estimator*”. A continuación, se resume el procedimiento (Heien y Wessells, 1990).

La decisión de comprar o no un bien, Y_i , es una variable binaria que es función de los precios de bienes, p_i , el ingreso o gasto, m_i , y variables demográficas o características de los hogares, d_i .

$$Y_i = f(p_i, m_i, d_i) \quad (6)$$

Donde, $Y_i = 1$ si el hogar consume el bien i (es decir, si w_i en (1) es mayor que cero). La relación es estimada a través de un modelo probit para cada bien analizado, de tal manera que se determina la probabilidad de consumo de cada bien i ; lo que se conoce como primera etapa del estimador de Heckman (Heien y Weessells, 1990).

Posteriormente, con base en el modelo probit de cada bien, se obtiene su “inverse Mills ratio”, R_{ih} , definido por (7) para los bienes que consume el hogar y por (8) en otro caso:

$$R_{ih} = \frac{\varphi(p_i, m_i, d_i)}{\Phi(p_i, m_i, d_i)} \quad (7)$$

$$R_{ih} = \frac{\varphi(p_i, m_i, d_i)}{1 - \Phi(p_i, m_i, d_i)} \quad (8)$$

φ y Φ , son las funciones de densidad y acumulada, respectivamente. La variable R_{ih} , es utilizada como instrumento en la ecuación original del modelo (1); lo que se conoce como segunda etapa del estimador de Heckman. Así, se estima la ecuación (9) sujeta a las ecuaciones (2) a (5), las mismas restricciones del modelo DCI original, por medio de Regresiones Aparentemente no Relacionadas (SUR, por sus siglas en inglés).

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln\{X/P\} + \delta_i R_{ih} \quad (9)$$

Una vez estimados los parámetros del modelo, las elasticidades gasto (η_i), marshalianas (e^m_{ij}), y hicksianas (s_{ij}) se obtienen como sigue (Henningesen, 2017).

$$\eta_i = 1 + \frac{\beta_i}{w_i} \quad (10)$$

$$e^m_{ij} = -\delta_{ij} + \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i}\right) - \left(\frac{\beta_i}{w_i}\right) w_j \quad (11)$$

$$s_{ij} = -\delta_{ij} + \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i}\right) + w_j \quad (12)$$

Efecto de alza de precios sobre la pobreza

Con base en los estimadores del modelo econométrico, se obtuvo la variación compensada (VC) ante distintos cambios en precios de los bienes analizados, la cual representa la cantidad de dinero necesaria para compensar al hogar después de que se produce un cambio de precio y de modo que el hogar mantenga el mismo nivel de utilidad que antes del cambio de precio (Wood et al. 2012; Caracciolo et al., 2013).

$$\ln CV \approx \sum_{i=1}^I w_i \Delta \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J w_i \gamma_{ij} \Delta \ln p_i \Delta \ln p_j \quad (13)$$

Donde $\Delta \ln p_i$, es la variación en el logaritmo del precio i , w_i la proporción del gasto del bien i y γ_{ij} el parámetro estimado del modelo MDCl. Una vez calculada la VC, se siguió el procedimiento de Caracciolo *et. al.* (2013) para el cálculo de los efectos sobre la pobreza:

- 1) Al ingreso de los hogares se le sumó su VC posterior al shock simulado.
- 2) El nuevo ingreso se contrastó con la línea de pobreza por ingresos inicial.
- 3) Aquellos hogares con ingreso inferior a dicha línea se catalogaron como pobres.
- 4) La nueva métrica o conteo de pobreza se contrastó con los valores iniciales.

Selección de variables en el modelo

La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares o ENIGH es una base con información sobre los gastos que hacen los hogares en bienes y servicios trimestralmente; dada su heterogeneidad, existe una alta incidencia de valores nulos, ya que no todos los hogares consumen los bienes de la encuesta.

Al conformar la base de datos y antes de emplear el modelo MDCl, se hizo una selección de variables en términos de aquellas con la menor proporción de valores no nulos. Lo que garantiza que cambios en los precios de los bienes seleccionados tienen un efecto sobre la economía en su conjunto. Así, se recuperó la información de los siguientes bienes: tortilla, leche, huevo, jitomate, cebolla y frijol.

Una vez identificados, se obtuvieron de la ENIGH 2022 su nivel de gasto y precio por hogar. En el Cuadro 1 se muestra la proporción de nulos para cada bien.

Cuadro 1. Proporción de valores nulos en los bienes considerados.

Tortilla	Leche	Huevo	Jitomate	Cebolla	Frijol
16.09	45.82	35.43	37.08	52.26	68.05

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2022.

El tratamiento de los valores nulos se realizó como sigue: 1) dado que se trata de hogares no consumidores del bien i , el gasto i fue sustituido por cero y; 2) si bien no son consumidores, observan el precio del mercado para el bien i , mismo que se imputó con la media nacional. Adicional, hogares que no fueron consumidores de ningún bien, fueron excluidos.

En el Cuadro 2 se muestran las medias y desviaciones estándar de la base de datos posterior al tratamiento de valores nulos. Para obtener las proporciones de gasto de cada bien W_i se definió como gasto total (GT) a la suma de los gastos en los bienes analizados para cada hogar y W_i fue obtenido como la división del gasto del bien i entre el total (G_i/GT).

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de los bienes considerados.

Producto	Precios (\$/kg)		Gasto trimestral (\$)		Proporciones de gasto W_i	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
Tortilla	24.6015	6.0637	76.1596	67.0133	0.3826	0.2591
Leche	23.6962	4.4492	37.6793	55.0122	0.1759	0.2191
Huevo	50.7727	6.7906	42.3823	44.8683	0.1986	0.1948
Jitomate	27.6916	7.1632	21.9857	23.7147	0.1146	0.1329
Cebolla	37.0949	7.4676	12.4791	17.3804	0.0623	0.0955
Frijol	36.2346	4.4528	15.2349	35.2185	0.0661	0.1244

Fuente: elaboración propia.

Resalta que, del presupuesto de los hogares para la compra de los seis bienes analizados, la mayor proporción se destina a la compra de tortilla (38.26%), seguido por la adquisición de huevo (19.86%), leche (17.59%) y jitomate (11.46%), por último, se encuentra la compra de cebolla y frijol con cifras cercanas al 6% del total. Para las fechas del levantamiento de la encuesta, el bien más costoso de adquirir por los hogares mexicanos resultaron ser el huevo con \$50.77 por kilogramo.

Resultados

En el siguiente cuadro se disponen los resultados del modelo probit para la toma de decisiones de los hogares en la compra de los bienes analizados (es decir, la primera etapa del estimador de Heckman). Adicional a las variables de precios y gasto se agregaron algunas relacionadas a las características de los hogares: 1) condición de pobreza por ingresos (0=no pobre, 1=pobre); 2) tipo de hogar (0=urbano, 1=rural); 3) nivel educativo máximo de los integrantes del hogar (0=primaria incompleta o menos, 1=primaria completa, 2=secundaria completa, 3=media superior o mayor).

Si bien los estimadores no pueden ser interpretados directamente como cambios en la probabilidad; de acuerdo con su signo se identifica que, ante mayor ingreso disponible de los hogares para la compra de los bienes analizados, aumenta la probabilidad de su consumo.

Por el lado de los precios, el propio precio del bien no tiene efectos estadísticamente significativos al 95% de confianza sobre su probabilidad de consumo. Para los bienes relacionados se encuentra, generalmente, una relación negativa, de tal manera que ante incrementos en los bienes relacionados hay una asociación negativa en el consumo de cada bien analizado (lo que indica una relación de complementariedad). Como excepciones a la regla se encuentra el consumo de jitomate con los precios de cebolla y frijol; el consumo de cebolla y el precio de jitomate y frijol; y, el consumo de frijol y el precio del huevo, jitomate y cebolla.

Con respecto a las variables contextuales del hogar; aquellos en condición de pobreza tienen con respecto a los hogares no pobres una menor probabilidad de consumo de tortillas y leche, y una mayor de huevo, jitomate, cebolla y frijol. Situación que se replica al comparar los hogares rurales y urbanos. Esta relación es acorde a la literatura, por ejemplo, Wood et al. (2012) identifican menores elasticidades ingreso para el consumo de tortilla en los hogares rurales y pobres, es decir, menor preferencia por su consumo.

Cuadro 2. Estimadores de modelos probit.

Variables	Variable dependiente: 1=hogar consumidor, 0=no consumidor					
	Tortilla	Leche	Huevo	Jitomate	Cebolla	Frijol
Intercepto	-1,275.0000 (2,755.000)	-8,901.0000 (7,246.000)	-16,380.0000 (8,025.0000)	-4,543.0000 (4,388.0000)	-2,816.0000 (3,038.000)	-8,995.0000 (10,110.000)
Precio de Tortilla	57.3300 (123.6000)	-0.0078 (0.0009)	-0.0089 (0.0010)	-0.0111 (0.0010)	-0.0060 (0.0009)	-0.0075 (0.0010)
Precio de leche	-0.0204 (0.0016)	402.4000 (327.6000)	-0.0132 (0.0013)	-0.0210 (0.0014)	-0.0134 (0.0013)	-0.0185 (0.0015)
Precio de huevo	-0.0184 (0.0010)	-0.0097 (0.0008)	338.9000 (166.1000)	-0.0150 (0.0008)	-0.0095 (0.0008)	0.0019 (0.0008)
Precio de jitomate	-0.0097 (0.0010)	-0.0069 (0.0008)	-0.0029 (0.0008)	182.1000 (176.0000)	0.0149 (0.0008)	0.0031 (0.0007)
Precio de cebolla	-0.0085 (0.0010)	-0.0043 (0.0007)	-0.0025 (0.0008)	0.0279 (0.0011)	81.4400 (87.8800)	0.0028 (0.0007)
Precio de frijol	-0.0209 (0.0016)	-0.0093 (0.0013)	-0.0007 (0.0014)	0.0112 (0.0014)	0.0022 (0.0012)	257.1000 (289.1000)
Gasto total	0.0053 (0.0001)	0.0035 (0.0000)	0.0055 (0.0001)	0.0038 (0.0001)	0.0032 (0.0000)	0.0032 (0.0000)
Condición de pobreza (1=pobre)	-0.1588 (0.0150)	-0.1105 (0.0115)	0.1539 (0.0121)	0.2498 (0.0119)	0.0613 (0.0112)	0.3447 (0.0119)
Tipo de hogar (1=rural)	-0.6245 (0.0151)	-0.0888 (0.0116)	-0.1186 (0.0121)	0.0965 (0.0120)	0.0514 (0.0112)	0.3471 (0.0121)
Nivel educativo 1	-0.0230 (0.0308)	0.0047 (0.0257)	0.0785 (0.0268)	0.0200 (0.0264)	0.0084 (0.0253)	-0.0695 (0.0264)
Nivel educativo 2	0.0622 (0.0266)	0.0991 (0.0221)	0.1145 (0.0230)	-0.0076 (0.0228)	0.0260 (0.0218)	-0.1882 (0.0228)
Nivel educativo 3	-0.0280 (0.0262)	0.0529 (0.0217)	-0.0045 (0.0223)	0.0220 (0.0222)	0.0460 (0.0213)	-0.3184 (0.0225)

Nota: estimadores estadísticamente distintos a cero al 95% de confianza en negritas. Entre paréntesis, errores estándar. Fuente: elaboración propia.

Por nivel educativo, se identifica mayor probabilidad de consumo de tortillas, leche y huevo por los hogares con educación secundaria comparados con los hogares que tienen primaria incompleta o menos. Mientras que para todas las escolaridades hay menor probabilidad de consumo de frijol.

En el siguiente cuadro se disponen los estimadores del MDCI, es decir el segundo paso en el estimador de Heckman, donde se impusieron las condiciones de aditividad, homogeneidad y simetría.

Cuadro 3. Estimadores del modelo de demanda casi ideal.

Variables	W Tortilla	W Leche	W Huevo	W Jitomate	W Cebolla	W Frijol
Intercepto (α_i)	0.4610 (0.0033)	0.3149 (0.0031)	0.0013 (0.0040)	0.7496 (0.0089)	-0.0616 (0.0116)	-0.4652 (0.0132)
Precio de Tortilla (γ_{ij})	0.3712 (0.0048)					
Precio de leche (γ_{ij})	-0.1106 (0.0032)	0.5306 (0.0044)				
Precio de huevo (γ_{ij})	-0.0874 (0.0031)	-0.1452 (0.0032)	0.3967 (0.0046)			
Precio de jitomate (γ_{ij})	-0.0797 (0.0020)	-0.1061 (0.0021)	-0.0663 (0.0021)	0.1188 (0.0023)		
Precio de cebolla (γ_{ij})	-0.0359 (0.0018)	-0.0514 (0.0020)	-0.0442 (0.0021)	-0.0008 (0.0014)	0.1746 (0.0026)	
Precio de frijol (γ_{ij})	-0.0576 (0.0022)	-0.1172 (0.0026)	-0.0535 (0.0028)	-0.0337 (0.0018)	-0.0099 (0.0019)	0.4073 (0.0042)
X/P (β_i)	0.0171 (0.0012)	0.0360 (0.0009)	-0.0221 (0.0009)	-0.0251 (0.0006)	-0.0072 (0.0005)	0.0012 (0.0006)
Ajuste probabilidad $R_{ih}(\delta_i)$	0.0115 (0.0020)	0.0034 (0.0010)	-0.0289 (0.0011)	-0.0413 (0.0010)	-0.0119 (0.0009)	-0.0163 (0.0007)

Nota: estimadores estadísticamente distintos a cero al 95% de confianza en negritas. Entre paréntesis, errores estándar. W hace referencia a las proporciones de gasto.

Fuente: elaboración propia.

Con base en los valores del Cuadro 3 y los promedios de las variables en Cuadro 1, fueron obtenidas las elasticidades precio, propias y cruzadas Marshalianas, y las gasto. En el Siguiendo cuadro se disponen los resultados.

Cuadro 4. Elasticidades Marshalianas del modelo de demanda casi ideal.

	Tortilla	Leche	Huevo	Jitomate	Cebolla	Frijol	Gasto
Tortilla	-0.0469	-0.2970	-0.2372	-0.2134	-0.0966	-0.1534	1.0446
Leche	-0.7072	1.9804	-0.8663	-0.6264	-0.3049	-0.6801	1.2046
Huevo	-0.3974	-0.7118	1.0194	-0.3211	-0.2158	-0.2623	0.8889
Jitomate	-0.6119	-0.8870	-0.5351	0.0616	0.0067	-0.2794	0.7814
Cebolla	-0.5325	-0.8048	-0.6871	0.0004	1.8096	-0.1508	0.8852
Frijol	-0.8782	-1.7770	-0.8138	-0.5116	-0.1504	5.1600	1.0186

Fuente: elaboración propia.

En términos de las elasticidades precio propias (diagonal principal), la tortilla y jitomate se clasifican como bienes inelásticos, ante aumentos de 1% en su precio, *ceteris paribus*, su demanda se reduce solo 0.05 y 0.06%, respectivamente. Para el resto de los bienes considerados, las elasticidades son positivas, lo cual indicaría que los bienes no satisfacen la ley de demanda. Sin embargo, estos no son estadísticamente distintos a cero, por lo que no se encuentra relación entre el precio y la cantidad demandada. El signo positivo y la falta de relación significativa puede deberse a covariables no consideradas en el estudio, por ejemplo, los efectos de la calidad de los productos consumidos pueden ocasionar que se encuentre una relación positiva en precio y cantidad, si aquellos hogares con mayores ingresos y consumo compran productos más costosos.

Con respecto a las elasticidades cruzadas, en general, los bienes son complementarios, por ejemplo, aumentos del 1% en el precio de la tortilla, *ceteris paribus*, afectan -0.71, -0.40, -0.61, -0.53 y -0.88% la demanda de leche, huevo, jitomate, cebolla y frijol, respectivamente. La única excepción a la regla es la relación del jitomate con la cebolla, que de acuerdo al signo se clasificarían como

bienes sustitutos. Los resultados son acordes a algunos encontrados en la literatura, por ejemplo, Vargas-López et al. (2022) encuentran una relación de complementariedad entre la demanda de tortilla y otros cereales con la demanda de huevo, productos lácteos, frutas y productos de carne de res, pollo y cerdo.

Por su elasticidad gasto, los bienes analizados son normales, ya que ante aumentos en el gasto/ingreso, su demanda aumenta. En el Cuadro 5 se disponen las elasticidades Hicksianas, cuya interpretación se relaciona con la variación en las cantidades demandadas ante variaciones en los precios, para mantener el nivel de utilidad de los hogares consumidores.

Cuadro 5. Elasticidades Hicksianas del modelo de demanda casi ideal.

	Tortilla	Leche	Huevo	Jitomate	Cebolla	Frijol
Tortilla	-0.4293	-0.4733	-0.4360	-0.3276	-0.1588	-0.2197
Leche	-1.0896	1.8041	-1.0651	-0.7406	-0.3671	-0.7463
Huevo	-0.7798	-0.8881	0.8207	-0.4353	-0.2779	-0.3286
Jitomate	-0.9943	-1.0633	-0.7339	-0.0526	-0.0554	-0.3457
Cebolla	-0.9149	-0.9811	-0.8859	-0.1138	1.7475	-0.2170
Frijol	-1.2606	-1.9533	-1.0126	-0.6258	-0.2125	5.0937

Fuente: elaboración propia.

Los resultados para la demanda de tortilla se asemejan a lo encontrado por Ramírez-Tinoco et al. (2011), quienes, con una base de corte transversal y series de tiempo para México en el periodo 1995-2008, estimaron una elasticidad precio propia marshalliana inelástica de -0.9139, una Hicksiana de -0.2959 y un gasto de 1.8612. Para el caso del huevo, los mismos autores encuentran una elasticidad precio propia Marshalliana de -0.0239 y un gasto de 0.5793.

Con respecto a la elasticidad gasto de la tortilla, los resultados difieren de lo encontrado por Mantilla et al. (2014), que con series de tiempo y una estimación por mínimos cuadrados ordinarios encuentran a las tortillas como bien inferior, de tal manera que ante incrementos en el gasto de 1% la demanda se reduce 0.82%.

Para las elasticidades de la leche, la clasificación como bien normal es acorde a lo encontrado por Tanyeri-Abur & Rosson (1997), aunque con magnitudes diferentes. La elasticidad en su estudio resultó de 0.44 y la de la investigación de 1.20.

Para analizar los efectos que tiene el aumento de precios sobre la pobreza, se simularon los siguientes escenarios: 1) un aumento de 25% en el precio de las tortillas; 2) un aumento de 25% en el precio del huevo y 3) un aumento de 25% en los bienes restantes. En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la simulación.

Cuadro 6. Efectos del alza de precios sobre la condición de pobreza.

	Aumento de 25% en el precio de las tortillas	Aumento de 25% en el precio del huevo	Aumento de 25% en los bienes restantes
Variación compensada promedio por hogar	14.6990	12.9705	31.1794
Pobreza inicial	47,700,824 (43.02%)	47,700,824 (43.02%)	47,700,824 (43.02%)
Pobreza final	47,945,117 (43.24%)	47,920,573 (43.21%)	48,180,133 (43.45%)
Variación en pobreza	244,293 (0.22%)	219,749 (0.20%)	479,309 (0.43%)

Nota: las cifras de pobreza difieren de las oficiales debido a la limpieza de la base de datos. Fuente: elaboración propia.

Las simulaciones indican que ante incrementos en el precio de la tortilla de 25% la pobreza aumentaría un 0.22%, es decir, cerca de 244,293 personas, más mexicanos con ingresos por debajo de la línea de pobreza. Cifra similar a los aumentos en el precio del huevo y el resto de los bienes analizados en la investigación, con +0.20% y +0.43%, respectivamente.

Los resultados son congruentes a lo encontrado por Wood et al. (2012), que asocian de manera positiva los aumentos en el precio de la tortilla con incrementos en la pobreza. En su estudio con datos de 2006 encuentran que ante aumentos del 25% en el precio, las personas en pobreza aumentan en 304,423, resultado menor de lo predicho en los resultados de la presente investigación.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación revelan cómo los hogares mexicanos ajustan sus niveles de consumo ante variaciones en los precios y los ingresos de los principales bienes de la dieta mexicana, como la tortilla, la leche, el huevo, el jitomate, la cebolla y el frijol. Estos ajustes permiten comprender mejor la relación entre las fluctuaciones de precios y los indicadores de pobreza, iluminando así los efectos de estas variaciones en el bienestar de las familias.

Por ejemplo, un aumento del 25% en los precios de la tortilla y el huevo se traduce en una pérdida monetaria trimestral de aproximadamente \$15.00 por hogar. Aunque esta cantidad puede parecer insignificante, implica que más de 200,000 mexicanos caen por debajo de la línea de pobreza por ingresos como resultado.

Esto sugiere que la política nacional contra la pobreza debe ir más allá de los apoyos directos a los hogares y enfocarse en estrategias que mantengan o reduzcan los precios de los alimentos básicos. Iniciativas como incentivar la productividad del agro mexicano o mejorar la disponibilidad de insumos esenciales a precios competitivos son fundamentales en este contexto.

Es importante señalar que la investigación no aborda los posibles efectos de la calidad de los alimentos en la demanda ni las distinciones geográficas o étnicas, lo que podría introducir sesgos en los estimadores y, por ende, en las simulaciones realizadas. Internalizar estos efectos en futuros estudios podría aportar mayor precisión a los hallazgos, lo que representa un área de oportunidad para investigaciones venideras.

Literatura citada

Caracciolo, F.; Depalo, D. & Brambila, J. (2013). Food price changes and poverty in Zambia: an empirical assessment using household microdata. *Journal of International Development*. <https://doi.org/10.1002/jid.2976>

Deaton, A. (1990). Price elasticities from survey data. *Journal of Econometrics*, 44. 281-309.

Dong, Diansheng; Gould, Brian W. & Kaiser, Harry M. (2002). The Structure Of Food Demand In Mexico: An Application Of The Amemiya-Tobin Approach To The Estimation Of A Censored System. En 2002 Annual meeting, July 28-31, Long Beach, CA 19830, American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association).

Fondo Monetario Internacional (2012). Food Prices, Nutrition, and the Millennium Development Goals: Food Prices, Nutrition, and the Millennium Development Goals. Organisation for Economic Co-Operation and Develop. <https://doi.org/10.5089/9780821394519.083>

González Dávila, Osiel (2010). Food security and poverty in Mexico: the impact of higher global food prices. *Food Sec.* 2:383–393.

Haq, Z.u., Nazli, H. and Meilke, K. (2008), Implications of high food prices for poverty in Pakistan. *Agricultural Economics*, 39: 477-484. doi:10.1111/j.1574-0862.2008.00353.x Heien, D., & Wessells, C. R. (1990). Demand Systems Estimation with Microdata: A Censored Regression Approach. *Journal of Business & Economic Statistics*, 365-371.

Heien, D., & Wessells, C. (1990). Demand Systems Estimation with Microdata: A Censored Regression Approach. *Journal of Business & Economic Statistics*, 8(3), 365-371. doi:10.2307/1391973.

Henningsen, A. (2017). Demand Analysis with the “ Almost Ideal Demand System ” in R : Package micEconAids.

Khoiriyah, Nikmatul; Anindita, Ratya; Hanani, Nuhfil; Muhaimin, Abdul Wahib (2020). Impacts of rising animal food prices on demand and poverty in Indonesia. *Agricultural Socio-Economics Journal* 20(1). 67-78.

Pangaribowo, Evita Hanie; Tsegai, Daniel (2011) : Food demand analysis of Indonesian households with particular attention to the poorest, ZEF Discussion Papers on Development Policy, No. 151, University of Bonn, Center for Development Research (ZEF).

Ramírez Tinoco, J., Martínez Damián, M. Á., García Mata, R., Hernández Garay, A., & Mora Flores, J. S. (2011). Aplicación de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) a cortes de carnes de bovino, porcino, pollo, huevo y tortilla en el periodo de 1995-2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1), 39-52.

Retes Mantilla, R. F., Torres Sanabria, G., & Garrido Roldán, S. (2014). Un modelo econométrico de la demanda de tortilla de maíz en México, 1996-2008. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 22(43), 37-59.

Sengul, Seda & Tuncel, Ismal (2005). Poverty levels and food demand of the poor in Turkey. *Agribusiness*. 10.1002/agr.20049.

Tanyeri-Abur, A., & Rosson III, C. P. (1997). Demand for dairy products in Mexico. *Agricultural Economics*, 16(1), 67-76.

Vargas-Lopez, A.; Cicatiello, C.; Principato, L. & Secondi, L. (2022). Consumer expenditure, elasticity and value of food waste: A Quadratic Almost Ideal Demand System for evaluating changes in Mexico during COVID-19. *Socio-Economic Planning Sciences*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101065>

Wood, Benjamin D.K. ; Nelson, Carl H.; Nogueira, Lia (2012). Poverty effects of food price escalation: The importance of substitution effects in Mexican households. *Food Policy*, Volume 37, Issue 1. Pages 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.11.005>

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES GENERALES

Los hallazgos reafirmaron que los hogares en pobreza ajustan sus patrones de consumo ante las variaciones de precios, con efectos negativos sobre su bienestar. Un aumento en los precios de productos básicos como la tortilla y el huevo tiene un impacto directo en la capacidad adquisitiva de los hogares más vulnerables, exacerbando su situación de pobreza y aumentando el número de personas que caen por debajo de la línea de pobreza.

Por tanto, las políticas deberían priorizar a los hogares con bajos ingresos. En cuanto a las contribuciones metodológicas, el empleo del MDCI permitió calcular cómo los hogares ajustan sus patrones de consumo ante los aumentos de precios. Este enfoque no solo facilita la comprensión de las dinámicas del consumo alimentario en México, sino que también revela cómo estos ajustes inciden directamente en los indicadores de pobreza.

La investigación demuestra que la combinación de técnicas tradicionales y de machine learning aporta un enfoque robusto para analizar fenómenos económicos complejos. Se recomienda profundizar en el análisis de los efectos de las políticas públicas actuales en la seguridad alimentaria, evaluando su efectividad y posibles áreas de mejora.

Futuras investigaciones podrían ampliar el análisis hacia otras regiones de México o incluso otros países de América Latina para determinar si los hallazgos son aplicables en diferentes contextos socioeconómicos.

El uso de nuevas técnicas de análisis de datos, como redes neuronales o aprendizaje profundo, podría aportar mayor precisión y generar más conocimiento sobre las dinámicas del acceso a alimentos en poblaciones vulnerables.

De manera general, esta investigación aporta una comprensión profunda de las dinámicas entre pobreza, fluctuaciones de precios y seguridad alimentaria, sentando las bases para futuras investigaciones y mejores políticas públicas que busquen mitigar el hambre y la inseguridad alimentaria en México.

8. ANEXOS

8.1 Código del primer manuscrito

```
library(readstata13)
library(rpart)
library(rpart.plot)
library(caret)
library(pROC)

inout<-"C:/Users /OneDrive/fernando"

data<-read.dta13("D:/fernando/data20.dta")
data<-na.omit(data)

data$acceso_alimentos<-factor(data$acceso_alimentos)
data$sexo_jefe<-factor(data$sexo_jefe)
data$educacion_jefe<-factor(data$educacion_jefe)
data$hli<-factor(data$hli)
data$rururb<-factor(data$rururb)
data$plp<-factor(data$plp)

set.seed(1234)
train = sample(c(TRUE, FALSE), nrow(data), replace=TRUE, prob=c(0.7,0.3))
train_data=data[-train,]
test=data[train,]

fit <- rpart(acceso_alimentos ~ ict+plp+hli+ rururb+ sexo_jefe+ educacion_jefe +
tamhogesc+menores_share,method="class", data=train_data,cp=0.001)

printcp(fit) # display the results

best <- fit$scptable[which.min(fit$scptable[, "xerror"]), "CP"]
print(best)

fit <- rpart(acceso_alimentos ~ ict+plp+hli+ rururb+ sexo_jefe+ educacion_jefe +
tamhogesc+menores_share,method="class", data=train_data,cp=0.0019661)
plotcp(fit) # visualize cross-validation results
summary(fit) # detailed summary of splits

rpart.plot(fit)

pred.tree = predict(fit, test, type = "class")

table(pred.tree,test$acceso_alimentos)

confusionMatrix(data=pred.tree,reference=test$acceso_alimentos)

#COMPARATIVO

logit<-glm(acceso_alimentos
plp+ict+educacion_jefe+tamhogesc+rururb+menores_share,data=train_data,family="binomial")
summary(logit)
```

```
pred.logit = predict(logit, test, type = "response")

valores_predicos=as.factor(as.numeric(pred.logit>0.5))
valores_iniciales=as.factor(as.numeric(ifelse(test$acceso_alimentos==1,1,0)))

confusionMatrix(data=valores_predicos,reference=valores_iniciales)

#Compare ROC AUC

auc.val=sapply(list(pred.tree,pred.logit),function(x)roc(pred=x,resp=test$acceso_alimentos)$auc)
```

8.2 Código del segundo manuscrito

```
library(readstata13)
library(ggplot2)
library(micEconAids)
library(sampleSelection)

inout<-"C:/Users /OneDrive/fernando"

data<-read.dta13("C:/Users /OneDrive/fernando/base_modelo3.dta")
data<-na.omit(data)

data$int_tor=factor(ifelse(data$G_A004>0,1,0))
data$int_lec=factor(ifelse(data$G_A075>0,1,0))
data$int_hue=factor(ifelse(data$G_A093>0,1,0))
data$int_jit=factor(ifelse(data$G_A124>0,1,0))
data$int_ceb=factor(ifelse(data$G_A112>0,1,0))
data$int_fri=factor(ifelse(data$G_A137>0,1,0))

data$plp=factor(data$plp)
data$rururb=factor(data$rururb)
data$niv_ed=factor(data$niv_ed)

#Modelo binario

p1_tortilla<-glm(data=data, int_tor ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT
+ plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))

summary(p1_tortilla)

confint.default(p1_tortilla)
data$heckT1<-invMillsRatio(p1_tortilla)$IMR1
data$heckT0<-invMillsRatio(p1_tortilla)$IMR0

p1_leche<-glm(data=data, int_lec ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT+
plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))

summary(p1_leche)
confint.default(p1_leche)
data$heckL1<-invMillsRatio(p1_leche)$IMR1
data$heckL0<-invMillsRatio(p1_leche)$IMR0

p1_huevo<-glm(data=data, int_hue ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT+
plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))

summary(p1_huevo)
confint.default(p1_huevo)
data$heckH1<-invMillsRatio(p1_huevo)$IMR1
data$heckH0<-invMillsRatio(p1_huevo)$IMR0

p1_jitmate<-glm(data=data, int_jit ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT+
plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))
```

```
summary(p1_jitomate)
confint.default(p1_jitomate)
data$heckJ1<-invMillsRatio(p1_jitomate)$IMR1
data$heckJ0<-invMillsRatio(p1_jitomate)$IMR0
```

```
p1_cebolla<-glm(data=data, int_ceb ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT+
plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))
```

```
summary(p1_cebolla)
confint.default(p1_cebolla)
data$heckC1<-invMillsRatio(p1_cebolla)$IMR1
data$heckC0<-invMillsRatio(p1_cebolla)$IMR0
```

```
p1_frijol<-glm(data=data, int_fri ~ P_A004 + P_A075 + P_A093 + P_A124 + P_A112 + P_A137 + GT+
plp + rururb + niv_ed,family=binomial(link = "probit"))
```

```
summary(p1_frijol)
confint.default(p1_frijol)
data$heckF1<-invMillsRatio(p1_frijol)$IMR1
data$heckF0<-invMillsRatio(p1_frijol)$IMR0
```

##El modelo AIDS

```
library(systemfit)
```

```
data$Ps<-
data$W_A004*log(data$P_A004)+data$W_A075*log(data$P_A075)+data$W_A093*log(data$P_A093)
+data$W_A124*log(data$P_A124)+data$W_A112*log(data$P_A112)+data$W_A137*log(data$P_A137
)
data$XP<-log(data$GT)-data$Ps
```

```
eqTortilla <- W_A004 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckT1
eqLeche <- W_A075 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckL1
eqHuevo <- W_A093 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckH1
eqJitomate <- W_A124 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckJ1
eqCebolla <- W_A112 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckC1
eqFrijol <- W_A137 ~ log(data$P_A004) + log(data$P_A075) + log(data$P_A093) + log(data$P_A124)
+ log(data$P_A112) + log(data$P_A137) + XP + heckF1
```

```
adissystem<-list( E1= eqTortilla, E2 = eqLeche , E3=eqHuevo , E4=eqJitomate, E5=eqCebolla,
E6=eqFrijol)
aidsfit<- systemfit( data=data, adissystem, method="SUR" )
```

```
summary(aidsfit)
```

```
Rmat <- matrix(0, nrow = 21, ncol = 54)
```

```
Rmat[1, 1] <- 1  
Rmat[1, 10] <- 1  
Rmat[1, 19] <- 1  
Rmat[1, 28] <- 1  
Rmat[1, 37] <- 1  
Rmat[1, 46] <- 1
```

```
Rmat[2, 2] <- 1  
Rmat[2, 3] <- 1  
Rmat[2, 4] <- 1  
Rmat[2, 5] <- 1  
Rmat[2, 6] <- 1  
Rmat[2, 7] <- 1
```

```
Rmat[3, 11] <- 1  
Rmat[3, 12] <- 1  
Rmat[3, 13] <- 1  
Rmat[3, 14] <- 1  
Rmat[3, 15] <- 1  
Rmat[3, 16] <- 1
```

```
Rmat[4, 20] <- 1  
Rmat[4, 21] <- 1  
Rmat[4, 22] <- 1  
Rmat[4, 23] <- 1  
Rmat[4, 24] <- 1  
Rmat[4, 25] <- 1
```

```
Rmat[5, 29] <- 1  
Rmat[5, 30] <- 1  
Rmat[5, 31] <- 1  
Rmat[5, 32] <- 1  
Rmat[5, 33] <- 1  
Rmat[5, 34] <- 1
```

```
Rmat[5, 38] <- 1  
Rmat[5, 39] <- 1  
Rmat[5, 40] <- 1  
Rmat[5, 41] <- 1  
Rmat[5, 42] <- 1  
Rmat[5, 43] <- 1
```

```
Rmat[5, 47] <- 1  
Rmat[5, 48] <- 1  
Rmat[5, 49] <- 1  
Rmat[5, 50] <- 1  
Rmat[5, 51] <- 1  
Rmat[5, 52] <- 1
```

```
Rmat[6, 8] <- 1  
Rmat[6, 17] <- 1  
Rmat[6, 26] <- 1  
Rmat[6, 35] <- 1  
Rmat[6, 44] <- 1
```

```

Rmat[6, 53] <- 1

Rmat[7, 3] <- 1
Rmat[7, 11] <- -1

Rmat[8, 4] <- 1
Rmat[8, 20] <- -1

Rmat[9, 5] <- 1
Rmat[9, 29] <- -1

Rmat[10, 6] <- 1
Rmat[10, 38] <- -1

Rmat[11, 7] <- 1
Rmat[11, 47] <- -1

Rmat[12, 13] <- 1
Rmat[12, 21] <- -1

Rmat[13, 14] <- 1
Rmat[13, 30] <- -1

Rmat[14, 15] <- 1
Rmat[14, 39] <- -1

Rmat[15, 16] <- 1
Rmat[15, 48] <- -1

Rmat[16, 23] <- 1
Rmat[16, 31] <- -1

Rmat[17, 24] <- 1
Rmat[17, 40] <- -1

Rmat[18, 25] <- 1
Rmat[18, 49] <- -1

Rmat[19, 33] <- 1
Rmat[19, 41] <- -1

Rmat[20, 34] <- 1
Rmat[20, 50] <- -1

Rmat[21, 43] <- 1
Rmat[21, 51] <- -1


qvec <- c(1,0,0,0,0,0,
          0,0,0,0,0,0,
          0,0,0,0,0,0,
          0,0,0)

aidsfitR <- systemfit(data=data, adissystem, method = "SUR", restrict.matrix = Rmat, restrict.rhs = qvec)

summary(aidsfitR)

```

```
linearHypothesis( aidsfit, Rmat, qvec, test = "F" )  
linearHypothesis( aidsfit, Rmat, qvec, test = "Chisq" )  
  
A=aidsfitR$coefCov  
  
B=subset(A, select=diag(A))
```