



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Modelo de programación dinámica como regla de las decisiones alimentarias en la población con menor ingreso mexicana.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Ivan Meneses Bautista

TUTOR:

Dr. Fidel Aroche Reyes
Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. Miguel Cervantes Jiménez
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Marco Antonio Marquez Mendoza
Facultad de Economía, UNAM

Dr. José Manuel Márquez Estrada
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Dr. Héctor Eduardo Díaz Rodríguez
Facultad de Economía, UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria.

A mi familia quien me permitió desarrollar mis sueños.

A Diana por su invaluable apoyo.

Agradecimientos.

Agradezco a mi Tutor Dr. Fidel Aroche por permitir el desarrollo de mi investigación, así como a mi comité y jurados por su apoyo. Al Posgrado de Economía de la UNAM, mis profesores y al CONACYT por permitir los medios y el conocimiento adquiridos en la Maestría.

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	5
INDICE DE GRÁFICAS	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
MOTIVACIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
OBJETIVOS	9
HIPÓTESIS	9
JUSTIFICACIÓN	9
METODOLOGÍA	10
ESTADO DEL ARTE	11
EL PROBLEMA DE LA DETERMINACIÓN DEL COSTO DE LA SUBSISTENCIA	11
LA EXISTENCIA Y DETERMINACIÓN DEL SALARIO MÍNIMO EN LA SOCIEDAD COMO COSTO DE LA SUBSISTENCIA	15
MARCO TEÓRICO	16
TEORÍA DEL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR Y LA SUBSISTENCIA.	16
APORTACIONES DE LA ECONOMÍA CLÁSICA Y NEOCLÁSICA AL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR	16
EL SALARIO DE SUBSISTENCIA CLÁSICO Y EL MODELO RACIONAL CLÁSICO	17
APORTACIONES DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA AL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR	19
ESTABLECIMIENTO Y MEDICIÓN DE LA SUBSISTENCIA POR LA CANASTA BÁSICA Y EL ICUA	21
MODELO DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA Y SU APLICACIÓN COMPUTACIONAL	26
LA FORMALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL DEL COSTO DE SUBSISTENCIA	28

DESARROLLO DEL MODELO EMPÍRICO 30

 PROCESO DE EXTRACCIÓN DE DATOS..... 30

 PROCESO DE MODELADO..... 33

 MODELO DE MINIMIZACIÓN PROPUESTO 34

RESULTADOS Y ANÁLISIS..... 37

CONCLUSIONES..... 49

BIBLIOGRAFÍA 50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características nutricionales comunes.	31
Tabla 2 Productos que integran la canasta óptima diaria para el 2018 en la CDMX.....	38
Tabla 3 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo I	42
Tabla 4 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo II	43
Tabla 5 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo III	44
Tabla 6 Productos consumidos y principales del Grupo I	45
Tabla 7 Productos consumidos y principales del Grupo II	46
Tabla 8 Productos consumidos y principales del Grupo III	47

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Serie de valor de las canastas de consumo óptimas para el año 2018	37
Gráfica 2 Porcentaje de consumo de productos de la canasta para el año 2018 en la CDMX...	39
Gráfica 3 Intersección entre el valor de las canastas diarias de consumo y la recta presupuestal.	40
Gráfica 4 Análisis de las personas que alcanzaron la nutrición necesaria en todo el año para la CDMX.	41

RESUMEN

En esta tesis se demuestra la factibilidad para modelar una regla de decisión del consumo alimentario a través del uso de la programación lineal dinámica. A través de la deducción analítica de diversas posturas en la economía se construye la base del modelo de consumo para establecer la dieta mínima necesaria. Esta es definida como el conjunto de alimentos que aporta los nutrientes mínimos necesarios para reponer la energía desgastada por un individuo promedio a lo largo de un día de actividad ligera. Al realizar el experimento teórico, se utilizaron los precios disponibles del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) en las fechas del 1 de diciembre del 2017 al 1 de diciembre del 2018. Se construye una matriz para 210 productos alimentarios y sus respectivos precios. Se expresan a través de vector de 28 características nutricionales esenciales de acuerdo con los datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). A través de un modelo de minimización de costos se evalúan de manera dinámica las canastas diarias que cubren la dieta mínima necesaria. Se realiza el contraste frente al nivel de ingreso del individuo y de su familia promedio (3.6 habitantes) reportado en el primer decil de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Se evaluó 31 estados donde solamente la Ciudad de México presentó las condiciones para asegurar la dieta mínima necesaria para la familia tipo asumiendo la regla de consumo propuesta. En los demás estados, se presenta este hecho en un intervalo desde el segundo hasta el último decil de la población. Con esto se demuestra teórica y empíricamente la factibilidad del modelo propuesto y se sugiere su aplicación como una herramienta cotidiana para el análisis de la pobreza, la canasta básica, el ingreso universal y la salud.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la dieta mínima necesaria y su importancia han pasado de ser un ejercicio teórico a una útil herramienta para la asignación eficiente de los alimentos. Frente a las condiciones de pobreza en México, es necesario optar por la combinación de las técnicas del cálculo modernas y la concepción teórica de la subsistencia alimentaria. Con ello tenemos que innovar en el modelaje de las decisiones complejas en la economía aplicada y el estudio empírico de la decisión del consumidor mexicano. Esta labor permitirá simular conductas que conlleven a evaluar y corregir las políticas sociales sin exponer en riesgo la salud de la población ni su capacidad de consumo.

En esta tesis se abordará la factibilidad para la modelación dinámica de la regla del consumo alimentario. Para ello se realizó el análisis y sustento teórico del modelo. Históricamente la administración de los alimentos ha sido la fuente de diversos debates constructores de las escuelas modernas del pensamiento económico. Siendo por definición la economía la ciencia de la administración de los recursos de la casa; actividades como la agricultura han permitido el avance de la teoría económica. En la escuela clásica ha sido construido el supuesto del consumo de subsistencia alimentario y de comodidades de vida para la determinación del centro de gravitación que define al salario. Así como el sustento para la construcción social de la canasta básica. Los neoclásicos crean el comportamiento racional del consumidor para justificar el supuesto de que las dotaciones iniciales se reasignan eficientemente en el mercado, cubriendo con el salario marginal los alimentos que son parte del gusto y las preferencias de la población independiente de la determinación de la canasta básica. La escuela Keynesiana retoma el supuesto de precios marginales para el mercado del trabajo más establece la unidad del salario compuesta por la canasta básica alimentaria y los demás bienes de consumo socialmente establecidos a través del poder de negociación como un centro de gravitación. Un primer intento por unificar estas posturas acerca del salario, consumo y el mínimo de subsistencia puede encontrarse en P. Samuelson (1946) y G. Stigler (1954) a partir de la segunda mitad del siglo XX, como se revisa en la construcción del marco teórico.

Con el sustento del diseño e implementación empírica del modelo es posible construir la herramienta práctica que ayude la asignación de las canastas alimentarias diarias. Será cuestión del futuro valorar la utilidad práctica de este análisis en la política social y la vida privada. Se espera sirva como motivación para nuevas líneas de investigación sobre la pobreza alimentaria en México, la programación lineal y los fundamentos racionales del consumidor.

MOTIVACIÓN

La temática de investigación surge del moderno debate sobre la universalidad de los derechos humanos. El derecho a la salud se presenta ante la posibilidad del Estado para garantizar la sana alimentación de la población. En México ha crecido la extrema pobreza durante las últimas décadas y con ello los retos para cumplir universalmente esta tarea. Desde la teoría económica y la política social, se estudia y debate el papel social del agente central que regula las deficiencias y excesos de la asignación de bienes escasos. Se toma como supuesto que las dotaciones iniciales son eficientes o bien que históricamente se encuentran determinadas en el mínimo social. Conformado como unidad de medida la canasta básica, y su variante alimentaria.

Frente a ello han surgido propuestas prácticas alternativas como el establecimiento del Ingreso Ciudadano Universal Alimentario (ICUA) recogiendo como base el análisis de grandes mentalidades como Amartya Sen o Franzoni. Dichas tendencias y debates han sido recientemente legisladas en la Ciudad de México conforme el desarrollo del derecho internacional. Pese a la ausencia de unidades y metodologías para la medición del efecto generado por las políticas universales.

Conforme aumenta la complejidad de los sistemas informáticos se ha profundizado la aplicación de la programación lineal y dinámica en los más diversos campos siendo en la economía una herramienta pilar para el análisis de la realidad. La mayor motivación es poder contribuir con el análisis de la pobreza alimentaria en México y proponer alternativas de estudio para su mitigación y control.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Conforme el individuo se desarrolla en la sociedad actual debe adquirir ciertas habilidades y destrezas que le permitan su óptimo bienestar. Sin embargo, la inequidad del ingreso y la distribución de la riqueza ha polarizado la pobreza, y en particular la capacidad para alimentarse. El problema surge al determinar cómo debe administrar la población su ingreso cubriendo su dieta mínima necesaria. Sobre todo, cuando el ingreso del individuo es muy bajo e inestable. Frente al frecuente movimiento de los precios agropecuarios se genera un ciclo de marginación permanente, sin ninguna estrategia que le permita subsistir.

Existen diferentes técnicas robustas para modelar la conducta del consumidor que abarcan desde la teoría de juegos hasta la econometría. Se pueden consultar modelos econométricos como SPARTA para analizar la conducta del consumidor bajo riesgo sobre las preferencias sociodemográficas, aplicado a la alimentación y la salud en 5 países de la comunidad Europea (Mazzocchi, E. Lobb, & Bruce Traill, 2006). Adicionalmente sobre el uso de la teoría de juegos para modelar el consumo, sus relaciones sociales y psicológicas puede consultarse el trabajo de Cătălina (Butnaru, 2009). Cada una implica cierto grado de dificultad, costo y precisión. Se encuentran construidas sobre supuestos teóricos aún en debate tanto de aspectos macroeconómicos como microeconómicos. Se presenta gran dificultad al recoger los datos de las preferencias del consumo, o al definir la utilidad sobre ciertos productos. La pregunta de investigación será entonces que tan factible es modelar la regla de decisiones alimentarias del consumidor mexicano a través de un modelo de programación lineal dinámico.

OBJETIVOS

- Crear una base teórica sobre una regla de decisión de consumo alimentario de la población en el primer decil (con menor ingreso) considerando los bienes agropecuarios básicos (sin transformación agroindustrial), los datos y metas de nutrición institucionales, así como el sistema de precios de México.
- Crear un modelo computacional de programación lineal dinámica como herramienta práctica para la toma de decisiones del consumidor.

HIPÓTESIS

Es factible modelar a través de la programación lineal dinámica una regla de decisión del consumo de los individuos con menor ingreso en México con base en la restricción del sistema de precios mexicano y su dieta mínima necesaria.

JUSTIFICACIÓN

La realización de un experimento teórico para simular el comportamiento del consumidor en la economía mexicana contribuye en lo social para la evaluación y diseño de diversas políticas

públicas: el caso de la cruzada contra el hambre, el salario mínimo o el ICUA (Ingreso Ciudadano Universal Alimentario). En lo privado, aporta a la construcción de herramientas para la planeación del consumo.

METODOLOGÍA

La hipótesis se demuestra por medio de la definición teórica y aplicación empírica de acuerdo con los 3 pasos siguientes:

- Primero se sitúa al análisis de la dieta mínima necesaria dentro de la definición del costo de la subsistencia. A través de ello se presenta la racionalidad del consumidor como el proceso dual de maximización de nutrientes y minimización de costos. Se confrontan ambos aspectos desde las escuelas económicas clásica y neoclásica.
- Posteriormente se describirán la necesidad y bases para modelar una regla de decisión del consumo de los productos básicos agropecuarios como medios de subsistencia en la economía mexicana frente a otras alternativas como lo es la canasta básica alimentaria o el ICUA. Esta última recientemente debatida por su importante implementación como política social.
- Para su modelación empírica, se hará una recopilación de la optimización discreta de horizonte finito regida por el principio de optimalidad de Bellman que resuelve cada etapa por el método simplex creando así una iteración de 1 año. Este proceso se subdivide en 2 pasos: extracción de datos y modelado. Donde la extracción de los 210 productos se expresa en un vector de 28 características nutricionales comunes que serán evaluados conforme a sus precios diarios durante el período de estudio. Se describe el algoritmo utilizado y los datos evaluados para los 31 estados contrastando con los niveles de ingreso reportados en el ENIGH 2018.

ESTADO DEL ARTE

En esta sección se contextualiza dónde surgió el problema del costo de la subsistencia y su relación con el método de programación lineal. Se retoman los diversos aportes técnicos y teóricos desarrollados a través de los años. Es loable reconocer a G.J Stigler como el iniciador de la metodología para el análisis de modelos de mínimo costo que satisfacen la dieta mínima necesaria. De igual manera, se construyen los supuestos utilizados en el modelo de este trabajo.

EL PROBLEMA DE LA DETERMINACIÓN DEL COSTO DE LA SUBSISTENCIA

El artículo titulado “El costo de la subsistencia” (Stigler, 1945) inició la línea de debate sobre el uso de la programación lineal como método para la determinación de la canasta de menor costo para obtener la dieta mínima necesaria dado algún nivel de ingreso de la población. La dieta mínima necesaria es definida por como el conjunto de alimentos que aporta los nutrientes mínimos necesarios para reponer la energía desgastada por un individuo promedio a lo largo de un día de actividad ligera. Es retomado en base a los trabajos de la OMS acoplados a las características de México¹. Se postulan los supuestos básicos del trabajo de Stigler que integramos como pieza fundamental en nuestro trabajo, siendo enlistados y descritos a continuación:

1) Existe al menos una canasta de productos que al ser consumida aporta la dieta mínima necesaria y genera el menor costo frente a las demás elecciones. Este será el costo de la subsistencia alimentaria. Se obtiene por el modelo racional del consumidor al minimizar el costo de cada nutriente recibido. Así se distribuye su ingreso de manera óptima. Se debe asumir información completa tanto de los precios en el mercado como de las características de cada producto (Stigler, 1945).

2) De acuerdo con Altmann, se representa el comportamiento del agente como un proceso productivo. Las entradas son medidas en productos e ingreso. Las salidas son medidas en

¹ Véase (Chávez V. & Ledesma S., 1997) donde se retoma la dieta diaria recomendada para la construcción de nuestro vector de nutrientes y nuestra dieta mínima necesaria.

cantidades de nutrientes, gastos, y salud. El proceso es el metabolismo fisiológico donde se destruyen las entradas para generar las salidas (Altmann, 1984). La abstracción simplifica el análisis sobre la asignación óptima de los productos consumidos por el agente y permite su modelaje a través de la programación lineal y dinámica.

3) La dieta mínima necesaria se expresa en un vector de nutrientes. Es un punto vital de quiebre donde al no ser cubiertos se producen efectos negativos en la salud. Las variables del vector de nutrientes son la expresión común entre todos los productos (Altmann, 1984).

De acuerdo con límites de la investigación sobre el metabolismo Stigler consideró como restricciones del modelo únicamente 9 características nutricionales² basado en la Dieta Diaria Recomendada del Consejo Nacional de Investigación en Estados Unidos de 1943. Son los nutrientes mínimos necesarios para una persona con peso de 154 libras y actividad moderada. Evaluó 77 productos que expresan por dólar los gramos del nutriente aportado (Stigler, 1945).

4) La cantidad de ingesta de un nutriente depende de las cantidades disponibles de otros nutrientes en proporciones dadas por el arreglo estructural de cada producto. Dicho en otras palabras, ningún nutriente puede consumirse independientemente de los demás nutrientes dada la composición específica de cada producto. Existen productos que aportan directamente un solo nutriente como los suplementos alimenticios. Sin embargo, estos quedan fuera de los productos agropecuarios disponibles en la central de abastos. Otro caso semejante es el agua que no aporta ningún nutriente en su forma pura más que el requerimiento mismo del líquido. Por ello sí es considerada en la lista de productos.

5) Los productos tipo son una representación promedio de las características nutricionales de las variedades del mismo producto y de los precios. Poseen cualidades estandarizadas como la madurez, calidad, presentación, etc. La reducción permite la simplificación del modelo racional frente a los datos presentados por los precios del mercado.

² Calorías, Proteínas, Calcio, Hierro, Niacina, así como las Vitaminas A, B1, B2 y C

6) Se excluyen los productos procesados o derivados que ofrecen menor cantidad de nutrientes por el mismo dólar frente a su presentación más simple. El autor le llama a su vez “bienes compuestos” lo que reduce drásticamente³ la lista de productos tipo a 9. (Stigler, 1945, pág. 308)

Cuando recopila los productos, Stigler toma los precios como un promedio anual para cada producto. Reduciendo el problema de programación a una sola etapa. Construye los índices de costo de vida anuales y compara el relativo a los precios de 1939 frente al de 1944 (Stigler, 1945). Una ampliación multi-etapa con los precios diarios lo convertirá en un problema de programación lineal dinámico como el construido en este trabajo.

7) Conforme se aumenten restricciones de consumo sobre los productos (de acuerdo con los gustos y preferencias) el valor de la canasta aumentará con respecto a la de mínimo costo que optimiza los nutrientes requeridos de acuerdo con el método de Stigler puro (Panikar, 1972).

Stigler deja abierta una hipótesis sobre la dicotomía entre la determinación por optimización de la dieta mínima frente a la construida por los gustos y/o preferencias independientes de los precios. La metodología fue constantemente revisada donde se resaltan las siguientes ideas principales:

a) En el modelo de minimización de costos de la dieta óptima no se consideran los factores “psicológicos, químicos, dietéticos, geográficos, temporales y culturales” que influyen en la determinación de la dieta diaria que elige la población. Las características deben ser planteadas como restricciones adicionales en el problema original. Dicha crítica se puede comprender a través del cálculo del costo de oportunidad que se pierde por dichas externalidades del modelo original originalmente contemplado por Stigler. También es apropiado considerar los niveles de nutrición previos y clasificar si la dieta es de "emergencia nutricional" para cortos periodos de tiempo o de "nutrición adecuada" para un caso permanente (Potgieter, 1947, pág. 768).

³ Así menciona como ejemplo que la harina de trigo posee mayor cantidad de nutrientes frente al pan por el mismo dólar. Posteriormente comparándolo entre los años 1933 y 1944, se consume en las dietas mínimas elegidas mayor cantidad de harina pese al aumento del precio nominal del mismo, lo que argumenta es el equiparable a demostrar el efecto Giffen.

- b) No es estrictamente aplicable la paradoja de los bienes Giffen⁴ dado a que no existe un óptimo único porque es relativo al cambio de los precios de los bienes de manera indeterminada, siendo indeterminado a su vez el efecto sustitución o el efecto ingreso. A su vez, Samuelson ayudó a la formalización del modelo de programación lineal de Stigler y creó una alternativa diferencial partiendo de la función de utilidad para adecuar el modelo al caso de bienes Giffen (Samuelson, 1946).
- c) Una importante contribución sería estudiada por Altman en varios artículos para la formalización, complejidad y adecuación del modelo de programación lineal para la dieta mínima necesaria (propuso la versión primal y dual) (Altmann, 1984).
- d) El método de Stigler fue replicado en una serie de experimentos teóricos a través de años, como la propuesta de Panikar para la localidad de Kerala en India. Se realizó bajo dos ópticas contrapuestas: la valoración de la dieta mínima establecida por la canasta básica promedio institucional frente la optimización del costo de la dieta mínima necesaria. Se amplían las particularidades no mencionadas en Stigler como las características del agente representativo (su peso, género, nivel de actividad, etc.). Se aumenta la lista de precios de productos tipo a 56 y conservan las características nutricionales del trabajo de Stigler (Panikar, 1972).

Las aplicaciones del método han contribuido hasta la actualidad en el análisis y definición del costo de vida a través de una escala equivalente. Auxilia en la estimación de canastas mínimas por familia sin recurrir directamente a las condiciones culturales y sociales de cada región o la visión subjetiva de los niveles de pobreza. Contribuye con sus resultados en el diseño de programas sociales que puedan reducir la pobreza a nivel nutricional (Unnevehr, y otros, 2010).

⁴ Sobre la tesis incorrecta de los bienes Giffen no afecta en lo más mínimo la estructura del modelo de Stigler por lo que no será vuelto a retomar en esta tesis.

LA EXISTENCIA Y DETERMINACIÓN DEL SALARIO MÍNIMO EN LA SOCIEDAD COMO COSTO DE LA SUBSISTENCIA.

Otra perspectiva para la determinación del costo de la subsistencia surge en el marco de la teoría de la política social por medio del análisis del papel del salario mínimo. Para Prasch (1996), el establecimiento social del salario cumple la función de defensa frente a la posición del libre mercado. Existen 3 concepciones sobre el salario mínimo, y de ahí derivan su construcción.

En la teoría neoclásica, el salario supone el ordenamiento autónomo de los recursos designados por el libre mercado. (Prasch, 1996). Ello la hace incompatible la legislación de un mínimo. Sin embargo, el salario se enfrenta al constante detrimento empírico de la capacidad de consumo debido a las bajas habilidades de la fuerza de trabajo o fenómenos inflacionarios. Dicha postura protege la visión común de cómo el aumento al salario afecta los costos del empresario. Considera así, fija la cantidad de demanda efectiva y sus impactos en el resto de la economía, así como el nulo papel del salario mínimo. (Prasch, 1996).

La concepción keynesiana por su lado ha determinado que el papel del salario mínimo se encuentra cuando se desea incrementar la demanda efectiva y por lo tanto el crecimiento económico. (Prasch, 1996) Esto en aparente relación directa ya que, ante el aumento del salario mínimo, aumentan la demanda de bienes de consumo, empleando la capacidad ociosa de las empresas, eliminando a las de menor productividad y con ello incrementando el volumen de negocios en la economía. El salario mínimo legislado crea una existencia equitativa del poder de negociación en el mercado laboral ya que le posibilita conocer sus necesidades de manera previa a través de su canasta convencional.

La concepción clásica simplemente explica el incremento en la determinación del salario mínimo proporcionalmente a las tasas de crecimiento de una economía como una regla de distribución directa del ingreso (Prasch, 1996). Las tres escuelas trasladaron completamente el debate al plano de la microeconomía poniendo en evidencia la discusión de la convencionalidad del costo de la subsistencia y su representación constante o dinámica en canastas de bienes.

La contribución de la metodología de Stigler entonces debe ser reforzada por un cuerpo teórico suficiente para argumentar la necesidad, causas y consecuencias de la definición del salario mínimo y del costo de subsistencia para así evitar ser subinterpretado por alguna de las diferentes escuelas del pensamiento económico (Prasch, 2007).

MARCO TEÓRICO

En esta sección se busca recopilar y crear la base teórica del modelo de programación lineal del costo de la subsistencia. Para ello se retoma como punto de partida la teoría del modelo racional desde la óptica clásica y neoclásica. Posteriormente se retoma el debate de la determinación empírica del costo de la subsistencia por medio del ICUA, la canasta básica y el modelo de Stigler. En la última parte se detalla las aportaciones de Bellman a la formalización de los modelos de programación dinámica discreta con horizonte finito, su adaptación para el caso de estudio, generando un algoritmo de solución.

TEORÍA DEL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR Y LA SUBSISTENCIA.

Se hará una breve revisión de las bases de la teoría del consumidor y su modelaje a través de diversas corrientes económicas. Con ello se pretende demostrar que el salario de subsistencia puede expresarse en términos de las características nutricionales (mínimo biológico), como unidad de medida para expresar otros tipos de consumos fuera de la subsistencia. Se afirma que el problema de la utilidad solo es reflejo del problema de la subsistencia planteado ya desde el siglo XIX por los clásicos el cual busca pactar o fijar el nivel mínimo necesario de recursos para que sobreviva un ser humano, de acuerdo con sus actividades diarias promedio.

APORTACIONES DE LA ECONOMÍA CLÁSICA Y NEOCLÁSICA AL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR

Para la explicación del salario, los economistas clásicos elaboraron el supuesto económico de la subsistencia como un factor histórico-social determinado que les permitió contabilizar el trabajo, el excedente y la ganancia. A su vez, la escuela neoclásica buscó superar dicho supuesto por medio de las preferencias y el costo de la oportunidad del trabajo para explicar el salario. Las aportaciones de cada corriente económica sirvieron para construir la teoría del modelo racional del consumidor.

EL SALARIO DE SUBSISTENCIA CLÁSICO Y EL MODELO RACIONAL CLÁSICO

De acuerdo con Henry (2015), el salario de subsistencia de los clásicos⁵ se compone del conjunto de bienes que representa las “necesidades que pueden equipararse en un mínimo biológico” y las “comodidades de la vida que están determinadas de manera social” (pág. 36). La definición teórica depende de la fuerte carga moral para delimitar la subsistencia. Ha evolucionado desde el derecho y la teoría de la justicia social, siendo retomada por Adam Smith y autores posteriores.

Dada su composición dicotómica, el salario se puede definir como un conjunto de bienes que son “vistos como necesidades socialmente determinadas para el sostén de los trabajadores” e independientes de la producción económica (determinados de manera exógena). El límite inferior del salario se encuentra donde garantiza “la subsistencia y la reproducción biológica” (Henry, 2015, pág. 57)

La interpretación de Henry (2015) sobre el modelo de los clásicos construye un agente que con “el salario de subsistencia” tiene un plan de consumo tal que satisface al menos el conjunto de bienes de subsistencia social o moralmente determinado. Y se puede entender que un salario por encima del de subsistencia asegurará un consumo que puede expresarse en múltiplos de los bienes del conjunto de subsistencia. Esto será posible de existir una escala que homogeniza la sustancia de valor de dichos bienes a través del tiempo, por ejemplo, el precio.

Con la construcción de Marx por medio de la teoría del valor se facilita comprender que la subsistencia medida en valor (o en el valor de las mercancías) es determinada socialmente y no a través del salario del mercado (en precios). Así Marx considera que “la subsistencia socialmente determinada es un promedio” de la cual gira el salario del mercado y genera desviaciones del de subsistencia (Henry, 2015, pág. 43).

⁵ Smith, Ricardo, Marx y Verblen.

El razonamiento del consumidor de la economía clásica que, aunque no fue del completo interés de estos, se construye y postula a través de la relación de las clases sociales, pudiendo además generalizar que:

- Existe un agente representativo que con su ingreso consume una proporción del nivel de subsistencia para su reproducción social, dependiendo del valor en el mercado de los bienes que le permitan alcanzarla. Esto dependerá también de la clase o estatus en el que se encuentre. Sin embargo, coinciden con un razonamiento maximizador de sus necesidades (o de planificación de estas con relación al valor observado) construido por la escuela neoclásica posteriormente.
- El mínimo de subsistencia en la teoría clásica para el agente es un derecho moral institucionalizado (de ahí la determinación social), por lo que es expresada como la substancia o base que relativiza las diferentes necesidades biológicas. Permitiendo así crear una escala para la determinación de las necesidades no biológicas o comodidades de vida.

Para construir la formalización neoclásica del modelo clásico, definimos a W_S como el salario de subsistencia socialmente determinado y se tiene entonces que:

$$W_S = P_{NMB} NMB + P_{CV} CV$$

Para cuando: NMB será el conjunto de bienes y servicios socialmente determinado como (Necesidades Mínimas Biológicas) y P_{NMB} será el vector de precios de dicho conjunto. CV será el conjunto de bienes y servicios socialmente determinado como (Comodidades de Vida) y P_{CV} será el vector de precios de dicho conjunto.

El agente representativo racional y maximizador construido tendrá que basar su distribución del ingreso en al menos dos conjuntos de mercancías socialmente determinadas. Consideremos así que el salario real es una proporción del salario de subsistencia $W = \alpha W_S$ pudiendo realizar el consumo en otras mercancías que se pueden considerar como múltiplos de la NMB y CV .

Sin embargo, la divergencia de los clásicos radicaría en cómo se expresan las necesidades mínimas biológicas en bienes y servicios, la canasta básica o en una abstracción mayor como la substancia energético – nutritiva. La última aportada por Marx (2014) cuando define que el trabajo humano es "... el gasto productivo de músculo, nervios, brazo etc ... el empleo de esa simple

fuerza de trabajo que todo hombre común y corriente, por término medio, posee en su organismo corpóreo, sin necesidad de una especial educación..” (págs. 28-29).

De la última postura se interpreta que el agente busca reproducir esa fuerza de trabajo diariamente. La cual puede expresarse en desgaste de energía y nutrientes que adquiere conforme realiza su salario.

Con esta definición se garantiza cierta atemporalidad de la determinación social de la subsistencia sobre el conjunto de bienes de consumo dado. Se presenta como la sustancia de la subsistencia, un factor común fuera del valor y precio de los bienes en el mercado. Así podríamos generar una visión sustancialista (en términos de energía y nutrientes) del modelo de Stigler, como sustento teórico del nivel subsistencia clásico.

Esta, aunque polémica, ha sido la respuesta clásica al problema de distribución y consumo, y ha sido opacada posteriormente por la libertad del individuo en la elección de su nivel de utilidad, separándole inclusive de la microeconomía.

APORTACIONES DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA AL MODELO RACIONAL DEL CONSUMIDOR

El problema del consumidor históricamente ha sido planteado por la escuela neoclásica como la maximización de la utilidad o preferencias que le genere el consumo de bienes restringido principalmente por su ingreso. Esto en un marco de la teoría de elección de su plan de consumo (o cesta de consumo). La utilidad (como definición dominante) es una asignación numérica de “las cestas de consumo, de tal manera que las que se prefieren tengan mayor número que las que no se prefieren” (Varian, 2009, pág. 55). Esta descende de una histórica batalla entre las posturas sobre el mismo problema de Marshall, Hicks y Debreu que serán brevemente analizadas.

Marshall (1920) analiza el problema a través del excedente del consumidor y de la utilidad marginal. Para el autor, el agente buscará maximizar su excedente⁶ a través de la toma de decisiones que realice, de acuerdo con los precios de mercado disponibles para el consumo de sus diferentes bienes. Se entiende el excedente del consumidor como expresión del beneficio marginal (desde el costo de oportunidad de no consumir dicho bien, siendo agentes saciables). El problema se convierte entonces en la planeación y distribución de los bienes fijando el mismo nivel de utilidad marginal a recibir para todos los bienes consumidos.⁷ La lógica marshaliana reintroduce los ingresos de subsistencia que provocan un consumo en un primer momento por debajo de dicha subsistencia fijado por normas sociales convencionales, el cual una vez realizado permite el salto a múltiplos de la canasta de subsistencia donde se encuentran bienes de lujo o de mejor calidad. Además de considerar también al consumo como un acto de producción negativa (pág. 41)

Hicks propone a su vez, la solución dual del problema del consumidor, analizándolo desde la minimización del gasto, conocida por la demanda compensada o demanda hicksiana. Y en esta se fija el nivel de utilidad a adquirir para así depender del sistema de precios de los bienes mutuamente sustituibles (R. Hicks, 1956). Paralelamente, Debreu buscó explicar el problema a través de la ordenación de las preferencias siguiendo la tradición de la escuela Lausana y los aportes de Von Neumann. Planteó como cuestión secundaria la importancia de la función de utilidad como una representación numérica de las preferencias ordenadas y con ello la perfección del modelo racional del consumidor de la microeconomía contemporánea (Debreu, 1973).

La teoría del salario de subsistencia propuesta como salida al vacío que generaba la utilidad en Marshall o en su versión psicológica de las preferencias reveladas no fue retomada lo suficiente por la escuela neoclásica microeconómica. Esto debido a que se consideró como una posición normativa temporalmente fijada por los diversos actores de la sociedad y por ello sale de una

⁶ “El exceso del precio que estaría dispuesto a pagar en lugar de ir sin la cosa, por encima de lo que realmente paga, es la medida económica de esta satisfacción excedente. Se puede llamar excedente del consumidor.” (Marshall, 1920, pág. 78)

⁷ “Si una persona tiene algo que puede usar para varios usos, lo distribuirá entre estos usos de tal manera que tenga la misma utilidad marginal en todos. Porque si tuviera una utilidad mayor que en un uso que en otro, ganaría quitándole parte del segundo uso y aplicándolo a los primeros” (Marshall, 1920, pág. 61)

libertad absoluta del mercado o inclusive una libertad psicológica del individuo (entrando en las dotaciones ya determinadas por la distribución).

En ese contexto, Samuelson intenta una extrapolación teórica y matemática desde la versión sustancialista del modelo de Stigler y una generalización neoclásica a través de la expresión de la subsistencia como un nivel de utilidad determinado socialmente (el nivel base de utilidad, que genere la escala de las preferencias), la cual nos parece un vínculo y síntesis entre los aportes de ambas escuelas teóricas. (Samuelson, 1946, pág. 47)

La consideración de la subsistencia debe tomarse desde una óptica aglomerante dentro de la estructura social, en donde el mínimo necesario es permanentemente debatido y reformulado. Así, una medida para la utilidad se puede expresar en términos de los bienes y servicios que integran la subsistencia (o de las necesidades satisfechas por esta). Ya desde tiempos de Marshall, el salario y la subsistencia se definía por las prioridades para mantener vivo a un ser humano.

ESTABLECIMIENTO Y MEDICIÓN DE LA SUBSISTENCIA POR LA CANASTA BÁSICA Y EL ICUA.

Existe un interés por las organizaciones mundiales para el establecimiento de las necesidades de subsistencia. La principal en todas las sociedades es la alimentación, seguida por la vivienda, ropa, salud, entre otras. Y es por ello, que la Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la OMS generaron para todos los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) una serie de requerimientos nutricionales mínimos de acuerdo con el trabajo realizado en un día medido en calorías o Joules por una persona (con al menos 3 niveles de intensidad).

Existe una serie de publicaciones sobre la composición nutricional de grupo de alimentos en el mundo que ha servido de referencia a otras publicaciones regionales (FAO, 2011). En México una excelente adecuación de las necesidades diarias recomendadas donde retomaremos la realizada por Chávez (Chávez V. & Ledesma S., 1997). Esto debido a que las propuestas de la FAO - ONU no son desmenuzadas con tanto detalle nutricional y en la situación actual de México. También son importantes los aportes nutricionales detallados y establecidos para 1169 productos

en América Latina aportada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que nos servirá de base para los productos del experimento teórico (INCAP & OPS, 2012).

Convencionalmente en México, se han determinado las necesidades mínimas biológicas por medio de una canasta básica alimentaria, la cual tiene un origen común que procede del análisis de la tasa de metabolismo basal. Por medio de ecuaciones que relacionan el peso, género, edad y nivel de actividad física se puede determinar las necesidades caloríficas, proteicas y nutricionales expresadas como un múltiplo de dicha tasa (FAO, 2001). Así, en 1993 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en conjunto con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) retomó la elaboración de una canasta básica de 12 categorías de productos para fijar su línea de pobreza extrema en el caso de México. Un total de 26 productos tipo que reflejan precios promedios. (INEGI & CEPAL, 1993).

Para el 2018 la canasta básica alimentaria con que se mide el índice nacional de precios al consumidor es de 28 categorías que pueden ser desglosadas en 117 productos tipo o promedio. (INEGI, 2018). La evolución de dichas canastas se ha debido a la retroalimentación ofrecida por las encuestas de gastos e ingreso de los hogares donde se han aproximado las preferencias de los patrones de consumo de la población. En la actualidad se puede considerar que tenemos 2 tipos de canastas. La que mide la inflación del consumidor dirigida por INEGI y la que mide los límites de pobreza extrema dirigida por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL) que es una reducción de la canasta inflacionaria.

En México existió al menos una canasta dirigida por el Banco de México, una dirigida por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por el Sistema Alimentario Mexicano y una propuesta de la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR) que han desaparecido para tratar de homogenizar la canasta. Debido a que a partir del 2011 el control oficial para medir la inflación es trasladado al INEGI por el gobierno federal (DOF, 2008). Algunas de las críticas insuperables al diseño de la canasta básica alimentaria son:

- La dificultad de representar el patrón de consumo, la cultura y tradición del 50% de la población mexicana. Siendo estos los deciles inferiores o de menor ingreso.
- El no contemplar la dificultad de acceso a dichos alimentos por parte de la población y no cubrir las necesidades nutricionales de una familia promedio tipo (5 habitantes para 1980-1990). Es en la época que inició el debate sobre la creación de canastas básicas después

de abandonar la sustitución de importaciones, el cual necesariamente ha ido cambiando conforme evoluciona la población mexicana (Martinez, 2008).

Las canastas básicas, en su diseño, surgen de la tasa de metabolismo basal. Esta es comprendida como la caracterización homogénea del gasto energético de acuerdo con las condiciones fisiológicas del ser humano. Son diseñadas para un agente promedio representativo de toda la población. Consideran como supuesto el comportamiento optimizador racional y consumen al menos la canasta básica alimentaria o alguna parte proporcional mayor de ella. Así alcanzan sus objetivos nutricionales de acuerdo con su ingreso de manera permanente a lo largo de su vida conociendo perfectamente sus necesidades de la tasa de metabolismo basal. Comparte en esencia, la visión sustancialista del mínimo de subsistencia clásico más no superan la crítica de la desconexión dinámica con los precios diarios del mercado.

Al convertirse en norma, la canasta básica alimentaria (CBA) transfiere una racionalidad optimizadora binaria o bayesiana (consume o no la canasta básica y en qué grado). Ello limita el estudio de las causas y efectos de su decisión (las causas de no tomar la decisión correcta de consumir la canasta son causas subjetivas). Los supuestos de su diseño son necesarios para pactar una referencia y piso contable en las diversas aplicaciones que se le han dado. Como resultó por ejemplo la canasta básica alimentaria oficial de 1987 negociada por los sectores sociales para fijar un piso de la política salarial del país (Martinez, 2008, pág. 21). Más los supuestos se trasladan al sujeto sobre el cual recae la política social y el estado de bienestar que se busca construir.

El CONEVAL ha fijado la línea de pobreza extrema a partir de su CBA, donde el objetivo es que un gran segmento de la población pueda alcanzar con su ingreso dicha canasta. Dicha medición fija por sí misma un tipo de pobreza. Donde el sujeto no logra alcanzar la ciudadanía por falta de ingreso evaluado en un instante del tiempo. Siendo la solución elevar su ingreso para llegar a la ciudadanía (concebida como el pleno uso de sus derechos universales). Y con ello se mide el grado de disminución de la pobreza. Sin embargo, dicho tipo de pobreza no hace referencia a una universalidad, sino a una exclusión del pobre por su condición social (en este caso no alimentación). Es una particularización del pobre frente a los demás ciudadanos.

Por siglos dicha concepción ha llevado a prácticas como la creación de censos de pobres, fetichizando la pobreza dentro del sujeto y negando causa alguna en la estructura social. Dicho,

en otros términos, alcanzar una universalidad partiendo desde la particularización (o fragmentación social). Inclusive no es un sujeto completo con características humanas. Es un sujeto tipo simplificado, que se debe tomar como supuesto y es representado numéricamente por el ingreso disponible, su gasto, y un razonamiento óptimo ad hoc (consumir su ingreso solo en la canasta legislada). Si dicho supuesto es violado, el mecanismo lógico de la política social también lo será.

A su vez, si la canasta mide la pobreza de una familia (como originalmente en los 90's se resolvió la fijación de la canasta básica alimentaria normativa) tendremos una política social conservadora arraigada a la familia (con al menos un titular de familia que provee). Aunque parece cuestión menor, el diseño de la política social familiarizada fragmenta aún más al tipo de pobreza y al sujeto en ella.

La canasta básica de la INEGI y CEPAL (1993) plantea un adulto tipo urbano y rural con un nivel de actividad promedio y un patrón de consumo del segundo al quinto decil de la población de acuerdo con su ingreso. Se aclara en su diseño que dicha canasta no representa la de mínimo costo, y a lo más es un promedio de las preferencias en México de dichas encuestas (de la ENIGH 1984, 1989 y 1992). Dicha medida y metodología se toma de referencia para la elaboración de una nueva canasta básica alimentaria base del Ingreso Ciudadano Universal Alimentario (ICUA) con 22 productos tipo, adecuada a la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) del 2014 y como referencia del CONEVAL para la medición de la línea de pobreza alimentaria en estudios recientes.

Con este cálculo el ICUA se sitúa en \$1,415.90, al mes por persona a precios del 2014. Lo que implica cubrir una canasta básica alimentaria diaria más el 10% de su costo en concepto de gastos de preparación (Damián & Hernández, 2016). El ICUA será directamente transferido a los ciudadanos para que decidan o no gastarlo en la canasta básica (la libertad de usar la política en el objeto que se planteó o en otra cuestión). Dicho precepto parece ser el que la convierte en un ingreso universal (o renta universal), y no en un programa restringido de apoyo alimentario más.

Sin embargo, la pregunta activa sigue al supuesto que se toma en el diseño del ICUA: ¿qué otro gasto preocuparía más a la población que alimentarse nutricionalmente? Por ello, se aplica el supuesto que dicha transferencia directamente se ejercerá en el consumo de dicha canasta básica, como se ha dado por hecho en programas de transferencias monetarias de apoyo

alimentario⁸. Como contraste, para la posible financiación de dicho ICUA, se plantea la eliminación de programas con duplicidad del ICUA (un total de 11 programas a nivel federal y otro tanto a nivel estatal). Si bien pueden ser eliminados por evaluaciones sobre su ineficacia, no es razón suficiente para mencionar una estricta duplicidad del ICUA.

Los problemas de la universalidad de una política social se reflejan en la concepción del ICUA, si son comprendidos en la realidad de la economía mexicana. Por un lado, una transferencia monetaria diaria planteada en 4 fases (como se consideró la propuesta original) o inclusive en una sola fase no garantiza que el recurso sea utilizado en el objetivo de la política social.

Por otro lado, el cálculo del monto no justifica como se resuelven las desigualdades generadas por la pobreza en el tiempo. Entre ellas la más importante es la desnutrición crónica (o acumulada), la asimetría en el acceso a alimentos, servicios y demás derechos sociales.

De igual manera la escasez guarda fuerte relación con la percepción de pobreza en un individuo. Dicho fenómeno material conduce a la sensación psicológica, estrechando la capacidad relativa del pensamiento al presente, lo que provoca mayor hacinamiento de la escasez en el futuro. Generando así un ciclo destructivo y permanente de las condiciones objetivas y subjetivas del sujeto. Una política social debe contemplar por diseño, amortiguadores que modifiquen la visión de túnel generada por la constante escasez, ampliando con ello el ancho de banda (o límites de decisión) para salir gradualmente de la trampa de escasez (Mullainathan & Shafir, 2016). Será necesario considerar que este problema afecta a la medición de la canasta básica, ya que habla de un sujeto con necesidades ajenas a una buena nutrición o que la decisión de nutrirse bien se verá perturbada por la estrechez de su visión.

Franzoni y Anachochea (2016) nos ofrece un marco actualizado para analizar la universalidad en una política social. De acuerdo con su propuesta, se deben considerar tres aspectos: cobertura masiva (cuando los beneficios llegan a la mayoría de las personas involucradas en una categoría determinada), generosidad (considerado como el nivel y calidad de los beneficios involucrados)

⁸ “Un Ingreso Ciudadano que cubriera al menos las necesidades básicas, aumentaría la libertad de la ciudadanía ... los ciudadanos podrían cumplir mejor sus derechos y obligaciones al no tener que preocuparse únicamente por la comida de mañana” en (Damián & Hernández, 2016, pág. 29)

y la equidad (distribución de la cobertura y generosidad a través de los beneficiarios). El equilibrio entre estas variables permite garantizar la universalidad a través del tiempo y evitar retrocesos y fragmentación entre la población.

Una clave para llegar a este punto es la unificación como característica clave de la política social frente a la fragmentación que producen las mismas.⁹ Es decir, las imperfecciones del mercado, y las desigualdades crónicas nutricionales generadas entre la población no permiten llanamente la aplicación de una política social universal sin un papel activo del gobierno. Sin duda alguna la canasta básica normativa y el ICUA no permiten el diseño y ejecución de una política social universal debido a que se piensa en un agente con razonamiento binario, por lo que no permite solucionar los problemas derivados de la escasez (la visión del túnel hacia los problemas no permite resolver la desnutrición) ni mucho menos acercarnos a la concepción unificada de los tres aspectos de Franzoni, y todo ello lleva a aislar al sujeto de la política para convertirlo en una espiral de crisis y pobreza. Se aspira crear alguna alternativa a estos problemas con la presente investigación que pretende simular el comportamiento de un consumidor que maximiza su nutrición diariamente, por lo que podremos ver no una sola canasta, sino un intervalo de gasto donde el individuo busca su sobrevivencia. Este puede estar por arriba o por abajo del establecido por el ICUA.

MODELO DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA Y SU APLICACIÓN COMPUTACIONAL

Se revisará las aportaciones de Bellman (1957), en modelos de programación dinámica, así como el algoritmo que permite evaluarlo computacionalmente.

Modelo Determinístico con Horizonte Finito.

La teoría del control óptimo surgió como un conjunto de herramientas matemáticas y busca describir los problemas de la maximización cuando es aplicada a la teoría económica. La forma

⁹ “La unificación tiene lugar cuando todos los beneficiarios reciben el servicio o la transferencia de efectivo de una manera similar y el estado juega un papel importante en la definición de los beneficios, actuando como proveedor directo y regulando eficazmente el mercado. De la misma manera, la fragmentación es una gran amenaza para la universalidad.” (Franzoni & Anacochea, 2016)

más elemental de la programación dinámica es en el caso determinístico con horizonte finito que será descrito a continuación.

Sea el problema en su forma secuencial (PFS):

$$\begin{aligned} \text{Max } & \sum_{t=0}^{T-1} f(U_t, S_t) \\ \text{s. a: } & S_{t+1} = g(U_t, S_t) \\ & S_0 > 0, \text{ dado;} \end{aligned}$$

Donde S_t es la variable de estados del sistema y U_t es la variable de control. S_{t+1} será la ley o ecuación de movimiento del sistema y $f(U_t, S_t)$ será la función de recompensas (o de costos). Se puede encontrar su solución a través del principio de optimalidad de Bellman.

Principio de Optimalidad de Bellman: “Un plan óptimo cualesquiera que sean las decisiones restantes incluyen también un plan óptimo con respecto al estado que surge con respecto al estado de la primera” (Bellman, 1957, pág. 83). Es decir, si:

Una secuencia de controles óptimos $\{U_0^*, U_1^*, U_2^*, \dots, U_t^n\}$ es un plan óptimo entonces el plan truncado $\{U_i^*, U_{i-t}^*, \dots, U_t^n\}$ es un también un plan óptimo con respecto a: $S_{i+1} = U(S_i)$.

Donde un plan será la secuencia de controles $\{U_1, U_2, \dots, U_t\}$.

Se tiene el siguiente teorema: Las soluciones del problema secuencial y del problema recursivo coinciden. Donde en el problema recursivo la expresión:

$$\begin{aligned} V(S_t) &= \text{Max } (f(U_t, S_t) + V(S_{t+1})) \\ \text{s. a: } & S_{t+1} = g(S_t, V_t) \\ & S_0 > 0, \text{ dado;} \end{aligned}$$

se conoce con el nombre de ecuación recursiva funcional de Bellman.

El algoritmo de Bellman se resume entonces en:

- a. Transformar el problema de su forma secuencial a su forma recursiva.

- b. Resolver el problema recursivo para cada periodo, partiendo del final y llevándolo al inicio.
- c. En cada etapa es optimizado por medio del método simplex para el caso discreto.
- d. Construir el plan óptimo de manera secuencial.

LA FORMALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL DEL COSTO DE SUBSISTENCIA

Varios artículos destacan la necesaria formalidad del modelo planteado originalmente por Stigler. La primera formalización fue presentada formalmente por Dantzig en 1963, donde se resuelve por el método simplex de manera iterada. Dicho autor lo llevaría a la práctica años después en su vida diaria para controlar su dieta (Dantzig, 1990). Esta sirvió para que varios autores continuaran teorizando y adaptando el modelo a nuevas restricciones siendo quizás el trabajo más robusto el presentado por Altmann a lo largo de su vida donde incluirá las externalidades generadas por el consumo de ciertos productos presentadas como decrementos en la salud (Altmann, 1984).

En la presente investigación, en cada etapa se plantea resolver el programa de optimización lineal planteado originalmente por Altmann (1984) adecuado a la variación de precios diarios del mercado como se describe a continuación en su forma primal y dual. De igual manera, retoma el diseño clásico sustancialista de la definición del costo de la subsistencia.

La forma primal será:

Sea E la cantidad de energía (o vector de nutrientes obtenidos en la canasta en nuestro caso) se plantea buscar no negativo f_1, \dots, f_n que minimice la función:

$$E = \sum_{j=1}^n e_j f_j$$

Sujeto a las m restricciones:

$$\sum_j c_{ij} f_j \leq T_i \text{ (para } i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_j c_{ij} f_j \geq M_i \text{ (para } i = 1, \dots, m)$$

Donde:

f_j será la cantidad del alimento elegida (expresado en gramos).

e_j será la cantidad de nutrientes disponibles (expresado en un vector por gramo de alimento).

c_{ij} será la cantidad del i – ésimo nutriente del j –ésimo alimento (expresado en gramos).

T_i será la cantidad máxima tolerada del nutriente (expresado en gramos).

M_j será la cantidad de la nutriente requerida (expresado en gramos).

Y el problema en su forma dual será:

Encontrar no positivos y_1, \dots, y_m y no negativos z_1, \dots, z_m que maximicen la función:

$$F = \sum_{i=1}^m T_i y_i + \sum_{i=1}^m M_i z_i$$

Sujeto a las n restricciones (una por cada alimento) como sigue:

$$\sum_i c_{ij} (y_i + z_i) \geq e_j \text{ (para } j = 1, \dots, n).$$

Donde para cada restricción de máximo nutriente tolerado le corresponde un y_i así como para cada restricción de nutriente requerido corresponde un z_i . Siendo estos considerados como los costos de oportunidad por consumir una unidad adicional de nutriente para cada caso.

Posteriormente a Altmann, O'Brien-Place sugiere la formalización de las tasas de crecimiento del costo de subsistencia para usarlos como sustitutos de los índices de precios al consumidor. (O'Brien-Place & Tomek, 1983). Una versión más moderna puede ser la presentada por el análisis envolvente de datos (AED) que aloja el caso de maximización y minimización. Donde debido a sus propiedades, este algoritmo permite la evaluación de combinaciones de varias entradas y salidas de manera múltiple (por medio de vectores de entrada y salida), poniendo un precio adicional a las externalidades negativas por producto para obtener la convergencia hacia alguna solución óptima (Färe, Grosskopf, & Margaritis, 2011).

DESARROLLO DEL MODELO EMPÍRICO

Es importante para la elaboración del modelo empírico en el caso mexicano resumir el comportamiento del consumidor en base al desarrollo teórico. Se modela al agente económico que gasta lo mínimo necesario para mantener su costo de subsistencia pudiendo con el ingreso excedente ahorrarlo o invertirlo en otro tipo de bienes. El agente creará un plan de consumo a través del tiempo donde priorice la alimentación y con el excedente consume el equivalente de múltiplos de la dieta mínima necesaria. Esto le permite ahorrar el gasto energético que tendría al no realizar dicha compra. La modelación supone un mercado de competencia perfecta para el consumidor. Es decir, solo tomará los precios y cualquier variación diaria le traerá modificaciones a su plan de consumo anual. Si el agente sigue el plan de consumo, es probable que los nutrientes en un periodo más amplio que el diario, puedan ser satisfechos de manera permanente, priorizando cada día conforme el precio los nutrientes que mayor peso tengan en la dieta establecida.

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE DATOS

Se recopiló un conjunto de precios diarios de productos agroalimentarios desde el sistema de precios diarios en las centrales de abasto de la economía mexicana proporcionado por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2020) para 366 días. Dicha información se extrajo a través de consultas por día de cada producto y variedad que se tomó en la central de abastos. Posteriormente se filtró la información para obtener una tabla donde se ordenó por fecha, central de abasto y precio. Dado el formato de los datos se tomó el precio promedio diario de cada producto. Los datos fueron homogenizados para 205 productos de origen vegetal y 5 de origen animal, así como dos productos elaborados (una tableta genérica de suplemento alimenticio y la tortilla por su importancia nacional además de que se incluye el agua con un costo constante de \$40 por 20 litros que es el precio promedio de la presentación comercial embotellada para dicho año en tanto no se amplíe de otra fuente el registro de los precios de dicho producto).

La forma de homogenizarlos fue solamente para aquellos que presentaban 2 o más variedades del mismo producto en una central. Por lo que se crearon productos tipo que promediaron las características y el precio de las distintas variedades. Esto redujo a la formación de 113 productos tipo que finalmente son los evaluados en el modelo. Los datos no reportan fines de semana ni días de asueto los que se tomaron como el promedio de los precios reportados para el día anterior

y siguiente disponible (viernes y lunes en el caso del fin de semana). En el caso de datos ausentes por un periodo prolongado (por falta de información) no se manipuló la información reflejándose como ausencia por temporalidad de ese producto en el modelo.

Se extrajo un conjunto de precios para las 45 centrales de abasto reportadas en dicho sistema. Como en la mayoría de los estados hay más de una central se hizo una aglomeración de estas siguiendo el criterio de promediar el precio en caso de existir el mismo producto dos o más veces en un mismo estado. Al final se obtienen los datos para 31 estados estando ausente la información de Tlaxcala dado a que no se tiene en la fuente original del SNIIM. Para fijar el consumo mínimo necesario se construyó una tabla de nutrientes, calorías, proteínas, agua, ácidos grasos y algunos minerales que en total suman 28 características comunes a los 113 productos. Toman como base la ingesta diaria recomendada para una persona mexicana con actividad ligera (hombre de 18-68 años con peso promedio de 68 kg).

Tabla 1 Características nutricionales comunes.

Característica	Cantidad	Característica	Cantidad
Gasto energético (kcal)	2650	Vitamina A eq. retinal (mcg)	1000
Agua (ml)	2000	Ac. Grasos monoinsaturados (g)	11.78
Energía (Kcal)	2650	Ac. Grasos polisaturados (g)	6.48
Proteína (g)	66.3	Ac. Grasos saturados (g)	5.3
Grasa Total (g)	58.89	Colesterol (Mg)	265
Carbohidratos (g)	298.125	Potasio (Mg)	2000
Fibra Dietética (g)	21.1	Sodio (Mg)	500
Ceniza (g)	0	Zinc (Mg)	15
Calcio (Mg)	800	Magnesio (Mg)	350
Fósforo (Mg)	800	Vit B6 (Mg)	2
Hierro (Mg)	15	Vit B12 (mcg)	2
Tiamina (Mg)	1.5	Ac. Fólico (B9) (mcg)	200
Riboflavina (Mg)	1.7	Folato eq (B9) (mcg)	200
Niacina (Mg)	20	%Fracción	0
Vitamina C (mg)	60		

Fuente: (Chávez V. & Ledesma S., 1997)

Los datos y metodología recopilados por Chávez (1997) se asemeja a la utilizada para el diseño de la canasta básica INEGI – CEPAL (1993) que es actualmente utilizada por el CONEVAL. Esto en cuanto que consumen 2650 calorías reflejando un nivel de actividad ligera en un día. Solo se diferencian porque la canasta básica actual de INEGI ha sido modificada por el paso del tiempo integrando productos debido a los gustos y preferencias dejando en segundo plano las necesidades mínimas nutricionales. La variable fracción representa el porcentaje comestible de cada producto más no es una característica por optimizar.

Los 113 productos están expresados en la aportación a las características (expresadas en fracciones de la unidad g, mg y mcg) por cada gramo consumido. Esto permite expresar en una base común las características y las necesidades mínimas. Con la integración de precios diarios, se da un valor a cada unidad característica aportada (pesos por mg/mcg de nutriente, por ejemplo).

Para la construcción de la matriz de los 113 productos tipo se considera la tabla de composición de alimentos de Centroamérica en su segunda edición, de la Organización Panamericana de la Salud (INCAP & OPS, 2012) que es la más cercana al caso mexicano frente a otras fuentes como las tablas construidas por la FAO que abarcan un contexto mundial y tienen limitaciones en cuanto a productos y nutrientes.

Como en dicha tabla existen datos nutricionales para algunos productos consumidos en crudo y cocción se hizo un promedio de ambos en cada caso para crear una tabla nutricional solo con los 113 productos. Este puede ser considerado como un supuesto de ponderación para la degradación de sus características que amplía la libertad de consumir el producto en ambos casos. Para el ingreso, se asume constante conforme a las decisiones establecidas por la comisión de salarios mínimos, evaluando diferentes escenarios a lo largo del año, ya que para el 1 de diciembre del 2017 entra en vigor la modificación estableciéndose en \$80.00 y tiene un máximo de \$87.77 para el 1 de diciembre del 2018. Se da por límite el máximo salario percibido (\$88.77).

Se enfoca el estudio a evaluar de acuerdo con los gustos y preferencias reportados en el ENIGH donde el 60% del ingreso se destina para el consumo de alimentos y bebidas para el primer decil de la población en la economía mexicana (ENIGH, 2018). Es decir, el consumo destinado a la alimentación va de \$48-\$53.26 en el primer decil y en dicho año. Se estudia el 2018 debido a la transición de gobierno federal y a que es oportuno para evaluar una serie de políticas implementadas en la última década. Entre ellas el nivel del salario mínimo frente el aumento para

el 2019 y años posteriores propuesto por el nuevo gobierno. Si bien, el salario puede servir para mantener las necesidades de una persona, en la realidad se tienen familias tipo de 3 a 5 integrantes que dependen de la misma fuente de ingreso por lo que se hará también un análisis respectivo.

PROCESO DE MODELADO

Con la construcción de dichos datos se implementará un modelo de programación lineal de la dieta mínima (minimización de costo) que será resuelto por el método simplex en cada etapa diaria durante un año. Se considera esta una secuencia óptima de canastas variables a través del algoritmo de Bellman. Nos lleva a redistribuir los excesos delimitando la región de solución factible de las etapas posteriores a la de origen. Esto implica que de haber nutrientes excedentes solo podrán acumularse al día siguiente de su consumo cumpliendo con las propiedades metabólicas de los mismos. El algoritmo empleado en el modelo empírico se plantea entonces:

En su forma recursiva, se inicia la iteración desde la última etapa hacia la primera.

- Minimización en la última etapa (por medio del simplex, con la dieta mínima necesaria como restricción).
- Posteriormente se utilizarán los excedentes de nutrientes acumulándolos por medio de la variable de estado para delimitar las necesidades ya cubierta en la etapa penúltima.
- Se evalúa la penúltima etapa con las nuevas necesidades (la diferencia de las necesidades mínimas diarias y las ya cubiertas por los excedentes en la última etapa) para así resolver el problema de minimización. De la variable de estado se incrementan los nuevos excesos de esta etapa. Se delimita así las necesidades de la antepenúltima etapa para volver la iteración hasta los cubrir 365 días del año (llegar a la primera etapa).

En su fase secuencial, es posible reconstruir la trayectoria de las canastas diarias (los nutrientes consumidos al finalizar el año) así como de los excedentes diarios y el costo total. Si bien originalmente en el algoritmo de optimización de Bellman se busca agotar la distribución de la variable de estado, en este caso, es suficiente demostrar que durante todo el año el individuo tiene la canasta de menor costo que le permite resolver sus necesidades alimentarias. Como se busca que el gasto represente a lo más el 60% del salario mínimo se analiza la intersección con la recta presupuestaria pudiendo observar en que decil se distancia realmente de dicho ingreso.

Este método es aplicado para los 31 estados elegidos teniendo que evaluar las regularidades estadísticas de comportamiento entre los estados y la variabilidad de productos consumidos. A su vez, se establece un intervalo estatal y nacional de ingreso mínimo necesario para cubrir las canastas variables durante todo el año.

MODELO DE MINIMIZACIÓN PROPUESTO

El problema propuesto es la minimización dinámica en el intervalo discreto del costo de la subsistencia alimentaria. Para ello es necesario fijar como restricción la dieta mínima necesaria, evitando así caer en el debate subjetivo de la utilidad y preferencias del agente. La determinación objetiva será fijando el nivel de subsistencia alimentaria a través de las canastas diarias. Así se puede plantear un primer modelo, que resuelve el agente económico de manera secuencial:

$$\begin{aligned} & \text{Mín} \sum_{t=0}^{T-1} V(U_t, M_t) \\ & \text{s. a: } M_{t+1} = g(U_t, M_t) \\ & M_0 > 0, \text{ dado;} \end{aligned}$$

Si consideramos a $U_t = f(p_{(t)}, e, f_{(t)})$ la variable de control, es decir el costo de la canasta diaria, y a M_t como la variable de estado (la dieta diaria mínima necesaria) tendremos que en cada etapa $V_t(U_t, M_t)$ esta determinada por:

$$\text{Min} \sum_{j=1}^n p_{j(t)} e_j f_{j(t)}$$

Sujeto a las m restricciones:

$$\begin{aligned} \sum_j c_{ij(t)} f_{j(t)} &\leq T_{i(0)} \quad (\text{para } i = 1, \dots, m) \\ \sum_j c_{ij(t)} f_{j(t)} &\geq M_{i(t)} \quad (\text{para } i = 1, \dots, m) \end{aligned}$$

Donde la ecuación del sistema será:

$$M_{i(t+1)} = M_{i(0)} - \left(\sum_j c_{ij} f_{j(t)} - M_{i(0)} \right) \quad (\text{para } i = 1, \dots, m)$$

Donde V_t^* será la minimización del costo bienes adquiridos estando sujeto a la dieta mínima necesaria establecida para el periodo t . Se puede visualizar que $M_{i(0)}$ representa el desgaste de energía y nutrientes en función de la cantidad de trabajo físico mínima necesaria ejercida en el día para la subsistencia. En nuestro caso se estableció para México previamente (Chávez V. & Ledesma S., 1997). Por ello, la dieta mínima necesaria para el día siguiente dependerá de la diferencia entre la necesaria y el excedente del día anterior.

Para el caso de los nutrientes máximos tolerados T_t no existe una segunda ecuación del sistema dado a que el problema es de minimización por cada etapa y es imposible que llegue a rebasar esa solución de esquina. Basta con mencionar que el vector de nutrientes máximos tolerados se mantendrá idéntico a través del tiempo.

$$T_t \equiv T_0 \text{ para } (t = 0, \dots, T - 1)$$

Se incluye el $p_{j(t)}$ que representa los precios diarios del mercado. No se incluye la restricción del ingreso debido a que el problema de programación lineal se vuelve infactible. La recta presupuestaria es contrastada en la evaluación posterior de los resultados para demostrar la hipótesis de factibilidad de esta investigación.

Nótese que, aunque el precio no contempla otros costos tales como el de traslado, elaboración de comida, almacenamiento, disposición entre otras características que no son totalmente contables por cada mercancía. En este modelo dichos costos son considerados en el 10% adicional del costo de la canasta diaria como sugiere la metodología establecida para determinar el ICUA. En México las estadísticas de precios obtenidas son muy básicas para profundizar en las variedades de cada uno por lo que el vector de mercancías podría expresarse en los alimentos primarios o sin transformación agroindustrial, y sus derivados bien ser un múltiplo de estos.

El problema puede ser solucionado de manera secuencial, sin embargo, el tiempo de cómputo se extendería por lo que se buscará optimizar de acuerdo con el algoritmo de Bellman propuesto. Se transforma el problema en forma secuencial de la siguiente manera:

$$V_t^*(p, x) = \text{Min} \left(\sum_{j=1}^n p_{j(t)} e_j f_{j(t)} + V_{(t-1)}^* \right)$$

$$\text{s. a: } M_{t+1} = g(U_t, M_t)$$

$$\text{Donde } V_0^* = V^*(U_{(0)}, M_{(0)})$$

Donde a partir de la condición inicial M_0 *dado* tendremos el problema de control óptimo de tiempo discreto con horizonte finito en su forma recursiva. Al evaluar V_0^* inicial refleja el costo del estado nutricional independiente de los precios futuros y de los requerimientos nutricionales mínimos acumulables a través del año. Originalmente para Bellman, V_0^* es el objetivo más importante al que se busca llegar en la fase recursiva, por lo que se considera *dado*. En esta investigación basta con que cumpla el criterio de mínimo de subsistencia establecido por la ecuación del sistema. Por lo que será indiferente considerarlo el primer o el último día del año de estudio, siendo en esta investigación el primer día de diciembre del 2017.

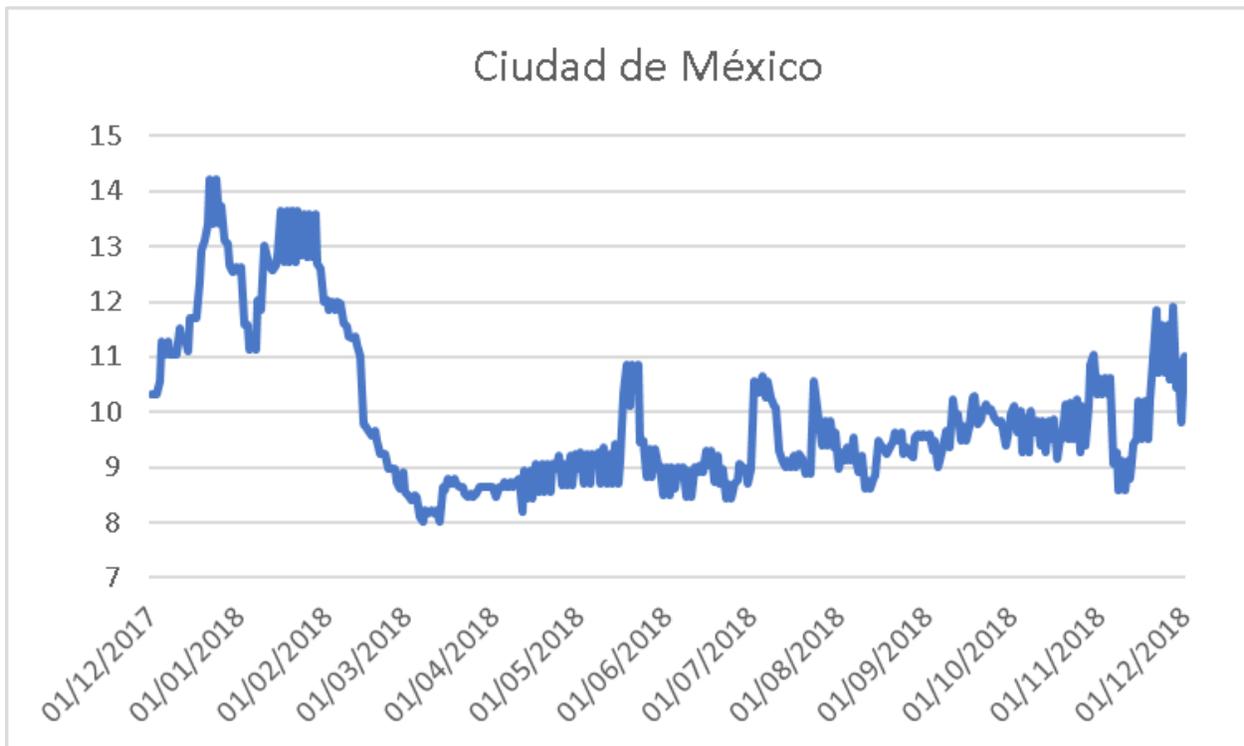
Después de resolver la fase recursiva, es vital determinar la trayectoria de U_t para saber de manera secuencial el costo del conjunto de bienes a consumir a través del tiempo. Algunos fenómenos no contemplados son los factores externos que se le presenten al agente como el desempleo, accidentes, crisis económica, hiperinflación, etc., que sin duda alguna pueden ser modelados y analizados cada uno con restricciones y adiciones al modelo planteado. Sin embargo, con las trayectorias óptimas obtenidas es posible evaluar la factibilidad del ingreso mínimo, y contrastar los estratos de la población de acuerdo con su ingreso.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se simuló el algoritmo de optimización dinámica establecido para el año 2018, y se tomaron los resultados de la Ciudad de México para el análisis principal y posteriormente su comparación con los demás estados. En cada etapa, se utilizó la herramienta Solver de Microsoft Excel, con una precisión en las iteraciones de 0.000001 pesos y el método de resolución Simplex LP. Con ello se redujo el tiempo de cálculo, comparado con la programación del método simplex propio, obteniendo los mismos resultados. El algoritmo descrito fue desarrollado en Visual Basic.

Se obtuvo una serie de canastas de consumo diarias que se expresa en la siguiente gráfica. Donde en el eje de abscisas se tienen los días y en el eje de ordenadas se tiene el costo diario de la canasta diaria variable:

Gráfica 1 Serie de valor de las canastas de consumo óptimas para el año 2018



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar de color azul la variación de valor de las canastas óptimas que garantizan la nutrición mínima necesaria para una persona. Así, inferimos que el intervalo de valor diario de las

canastas oscila en todo el año entre \$8.03 - \$14.23 pesos. A través del desarrollo de la serie, se puede notar que a principio del 2018 subió el valor de las canastas a su nivel más alto para posteriormente disminuir en el mes de mayo hasta su nivel más bajo y estabilizarse en una tendencia ascendente de valor con ligeras oscilaciones. Las causas pueden ser de lo más diversas como la variación estacional de productos reflejada en el conjunto de precios. Aún así garantizan ser las de menor costo de acuerdo al modelo planteado. La composición de las canastas es variada a través del año, por lo que resalta la selección de 9 productos de los 113 disponibles de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2 Productos que integran la canasta óptima diaria para el 2018 en la CDMX

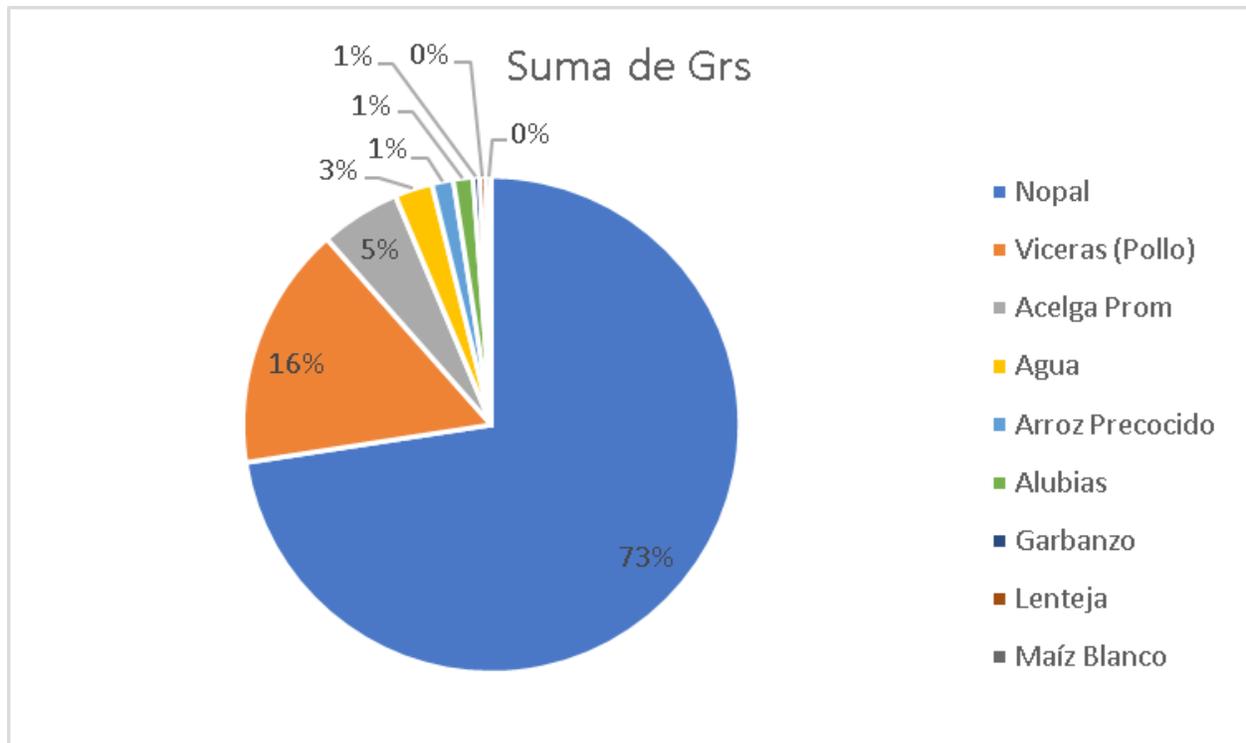
#	Producto	Suma de Grs	Suma de Costo
1	Nopal	895,568.2451	729.2403792
2	Viseras (Pollo)	196,288.9804	1,515.247214
3	Acelga Prom.	64,230.43875	568.3096782
4	Agua	30,370.47134	60.74094267
5	Arroz Precocido	17,178.621	213.8697663
6	Alubias	15,851.67954	354.6300269
7	Garbanzo	5,425.317935	87.44239967
8	Lenteja	4,877.350222	81.08835424
9	Maíz Blanco	4,262.839059	24.81701176
	Total (V* ₃₆₆)	1,234,053.943	3,635.385772

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que predominantemente el nopal (73%) es el producto con menor costo y mayor aportación a los requerimientos nutricionales, complementado con el consumo de vísceras de pollo (16%). En promedio, las canastas consumen 2.5 kg de nopal al día, lo cual resulta factible si se consume a lo largo de las 24 horas (en 5 comidas, sería a lo máximo un consumo de 0.5 kg

por comida). Los demás productos se consumen en menor proporción por lo que no suena irreal la ración proporcionada en cada comida. De igual manera, se puede observar la demás distribución porcentual de los productos ocupados en todo el año de acuerdo con la siguiente gráfica:

Gráfica 2 Porcentaje de consumo de productos de la canasta para el año 2018 en la CDMX

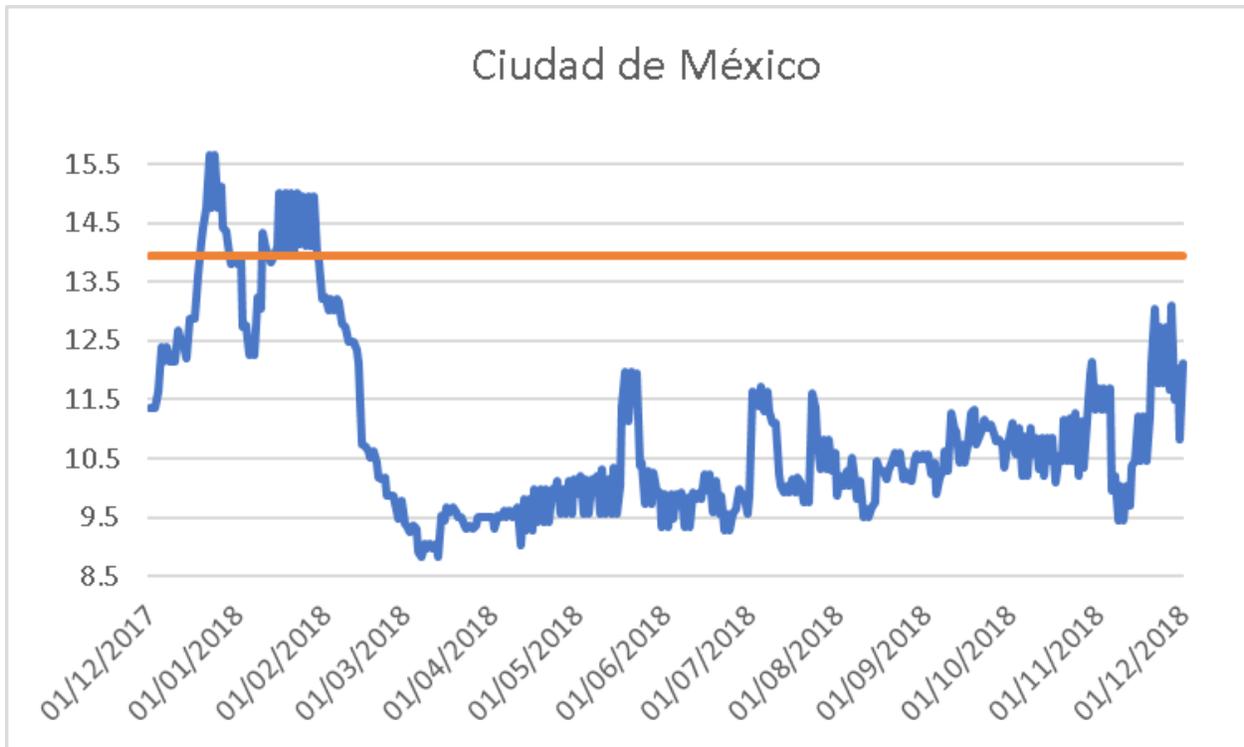


Fuente: Elaboración propia

Si del intervalo previamente establecido del valor de la canasta óptima se le adhiere el 10% conforme el costo de preparación, se obtiene un nuevo intervalo que podría establecer el mínimo de subsistencia para la CDMX. Este estaría en el rango de 8.83 a 15.65 pesos a precios del 2018. De acuerdo con la ENIGH del 2018, el primer decil obtuvo un ingreso diario por hogar promedio por encima del ultimo salario mínimo establecido en ese año (\$100.37 diarios por familia en promedio de la zona rural y urbana) y su máximo ingreso destinado al consumo de alimentos y bebidas fue del 50% (esto equivale en promedio a \$50.21 para la zona urbana y rural). Al evaluar

esta restricción del ingreso y el valor de la canasta con el costo adicional, se obtiene que podrían consumirla de 3.21 a 5.68 personas de manera limitada durante todo el año.

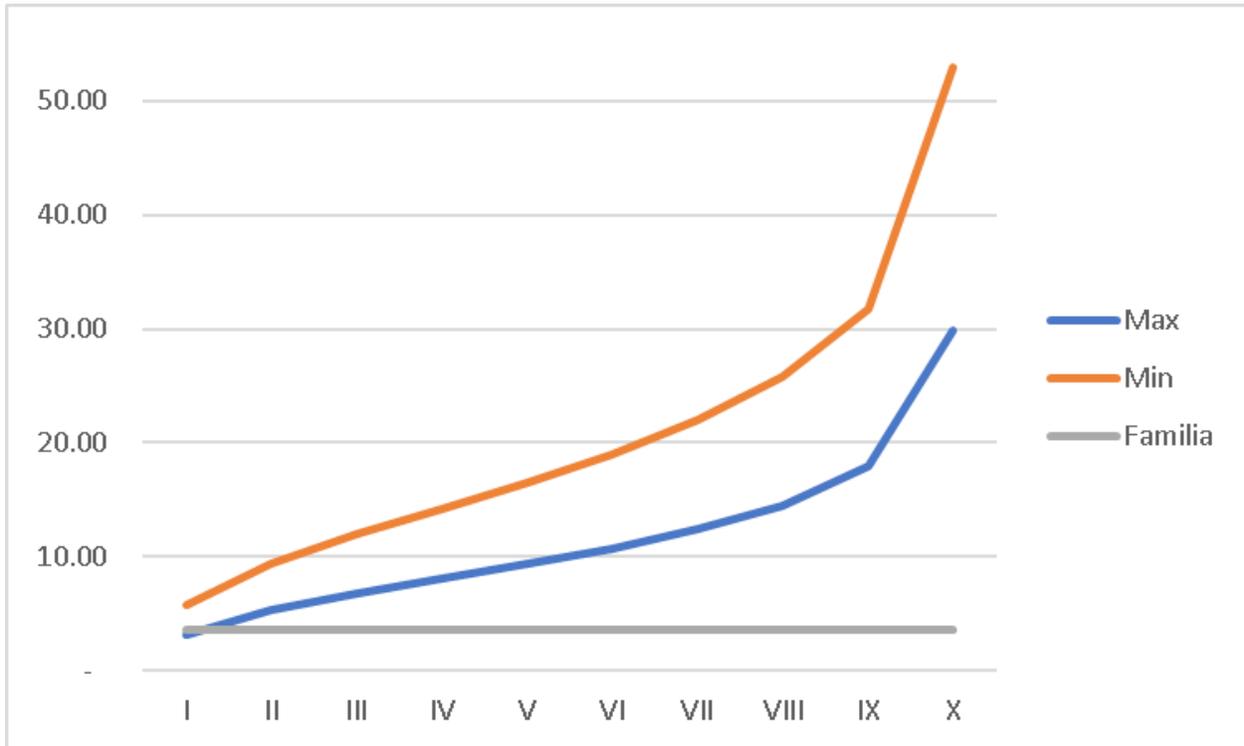
Gráfica 3 Intersección entre el valor de las canastas diarias de consumo y la recta presupuestal.



Fuente: Elaboración propia

Es decir, si consideramos una familia tipo de 3.6 personas cada integrante de la familia no podría resolver completamente el valor de su canasta para todo el año (su restricción presupuestal equivaldría a \$13.94 por persona, que se encuentra graficada en color naranja). Son pocos los días que están por encima de esta restricción (26 días, equivalente a 7.10% del año). A partir del 2º decil, la población (con un ingreso diario máximo destinado para el consumo de alimentos de 56.80 pesos) puede garantizar la nutrición necesaria para los 3.6 miembros de su familia para todo el año (donde existe la intersección de personas que pueden ser alimentadas con el valor máximo de la canasta y el tamaño promedio de la familia de 3.6 personas) como lo muestra la siguiente gráfica:

Gráfica 4 Análisis de las personas que alcanzaron la nutrición necesaria en todo el año para la CDMX.



Fuente: Elaboración propia

Esto significa que a partir del segundo decil la población restante en la CDMX pudo alcanzar para la familia promedio la nutrición óptima durante todo el año, al haber seguido la planificación de canastas mínimas que combinan los precios diarios y el máximo de consumo destinado para alimentos por decil.

Para los demás estados ocurren situaciones similares en el valor de la canasta óptima. Son divergentes en la composición de bienes. Para su análisis se crean 3 grupos de estados y se exponen de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 3 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo I

Estado	Valor Promedio	Valor Máx.	Valor Min.
Aguascalientes	\$22.26	\$25.95	\$16.52
Baja California	\$22.29	\$25.18	\$14.85
Baja California Sur	\$21.11	\$21.29	\$20.86
Campeche	\$30.30	\$31.76	\$26.66
Chiapas	\$24.72	\$29.40	\$18.41
Chihuahua	\$364.53	\$743.77	\$60.03
Coahuila	\$19.61	\$23.04	\$15.91
Colima	\$27.40	\$31.00	\$24.37
Ciudad de México	\$9.93	\$14.23	\$8.03
Durango	\$17.84	\$21.68	\$13.94
Guanajuato	\$36.25	\$43.14	\$28.27

Fuente: Elaboración propia

En el grupo I podemos evaluar en comparación con la Ciudad de México que todos los estados alcanzan su valor mínimo, promedio y el máximo por encima de la restricción presupuestaria, siendo insuficiente el ingreso que se obtuvo en el primer decil de la población para alimentar la familia promedio. El estado de Chihuahua tiene un comportamiento atípico debido a la falta de datos disponibles en las centrales estatales y al valor de los productos disponibles, con lo que tiende a sobreestimar el costo diario de la subsistencia alimentaria. El costo del mínimo de subsistencia alimentaria más elevado es el de Guanajuato, sin considerar el caso atípico.

Tabla 4 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo II

Estado	Valor Promedio	Valor Máx.	Valor Mín.
Guerrero	\$20.39	\$31.11	\$13.79
Hidalgo	\$24.13	\$25.81	\$21.61
Jalisco	\$37.26	\$40.43	\$21.02
Estado de México	\$16.39	\$23.14	\$13.53
Michoacán	\$21.94	\$25.61	\$18.54
Morelos	\$22.25	\$36.47	\$14.57
Nayarit	\$18.13	\$19.42	\$15.82
Nuevo León	\$18.91	\$25.56	\$12.29
Oaxaca	\$18.00	\$19.75	\$16.41
Puebla	\$14.58	\$20.07	\$11.54
Querétaro	\$25.19	\$28.26	\$21.21

Fuente: Elaboración propia

En el grupo II al compararse con la Ciudad de México, la mayoría de los estados alcanzan su valor mínimo, promedio y máximo por encima de la restricción presupuestaria (con excepción del valor mínimo de Puebla, Nuevo León, estado de México y Guerrero) siendo insuficiente el ingreso que se obtuvo en el primer decil de la población para alimentar la familia promedio. El costo mínimo de subsistencia alimentaria más elevado es el de Jalisco en este grupo.

Tabla 5 Valor de la Canasta Óptima para el Grupo III

Estado	Valor Promedio	Valor Máx.	Valor Mín.
Quintana Roo	\$632.38	\$4,176.69	\$28.18
San Luis Potosí	\$25.84	\$33.74	\$16.82
Sinaloa	\$30.05	\$34.12	\$23.82
Sonora	\$20.03	\$23.21	\$15.53
Tabasco	\$21.93	\$30.27	\$15.83
Tamaulipas	\$66.25	\$1,305.17	\$8.36
Veracruz	\$20.80	\$23.63	\$16.77
Yucatán	\$47.81	\$56.79	\$44.13
Zacatecas	\$28.23	\$33.79	\$23.43

Fuente: Elaboración Propia

En el grupo III al comparar con la Ciudad de México, todos los estados alcanzan su valor mínimo, promedio y máximo por encima de la restricción presupuestaria siendo insuficiente el ingreso que se obtuvo en el primer decil de la población para alimentar la familia promedio. Se presentan como datos atípicos los del estado de Quintana Roo y Tamaulipas aparentemente por la falta de datos en su central de abastos. El costo mínimo de subsistencia alimentaria más elevado es el de Yucatán en este grupo, sin considerar los casos atípicos.

También se incluyen el número de productos consumidos, los principales, para cuantas personas alcanza el ingreso del primer decil, así como hasta cual decil la población logró alcanzar su alimentación. Se muestran en tres tablas para su mejor comprensión.

Tabla 6 Productos consumidos y principales del Grupo I

Estado	Productos consumidos	Productos principales (%)	Personas que alimentan con el salario mínimo (1 ^{er} decil)	Decil que alcanza su alimentación todo el año
Aguascalientes	13	Elote (26%) Nopal (26%)	1.76 - 2.76	3 ^{er}
Baja California	13	Agua (49%) Arroz Precocido (11%)	1.81 - 3.07	3 ^{er}
Baja California Sur	6	Agua (48%) Cilantro (18%)	2.14 - 2.19	3 ^{er}
Campeche	9	Elote (38%) Naranja Dulce (36%)	1.44 - 1.71	4 ^o
Chiapas	8	Naranja Dulce (41%) Elote (18%)	1.55 - 2.48	4 ^o
Chihuahua	9	Aguacate (61%) Calabacita (35%)	0.06 - 0.76	Ningún decil
Coahuila	13	Agua (34%) Col (32%)	1.98 - 2.87	3 ^{er}
Colima	8	Agua (60%) Huevo (12%)	1.47 - 1.87	4 ^o
Ciudad de México	9	Nopal (73%) Vísceras de pollo (16%)	3.21 - 5.68	2 ^o
Durango	13	Agua (35%) Perejil (25%)	2.11 - 3.28	3 ^{er}
Guanajuato	12	Col (49%) Elote (18%)	1.06 - 1.61	7 ^o

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Productos consumidos y principales del Grupo II

Estado	Productos consumidos	Productos principales (%)	Personas que alimentan con el salario mínimo (1 ^{er} decil)	Decil que alcanza su alimentación todo el año
Guerrero	14	Nopal (56%) Betabel (24%)	1.47 - 3.31	4 ^o
Hidalgo	7	Nopal (46%) Elote (34%)	1.77 - 2.11	3 ^{er}
Jalisco	12	Agua (45%) Cerdo (16%)	1.13 - 2.17	6 ^o
Estado de México	13	Nopal (82%) Huevo (5%)	1.97 - 3.37	3 ^{er}
Michoacán	19	Elote (37%) Agua (26%)	1.78 - 2.46	3 ^e
Morelos	12	Nopal (89%) Acelga (4%)	1.25 - 3.13	5 ^o
Nayarit	12	Agua (53%) Zanahoria (13%)	2.35 - 2.88	2 ^o
Nuevo León	13	Col (59%) Agua (17%)	1.79 - 3.71	3 ^e
Oaxaca	13	Naranja Dulce (74%) Zanahoria (9%)	2.31 - 2.78	2 ^o
Puebla	9	Nopal (78%) Zanahoria (6%)	2.27 - 3.96	2 ^o
Querétaro	16	Elote (24%) Zanahoria (19%)	1.62 - 2.15	4 ^o

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Productos consumidos y principales del Grupo III

Estado	Productos consumidos	Productos principales (%)	Personas que se alimentan con el salario mínimo (1 ^{er} decil)	Decil que alcanza su alimentación todo el año
Quintana Roo	26	Nuez de Papel (61%) Agua (20%)	0.01 - 1.62	Ningún decil
San Luis Potosí	17	Maíz Blanco (19%) Agua (16%)	1.35 - 2.71	5 ^o
Sinaloa	13	Elote (29%) Agua (26%)	1.34 - 1.92	5 ^o
Sonora	12	Acelga (31%) Agua (24%)	1.97 - 2.94	3 ^{er}
Tabasco	7	Elote (37%) Col (35%)	1.51 - 2.88	4 ^o
Tamaulipas	36	Agua (30%) Cacahuete (23%)	0.03 - 5.46	Ningún decil
Veracruz	9	Espinaca (61%) Maíz Blanco (14%)	1.93 - 2.72	3 ^{er}
Yucatán	22	Elote (41%) Agua (14%)	0.80 - 1.03	8 ^o
Zacatecas	9	Cebolla (35%) Zanahoria (25%)	1.35 - 1.95	5 ^o

Fuente: Elaboración propia.

Los estados del Grupo I tienen un comportamiento similar frente al número de productos consumidos con respecto a la Ciudad de México (de 6 a 13 productos). De acuerdo con la diversidad del principal producto consumido (en gramos o ml) destaca el agua y elote. Se comprueba que el mínimo de personas que se alimentan nutricionalmente por todo el año es inferior al tamaño de la familia promedio en el primer decil. Sin considerar los estados con datos

atípicos, en Guanajuato solamente se pudo alcanzar la alimentación mínima de subsistencia para la familia promedio considerando el ingreso recibido y las preferencias hasta el 7º decil de la población, y los demás estados entran en un intervalo del 2º al 4º decil.

Los estados del Grupo II tienen un comportamiento divergente frente al número de productos consumidos con respecto a la Ciudad de México (de 7 a 19 productos). De acuerdo con la diversidad del principal producto consumido (en gramos o ml) destaca el nopal, elote y agua. Se comprueba que el mínimo de personas que se alimentan nutricionalmente por todo el año es inferior al tamaño de la familia promedio en el primer decil. En Jalisco solamente se pudo alcanzar la alimentación mínima de subsistencia para la familia promedio considerando el ingreso recibido y las preferencias hasta el 6º decil de la población. Los demás estados entran en un intervalo del 2º al 5º decil.

Los estados del Grupo III tienen un comportamiento divergente frente al número de productos consumidos con respecto a la Ciudad de México (de 7 a 26 productos). De acuerdo con la diversidad del principal producto consumido (en gramos o ml) destaca el elote y agua. Se comprueba que el mínimo de personas que se alimentan nutricionalmente por todo el año es inferior al tamaño de la familia promedio, en el primer decil. Sin considerar los estados con datos atípicos, en Yucatán solamente se pudo alcanzar la alimentación mínima de subsistencia para la familia promedio considerando el ingreso recibido y las preferencias hasta el 8º decil de la población. Los demás estados entran en un intervalo del 3º al 5º decil.

Como se puede comprobar, aún si las personas del primer decil siguieran las canastas óptimas a lo largo del año, con el salario mínimo no les sería posible alimentar a su familia (de 3.6 personas) y sería limitado la capacidad de alimentar nutricionalmente al menos a 1 persona en el primer decil. De igual manera la mayoría de los estados lograron alimentar a la familia promedio solamente del tercero al octavo decil de la población de acuerdo con su gasto e ingreso, destacando Yucatán, Guanajuato y Jalisco. Con lo que se confirma la existencia de nuevos niveles de desigualdad y pobreza, a nivel nutricional.

CONCLUSIONES

En el aspecto teórico se construyó un soporte con base en dos escuelas de la economía. Se dedujo que si la fuerza trabajo desgastada puede medirse como substancia (energía - nutriente), las necesidades mínimas biológicas (NMB) que conforman la subsistencia alimentaria pueden calcularse como expresión de los bienes que se consumen en la canasta básica alimentaria. Estos pueden expresar la unidad básica (en precios) de otro tipo de necesidades que no son de subsistencia (o comodidades de vida) a través del cálculo con los precios diarios. Esto visto desde la teoría neoclásica (a través del costo de oportunidad) como en la teoría clásica (como sustancia de valor).

Utilizando el concepto de costo de oportunidad otros costos serán medidos por el esfuerzo adicional necesario por no pagar dicho servicio, todo ello en Joules, que repercutirán en un mayor consumo de alimentos de las NMB. Se llegaría a la misma conclusión a través de la visión del valor como substancia. No es, sin embargo, la medida absoluta, pero puede dar un aproximado de niveles mínimos de biológicos de subsistencia dentro de la sociedad. Los que no alcanzan a cubrir la nutrición mínima se encuentran en los primeros deciles de la población, y en los últimos deciles, se encuentran múltiplos de consumo proporcionalmente mayores al nivel de subsistencia alimentaria. Se demostró que es posible implementar el algoritmo de Bellman para modelar la optimización dinámica discreta del problema de nutrición planteado por Stigler.

En el experimento teórico se demostró que es factible modelar al problema del consumidor como un problema de control óptimo (de minimización de costos) donde se fija la tasa de subsistencia socialmente determinada. Se demostró una alternativa para evaluar los niveles de nutrición de acuerdo con el ingreso que reciben los deciles de la población en México, en contrapuesta y/o complemento al ICUA y al diseño tradicional de la canasta básica del CONEVAL e INEGI. Esto facilita completar la universalidad de la política social. Se concluye en aceptar la factibilidad de la evaluación presentada en este trabajo para el caso de México y el año de estudio. Pudiendo ser replicado en el futuro para la evaluación de la política social y el ingreso mínimo. Queda por explorar otras alternativas que bien pueden ser complementos al modelo o adecuarse en un razonamiento múltiple del agente y que pueden ser o no adecuados a la tasa de subsistencia. La necesidad de profundizar este tipo de estudios se da en la medida de la aplicación de políticas públicas que corrijan la desigualdad y los niveles de pobreza que hay en el mundo. También en la iniciativa privada puede estimular políticas de simulación del consumo, ante diferentes escenarios de cambio de precios.

BIBLIOGRAFÍA

- Altmann, S. A. (1984). What is the Dual of the Energy-Maximization Problem? *The American Naturalist*, 123(4), 433-441. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2460990>
- Bellman, R. (1957). *Programación dinámica*. New Jersey: The Rand Corporation.
- Butnaru, C. (2009). SOCIAL PSYCHOLOGY AND MARKETING: THE CONSUMPTION GAME. UNDERSTANDING MARKETING AND CONSUMER BEHAVIOR THROUGH GAME THEORY. (A. I. University, Ed.) *Review of Economics and Business Studies*, 165-184.
- Chávez V., A., & Ledesma S., Á. J. (1997). *Requerimientos nutricionales para México*. México.
- Damián, G. A., & Hernández, C. N. (2016, Abril 14). INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE SE ADICIONA UN PÁRRAFO AL ARTÍCULO 4° Y SE REFORMA EL 73, FRACCIÓN XXIX-D DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, PARA CREAR EL DERECHO AL INGRESO CIUDADANO UNIVERSAL. *Gaceta parlamentaria*, pp. 1-75.
- Dantzig, G. B. (1990, Jul-Ago). The Diet Problem. *The Practice of Mathematical Programming*, 20(4), 43-47. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/25061369>
- Debreu, G. (1973). *Teoría del valor: un análisis axiomático del equilibrio económico*. Barcelona: Antoni Bosh.
- DOF. (2008, Abril 16). Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. *Diario Oficial de la Federación*.
- ENIGH. (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). 2018 Nueva serie*. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/default.html#Tabulados>
- FAO. (2001). *Human energy requirements, report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. Rome: FAO.
- FAO. (2011). *Necesidades nutricionales*. Roma: FAO.

- Färe, R., Grosskopf, S., & Margaritis, D. (2011, Julio). The diet problem and DEA. *The Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1420-1422. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/20868982>
- Franzoni, M. J., & Anacochea, S. D. (2016). *The quest for universal social policy in the south. Actors, ideas and architectures*. Londres: Cambridge.
- Henry, J. F. (2015). Classical political economy: the subsistence wage and the job guarantee concerns. *Journal of Post Keynesian Economics*, 38(2), 208-301.
- INCAP, & OPS. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP/OPS.
- INEGI. (2018, Diciembre 08). *Consulta en línea. Consulta de precios promedio* . Retrieved from <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/inp/preciospromedio/>
- INEGI. (2019). <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>.
- INEGI, & CEPAL. (1993). *Magnitud y evolución de la pobreza en México 1984-1992 (Informe Metodológico)*. Aguascalientes: Organización de las Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics* (8va ed.). London: Macmillan and Co. Retrieved from <https://oll.libertyfund.org/titles/1676>
- Martinez, R. S. (2008). *La Canasta Básica Alimentaria en México: Contenido y Determinantes, 1980-1998*. México: UNAM.
- Marx, C. (2014). *El capital: Crítica de la economía política, tomo I, Libro I. El proceso de producción del capital* (Cuarta ed.). (W. Roces, Ed.) México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Mazzocchi, M., E. Lobb, A., & Bruce Traill, W. (2006). *The SPARTA Model: An Econometric Analysis of Consumer Behaviour under Risk*. Alemania: EAAE.
- Mullainathan, S., & Shafir, E. (2016). *Escasez. ¿Por qué tener tan poco significa tanto?* México: Fondo de Cultura Económica.

- O'Brien-Place , P., & Tomek, W. (1983, Noviembre). Inflation in Food Prices as Measured by Least-Cost Diets. *American Journal of Agricultural Economics*, 65(4), 781-784. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1240466>
- Panikar, P. G. (1972, Febrero). Economics of Nutrition. *Economic and Political Weekly*, 7(5/7), 413-430. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/4361020>
- Potgieter, M. (1947, Agosto). Comments on "The Cost of Subsistence" by George J. Stigler. *Journal of Farm Economics*, 29(3), 767-772. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1232914>
- Prasch, R. E. (1996, Junio). In Defense of the Minimum Wage. *Journal of Economic Issues*, 30(2), 391-397. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/4452237>
- Prasch, R. E. (2007, Septiembre). Professor Lester and the Neoclassicals: The 'Marginalist Controversy' and the Postwar Academic Debate over Minimum Wage Legislation: 1945-1950. *Journal of Economic Issues*, 41(3), 809-825. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/25511229>
- R. Hicks, J. (1956). *A revision of demand theory*. Oxford: Clarendon Press.
- Samuelson, P. A. (1946). Comparative Statics and the Logic of Economic Maximizing. *The Review of Economic Studies*, 14(1), 41-43. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2295756>
- SNIIM. (2020). *Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados*. Retrieved from <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- Stigler, G. J. (1945, Mayo). The Cost of Subsistence. *Journal of Farm Economics*, 27(2), 303-314. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1231810>
- Stigler, G. J. (1954, Abril). The Early History of Empirical Studies of Consumer Behavior. *Journal of Political Economy*, 62(2), 95-113. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1825569>
- Unnevehr, L., Eales, J., Jensen, H., Lusk, J., McCluskey, J., & Kinsey, J. (2010, Abril). Food and Consumer Economics. *American Journal of Agricultural Economics*, 92(2), 506-521. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/40648000>
- Varian, R. H. (2009). *Microeconomía Intermedia, un enfoque actual*. Barcelona: Antoni Bosch.