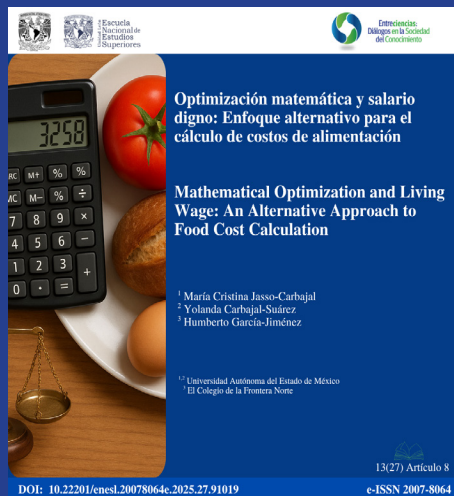


# Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento

Año 13, Número 27, Artículo 8: 1-21. Enero - Diciembre 2025  
e-ISSN: 2007-8064



## Optimización matemática y salario digno: Enfoque alternativo para el cálculo de costos de alimentación

## Mathematical Optimization and Living Wage: An Alternative Approach to Food Cost Calculation

DOI: 10.22201/enesl.20078064e.2025.27.91019  
e25.91019

María Cristina Jasso-Carbajal <sup>1</sup>  
<https://orcid.org/0009-0000-1419-0325>  
Yolanda Carbajal-Suárez <sup>2</sup>  
<https://orcid.org/0000-0001-5480-8898>  
Humberto García-Jiménez<sup>3</sup> ✉  
<https://orcid.org/0000-0003-3258-5026>

Fecha de recepción: 28 de febrero de 2025.  
Fecha de aceptación: 20 de mayo de 2025 .  
Fecha de publicación: 29 de mayo de 2025.

✉ Autor de correspondencia  
hgarcia@colef.mx

<sup>1,2</sup> Universidad Autónoma del Estado de México  
<sup>3</sup> El Colegio de la Frontera Norte

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre  
y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.  
CC-BY-NC-ND





Lista de contenidos disponible en  
[Entreciencias Diálogos en la Sociedad del Conocimiento](#)



## Optimización matemática y salario digno: Enfoque alternativo para el cálculo de costos de alimentación

### Mathematical Optimization and Living Wage: An Alternative Approach to Food Cost Calculation

María Cristina Jasso-Carbajal <sup>1</sup>, Yolanda Carbajal-Suárez <sup>2</sup>, Humberto García-Jiménez <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>3</sup>Departamento de Estudios Sociales, Nogales, El Colegio de la Frontera Norte

✉ Autor de correspondencia: hgarcia@colef.mx

#### PALABRAS CLAVE

Salarios Dignos  
Optimización matemática  
Nutrición y alimentación  
Economía del trabajo  
Modelización económica.

#### RESUMEN

**Propósito:** evaluar la metodología Anker ([Anker y Anker, 2017](#)) utilizada para el cálculo de un salario digno, al tiempo que se propone un enfoque alternativo fundamentado en la optimización matemática para determinar los gastos en alimentos. Este esfuerzo busca eliminar la subjetividad asociada con los ajustes manuales del modelo de dieta y garantizar el cumplimiento de los estándares nutricionales al nivel más económico.

**Diseño metodológico:** se realizó un análisis comparativo entre la metodología Anker ([Anker y Anker, 2017](#)) y un marco de optimización matemática. Se recopiló información primaria y secundaria sobre los precios de los alimentos, el contenido nutricional y los comportamientos de consumo de los trabajadores del campo automotriz en el Estado de México. Se llevó a cabo un modelo cuantitativo mediante GAMS/CPLEX para minimizar costos, de conformidad con las regulaciones sobre macronutrientes prescritas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el Ministerio de Salud de México.

**Resultados:** el modelo de optimización matemática minimiza efectivamente el gasto general en alimentos al tiempo que preserva la integridad nutricional, lo que indica una reducción de casi 600 pesos y 214 pesos en las tres categorías de salario digno examinadas.

**Limitaciones de la investigación:** la evaluación del salario digno se basa en un marco de optimización adaptado a un sector industrial en particular, por lo que sus resultados no pueden generalizarse a otros sectores sin las modificaciones metodológicas adecuadas. Además, la optimización matemática depende de las métricas actuales de precios y consumo, las cuales están sujetas a la variabilidad del mercado, lo que requiere la implementación de estrategias de ajuste dinámico.

**Hallazgos:** la aplicación de la optimización matemática facilita una evaluación más sistemática y precisa de los gastos de alimentos dentro del cómputo del salario digno, mitigando sesgos y potenciando la credibilidad de los hallazgos en investigaciones posteriores relativas al establecimiento de salarios dignos.

#### KEYWORDS

Living Wages  
Mathematical optimization,  
Nutrition and food  
Labour economics  
Economic modeling.

#### ABSTRACT

**Purpose:** This study evaluates the Anker methodology for calculating living wages and proposes an alternative approach based on mathematical optimization to determine food costs. The objective is to eliminate subjectivity in manual adjustments of the model diet and ensure that nutritional requirements are met at the lowest possible cost.

**Methodological Design:** A comparative analysis was conducted between the Anker methodology and a mathematical optimization model. Primary and secondary data were collected on food costs, nutritional composition, and consumption habits of automotive industry workers in the State of Mexico. A mathematical model was implemented using GAMS/CPLEX to minimize costs while adhering to macronutrient constraints established by the World Health Organization and Mexico's Ministry of Health.

**Results:** A quantitative framework was developed using GAMS/CPLEX to minimize expenditures while complying with the macronutrient guidelines set forth by the World Health Organization and the Ministry of Health of Mexico.

**Research limitations:** The estimation of a living wage is derived from an optimization framework tailored to a specific industrial domain; consequently, the findings may not be readily applicable to other sectors without appropriate methodological modifications.

**Findings:** The optimization model successfully decreases overall food expenditure without sacrificing nutritional integrity.

Recibido: 28 de febrero de 2025

Aceptado: 20 de mayo de 2025

Publicado: 29 de mayo de 2025

## INTRODUCCIÓN

La precarización laboral junto con la creciente disparidad salarial han convertido el concepto de salario digno en un tema fundamental dentro del discurso que rodea el desarrollo social y el bienestar. La investigación empírica indica que el establecimiento de un salario digno mejora significativamente la calidad de vida de los trabajadores, produciendo resultados beneficiosos en productividad, retención de talento, y estabilidad laboral (Carr et al., 2016; Guerrero, Martínez-Fiestas y Viedma, 2020). En un contexto de comercio globalizado, se ha vuelto una estrategia esencial de responsabilidad social empresarial, promoviendo la sostenibilidad y la equidad en el ámbito laboral (Schulten y Müller, 2019; Neugebauer et al., 2017).

Un salario digno debe garantizar la cobertura de las necesidades esenciales de los trabajadores y sus familias, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). No obstante, la determinación precisa de un salario digno requiere la aplicación de metodologías rigurosas capaces de evaluar objetivamente el costo de vida en diversas regiones y sectores de producción.

La literatura existente ha catalogado una gama de metodologías para el cálculo de salarios dignos, que van desde marcos iniciales basados en umbrales de pobreza hasta modelos más avanzados que incorporan gastos de vida específicos y análisis de bienestar ocupacional (Fabo y Belli, 2017; Avram y Harkness, 2025). Una metodología predominante empleada es la Metodología Anker, que toma en cuenta los costos de vida y las necesidades fundamentales, asegurando que los trabajadores puedan cubrir gastos esenciales como alimentos, vivienda, salud, educación y transporte (Anker, 2011; Anker y Anker, 2017). Este enfoque ha sido utilizado en diversos sectores y países por instituciones académicas y organismos internacionales dedicados a mejorar las condiciones salariales.

Los Anker han empleado esta metodología para calcular el salario digno en distintos sectores productivos, como el cultivo de flores en Kenia, el cultivo de té en Malawi y las zonas bananeras en República Dominicana (Anker y Anker, 2013, 2014a, 2014b). Investigaciones similares en América Latina han confirmado la tendencia de salarios insuficientes en sectores clave. Andersen y

Hernani-Limarino (2019) y Delajara, Espinosa y Fonseca (2020) calcularon el salario digno para trabajadores en las zonas bananeras de Nicaragua y en las zonas rurales de Michoacán, respectivamente, encontrando que el salario digno superaba el salario mínimo en ambos países.

En México, García-Jiménez, Carrillo y Bensusán (2021, 2022) adaptaron la metodología Anker en seis plantas automotrices, encontrando que el salario digno superaba el salario pagado, excepto en Volkswagen Puebla. Mientras que, Sánchez y García-Jiménez (2024) aplicaron este método en BMW San Luis Potosí, donde el salario contractual que era 47 % superior al mínimo, tenía un déficit del 49 % respecto al salario digno. Jasso-Carbajal (2025) identificó brechas salariales en la industria automotriz del Estado de México, donde el salario pagado representaba entre 53 % y 83.1 % del salario digno según la categoría ocupacional.

A pesar de que la metodología Anker establece puntos de referencia para mitigar la precariedad salarial, numerosas investigaciones revelan que el cómputo del salario digno está influenciado por modificaciones subjetivas, lo que lleva a discrepancias en su valoración. Atkinson, Leventi y Nolan (2017), junto a Adams (2017), advierten que la elección de variables, precios regionales y niveles de costo de vida pueden impactar significativamente en la evaluación del salario digno. Neugebauer et al. (2017) refuerzan aún más esta afirmación e indican que, si bien la metodología presenta ventajas, enfrenta obstáculos para identificar productos y servicios cruciales, lo que posteriormente impide la capacidad de hacer comparaciones entre diferentes países y sectores industriales.

Por su parte, Fabo y Belli (2017) advierten que la falta de estándares universales en la determinación de necesidades nutricionales y otros costos básicos introduce un margen de subjetividad en los cálculos, generando inconsistencias metodológicas. Esto es especialmente relevante, dado que la estimación del costo del modelo de dieta constituye un componente esencial en el cálculo del salario digno, representando, en promedio, aproximadamente el 35 % del costo de vida básico decente.

El presente estudio tiene como objetivo formular un modelo de optimización matemática, fundamentado en el marco de Anker y Anker (2017), para cuantificar

los gastos dietéticos como componente del cálculo del salario digno, específicamente para los empleados del sector automotriz en el Estado de México. El modelo aspira a minimizar el gasto alimentario enfocándose en el contenido nutricional y hábitos de consumo localizados, eliminando con ello modificaciones subjetivas mediante la implementación de algoritmos de optimización que aseguren la confiabilidad y comparabilidad de los resultados.

La información base del estudio se obtuvo a partir de fuentes primarias, mediante entrevistas semiestructuradas a 10 trabajadores de la planta automotriz Stellantis en Toluca, realizadas entre diciembre de 2023 y enero de 2024, así como del análisis de recibos de nómina. Los participantes, residentes en Toluca, Almoloya de Juárez, Lerma de Villada y Zinacantepec, proporcionaron datos sobre sus patrones de consumo alimentario y lugares de compra. Adicionalmente, se levantó información sobre precios de alimentos en supermercados, mercados y tiendas de los municipios mencionados durante enero de 2024.

El análisis de los trabajadores de la industria automotriz en el Estado de México resulta fundamental, dado que esta entidad concentra una parte significativa de la producción manufacturera nacional y, en particular, de la industria automotriz, la cual genera una elevada densidad de empleo formal y produce efectos multiplicadores sobre otros sectores productivos. Además, el sector automotriz ha estado históricamente vinculado a fenómenos laborales contemporáneos, como la automatización, la subcontratación, los procesos de sindicalización y, más recientemente, el impacto del T-MEC en las condiciones laborales ([Office of the United States Trade Representative \[USTR\], 2019](#)). Analizar a los trabajadores automotrices de esta región, por tanto, ofrece elementos clave para comprender las dinámicas globales y nacionales que inciden en el empleo manufacturero, constituyéndose en un referente para los estudios sobre el mercado laboral en México.

En este contexto, destaca el caso de Stellantis, que opera en Toluca dos plantas —una de ensamble y otra de estampado—, con una capacidad instalada de 249 mil vehículos al año en su planta de ensamble y el uso de 779 robots en sus líneas de producción. A lo largo del tiempo, Stellantis se ha consolidado como el principal productor de vehículos ligeros en la entidad, concentrando en 2023

el 53 % de las unidades fabricadas en este segmento ([Stellantis Media, 2025](#)).

El documento se estructura en tres secciones adicionales a esta introducción y las conclusiones. En la primera, se presenta una revisión de la literatura sobre el tema; en la segunda se describen las metodologías utilizadas; y en la tercera, se exponen los resultados del análisis realizado.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### Evolución y enfoques contemporáneos del salario digno

El salario digno (*living wage*) es una remuneración que permite a un trabajador y su familia cubrir necesidades básicas como alimentación, vivienda, salud, educación y transporte, además de un margen para imprevistos ([Caldana et al., 2024](#)). En contraste con el salario mínimo —que está determinado por factores económicos y políticos sin garantizar un nivel de vida adecuado—, el salario digno se basa en el verdadero costo de vida pertinente a cada localidad ([Wexler et al., 2024](#)). Promovido por entidades globales como la Organización Internacional del Trabajo [OIT], tiene como objetivo mejorar las condiciones laborales y aliviar la pobreza, lo cual es particularmente significativo en América Latina debido a sus inequidades estructurales inherentes ([Farley, 2022; Caldana et al., 2024](#)).

Junto con el salario digno, han surgido numerosas iniciativas para asegurar condiciones laborales equitativas, cada una de las cuales adopta metodologías distintas en relación con la equidad salarial y la protección de los trabajadores. El salario mínimo ha sido una de las políticas más utilizadas para garantizar un ingreso básico y reducir la explotación laboral. Su efectividad en la reducción de la pobreza y la mejora de la calidad de vida ha sido objeto de múltiples estudios ([Prasch y Sheth, 1999; Neumark y Adams, 2003; Schulten y Müller, 2019; Fabo y Belli, 2017; Avram y Harkness, 2025](#)). Sin embargo, aunque los incrementos al salario mínimo permiten que las personas con bajos ingresos destinen mayores recursos al consumo de bienes, existe evidencia de que estos aumentos no necesariamente

mejoran su nutrición, aunque contribuyen a acercarlas a un nivel de vida más digno (Clark, Pohl y Thomas, 2020).

Otra estrategia es el ingreso básico universal (IBU), que propone garantizar un pago fijo a todos los ciudadanos, independientemente de su empleo. A diferencia del *living wage*, que se enfoca en la remuneración laboral, el IBU busca eliminar la precariedad económica mediante un ingreso garantizado para todos (Atkinson et al., 2017; Adams, 2017; Attewell, 2021).

El salario justo (*fair wage*) es otra alternativa que, a diferencia del salario mínimo, considera la productividad del trabajador y la capacidad de pago de la empresa, asegurando una remuneración equitativa en función de la contribución laboral (Neugebauer et al., 2017; Adams y Allan, 2021; Vadean y Allan, 2021).

La investigación del salario digno ha progresado dentro del discurso académico, reflejo de los cambios en las prioridades sociopolíticas y económicas. De 1990 a 2002, las indagaciones académicas lo enmarcaron como un mecanismo para combatir la desigualdad y la inestabilidad del empleo en la América urbana. Luce y Pollin (1999) analizaron su factibilidad dentro de los marcos fiscales municipales, mientras que Nissen (2000) y Reynolds (2001) ahondaban en la influencia de los movimientos sociales. Metodológicamente, la evaluación del salario digno se fundamentó en comparaciones con el salario mínimo y sus repercusiones en sectores particulares, con énfasis en el costo de vida y su correlación con el alivio de la pobreza (Pollin, 2002; Martin, 2001).

Durante el periodo de 2003 a 2010, la literatura académica se concentró en las implicaciones del salario digno para la reducción de la pobreza y la justicia económica. Neumark y Adams (2003) evaluaron su eficacia en la mitigación de la pobreza urbana y su efecto sobre la calidad de vida. Arnold y Bowie (2003) exploraron sus dimensiones morales, cuestionando las condiciones de empleo en sectores de bajos salarios. Howard y Allen (2010) y Kingsolver (2010) lo conectaron con prácticas comerciales equitativas y cadenas de suministro responsables. A lo largo de este intervalo de tiempo, se refinaron las metodologías para calcular el salario digno, integrando análisis de canasta de necesidades básicas y evaluaciones del costo de vida en diversos entornos urbanos, tomando en cuenta consideraciones de vivienda, transporte y salud.

De 2011 a 2015, la literatura comenzó a investigar la implementación del salario digno a escala global y su interrelación con temas de equidad de género y justicia social. Swarts y Vasi (2011) investigaron la adopción de ordenanzas de salario digno en ciudades estadounidenses, mientras que Zuberi (2011) documentó su impacto en el sector hospitalario. La expansión del debate también se reflejó en estudios como los de MacDonald (2011), quien analizó la negociación colectiva en sectores de lujo, y Tomczak y Rofuth (2015), quienes propusieron el pleno empleo como una política complementaria para erradicar la pobreza. En este periodo se solidificó la adopción de metodologías más estandarizadas, ejemplificada por la Metodología Anker (Anker, 2011), que formuló un cálculo basado en la provisión de una dieta mínima nutritiva, vivienda suficiente, educación, y un ahorro para circunstancias imprevistas. Este marco metodológico facilitó una comparación más precisa entre naciones y regiones, permitiendo evaluar el impacto del salario digno en la calidad de vida de los trabajadores.

Entre 2016 y 2019, las indagaciones sobre el salario digno se asociaron a marcos de desarrollo sustentable y calidad de vida. Ilsøe (2016) introdujo la noción de horas de vida en el contexto nórdico, enfatizando la necesidad de considerar tanto la remuneración como la estabilidad laboral. Carr et al. (2016) examinaron el impacto de un salario digno en la mejora de las capacidades humanas y el bienestar en el lugar de trabajo. En el Reino Unido, Johnson et al. (2019) evaluaron las limitaciones que plantea el voluntariado en la implementación de los programas de salario digno, mientras que Carr et al. (2019) subrayaron sus efectos en la calidad de vida de los empleados. Durante este periodo, la metodología en torno al salario digno evolucionó para incorporar evaluaciones más precisas de las condiciones de trabajo y la seguridad económica de los trabajadores. Se empezaron a tener en cuenta elementos como el acceso a prestaciones laborales, horarios de trabajo adaptables y costos suplementarios vinculados a la calidad de vida, culminando en una perspectiva más holística sobre el bienestar económico de los trabajadores.

Entre los años 2020 y 2025, el discurso académico ha enfatizado la incorporación de un salario digno en los marcos empresariales y su importancia en la recuperación económica tras la pandemia de COVID-19. Rahmandad y Ton (2020) examinaron los obstáculos asociados

a la integración de un salario digno a la política corporativa, mientras que [Guerrero et al. \(2020\)](#) investigaron su asimilación dentro del dominio de la responsabilidad social corporativa. En estudios más recientes, [McMorrow y Saksena \(2025\)](#) analizaron la correlación entre remuneración y bienestar de los empleados, mientras que [Goenka y Bagchi \(2025\)](#) evaluaron los efectos de las cargas socio-morales sobre la percepción de un salario digno. A lo largo de este lapso, han surgido avances metodológicos que abarcan dimensiones novedosas, como la interacción entre salario digno y productividad laboral, así como su influencia en la retención del talento y la fortaleza económica durante las crisis. Además, se han adoptado innovaciones tecnológicas para facilitar cálculos más dinámicos e instantáneos, mejorando así su aplicabilidad dentro del sector empresarial.

### Avances metodológicos en la estimación de salario digno: optimización matemática y nuevos desafíos

A pesar de la heterogeneidad de la investigación, la metodología Anker sigue siendo uno de los instrumentos más utilizados para estimar un salario digno, ya que se adhiere a un marco metódico que comprende tres etapas fundamentales: 1) identificar los gastos asociados a un nivel de vida digno, 2) calcular el salario digno neto, y 3) determinar el salario digno bruto. Su metodología holística permite el cálculo del gasto alimentario utilizando un modelo dietético que se ajusta a los puntos de referencia nutricionales, asegurando así una dieta equilibrada y accesible ([Anker, 2011](#); [Anker y Anker, 2017](#); [Vadean y Allan, 2021](#)). También integra costos relacionados con vivienda, atención de salud, educación y transporte, empleando fuentes de datos tanto primarias como secundarias ([Fabo y Belli, 2017](#); [Schulten y Müller, 2019](#)). Además, toma en cuenta la composición de los hogares, el número de trabajadores por hogar, las disparidades rural-urbanas y la asistencia gubernamental que pueden mitigar los requerimientos de salario digno, asegurando con ello estimaciones más precisas y contextualmente relevantes.

Otro aspecto relevante es que toma en cuenta deducciones de nómina e impuestos obligatorios, estableciendo una base de comparación entre el salario prevaleciente y otros indicadores salariales, como el sala-

rio mínimo y las líneas de pobreza y pobreza extrema, lo que permite un análisis más contextualizado de las brechas salariales en distintas regiones ([Atkinson et al., 2017](#)). Asimismo, esta metodología enfatiza que no basta con garantizar una dieta nutritiva, sino que esta debe ser sostenible, asegurando que las personas tengan acceso a una vida decente de manera continua a lo largo del año, especialmente en zonas rurales e informales urbanas ([Khan, Anker y Anker, 2022](#)).

No obstante sus ventajas, la metodología Anker encuentra retos en la estimación de los costos de los alimentos, ya que su cálculo puede verse afectado por la discrecionalidad analítica del investigador, introduciendo un elemento de subjetividad en la selección de variables y modificaciones de costos ([Adams, 2017](#); [Neugebauer et al., 2017](#)). [Anker y Anker \(2017\)](#) reconocen esta restricción y la juxtaponen contra métricas económicas, como el PIB y las tasas de desempleo. La investigación subraya la necesidad de reducir la subjetividad, particularmente dentro del modelo dietético, debido a sus implicaciones significativas para la determinación del salario digno ([Guerrero et al., 2020](#)).

Si bien la metodología Anker postula que el marco dietético debe alinearse con las preferencias alimentarias locales, nutritivas y económicamente factibles, en la práctica, estos criterios no siempre se satisfacen concurrentemente, lo que podría socavar la precisión de los cálculos. Para asegurar el cumplimiento de los estándares nutricionales son esenciales los ajustes a las cantidades de gramos consumibles de los alimentos seleccionados. No obstante, este proceso de ajuste depende de la experiencia y juicio del analista, lo que resulta en discrepancias en los resultados ([Avram y Harkness, 2025](#); [Fabo y Belli, 2017](#)).

Este procedimiento resulta crítico para el cálculo del salario digno, dado que el modelo de dieta representa aproximadamente el 35 % del costo de vida básico. Su estimación debe ser lo más precisa posible, ya que una subestimación podría afectar negativamente la salud y la productividad de los trabajadores ([Carr et al., 2016](#); [Rahmandad y Ton, 2020](#)), mientras que una sobreestimación incrementaría artificialmente los costos de mano de obra, con posibles efectos adversos sobre el empleo ([Goenka y Bagchi, 2025](#)).

En este contexto, adoptar una metodología integral es crucial para garantizar que la evaluación del sala-

rio digno sea a la vez equitativa y sustentable. Desde este punto de vista, el artículo aboga por el empleo de modelos matemáticos de optimización, que faciliten la estimación de los costos dietéticos de acuerdo con las restricciones nutricionales y financieras, eliminando la necesidad de modificaciones manuales. Los modelos de optimización proporcionan resultados óptimos dentro de un conjunto definido de alternativas, minimizando los gastos mientras salvaguardan la integridad nutricional del marco dietético (Goenka y Bagchi, 2025). Además, su despliegue en la estimación del salario digno puede ayudar en la estandarización de los cálculos de modelos dietéticos en diversos contextos, mejorando la comparabilidad entre naciones y sectores. De esta manera, la integración de las técnicas de optimización significa un avance metodológico fundamental encaminado a reforzar la precisión y objetividad del salario digno, asegurando que su cómputo refleje con precisión las necesidades genuinas de los trabajadores y sus familias.

Pese a lo novedoso del planteamiento para la metodología Anker (Anker y Anker, 2017), la optimización matemática de un modelo dieta ha sido utilizado en diversas áreas de la economía laboral y el análisis de bienestar social, demostrando su capacidad para minimizar distorsiones metodológicas (Rahmandad y Ton, 2020). Su origen se remonta a uno de los primeros problemas de optimización matemática desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el ejército estadounidense buscaba garantizar una alimentación adecuada para sus tropas al menor costo posible.

Ante las dificultades logísticas para el suministro de provisiones, George Stigler propuso una solución heurística, determinando un costo anual de 39.93 dólares a precios de 1939. Posteriormente, Jack Laderman resolvió el problema de manera más rigurosa mediante el método simplex, una de las técnicas más utilizadas en programación lineal, considerando nueve restricciones y setenta y siete variables, logrando una solución de 39.69 dólares anuales tras 120 jornadas de trabajo de nueve empleados utilizando calculadoras de mesa (Universidad de Cádiz [Uca], s. f.).

En términos técnicos, la resolución de un modelo de dieta consiste en determinar una combinación de alimentos que, en conjunto, suministren los macronutrientes requeridos dentro de los límites permitidos para una dieta balanceada, conforme a las normativas de salud

vigentes, minimizando simultáneamente el costo total de la alimentación (Iwuji, Nnanna y Ndulue, 2016).

Diversos estudios han demostrado la eficiencia de los modelos de optimización matemática para la resolución de problemas dietéticos en distintos contextos. En particular para diseñar dietas que cumplen con requerimientos nutricionales al menor costo posible (Dooren, 2018), prevenir problemas de salud (Alaini, Rajikan y Masitah, 2019; Gautam y Gulhane, 2021; Iwuji, Nnanna y Ndulue, 2016; Masset et al., 2009), determinar las cantidades óptimas de macronutrientes para combatir la desnutrición infantil (Ayoob et al., 2024; Wirawan et al., 2023; Quiñones y Cueva, 2020) y elaborar canastas básicas alimentarias en áreas rurales y urbanas (Alfaro, 2016). Asimismo, se han utilizado para promover la sustentabilidad y accesibilidad nutricional (Abejón et al., 2020; Eustachio et al., 2023; Rocabois et al., 2022), combatir la diabetes y la obesidad (Khoshaim & AbdulAziz, 2021) y evaluar los efectos de la introducción de suplementos y complementos alimenticios en comunidades rurales (Briend, Ferguson y Darmon, 2001).

## DISEÑO METODOLOGICO

### Modelo de optimización matemática

En un modelo de optimización matemática, las variables de decisión representan los elementos bajo control que influyen en el desempeño del sistema. No obstante, no todos los valores variables pueden ser considerados como soluciones viables, ya que los recursos en cuestión están sujetos a limitaciones que deben cumplirse (Winston, 2004).

Los modelos de optimización permiten identificar la solución más ventajosa dentro de un conjunto de opciones, tomando en cuenta todas las variables pertinentes asociadas al problema y operando dentro de un plazo razonablemente conveniente. Estos modelos arrojan soluciones precisas y eficaces a problemas caracterizados por múltiples variables y restricciones, afirmando que se cumplen los objetivos de maximización o minimización especificados (Bazaraa, Jarvis, y Sherali, 2005).

En términos generales, un modelo de optimización matemática para un problema de minimización se puede formular de la siguiente manera ([Bazaraa, Jarvis y Sherali, 2005](#)):

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \text{Sujeta a } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\geq b_i \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0 \quad \text{con } j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Donde:

$c_j$ : es el vector de costos de la función objetivo;  $x_j$ : son las variables de decisión y deben ser no negativas;  $Z$ : función objetivo;  $a_{ij}$ : son coeficientes de las restricciones;  $b_i$ : es el vector de los recursos limitados.

Si bien los modelos de optimización matemática permiten obtener una dieta económicamente accesible y nutricionalmente adecuada, presentan ciertas desventajas que deben considerarse. La implementación de estos modelos requiere experiencia especializada en lenguajes de programación y software de optimización, junto con una comprensión sólida de los principios matemáticos subyacentes. No obstante, estos modelos presentan beneficios sustanciales, ya que facilitan la incorporación precisa de requerimientos nutricionales, preferencias dietéticas y precios de los alimentos, asegurando el logro de costos mínimos sin depender de ajustes manuales ([Anker y Anker, 2017](#)). Además, garantizan que los valores de macro y micronutrientes se mantengan dentro de los intervalos permitidos y eliminan la necesidad de establecer porcentajes arbitrarios sobre variedad, permitiendo la inclusión de más de 20 alimentos, como lo sugiere la metodología Anker.

Sin embargo, estos modelos tienden a ser altamente complejos y de gran escala, lo que demanda el uso de lenguajes algebraicos de modelación, como OPL, OML, AMPL, LINGO y GAMS (General Algebraic Modeling System). Este último fue desarrollado a finales de la década de los ochenta por Brooke, Kendrick, Meeraus y Ramana para el Banco Mundial, con el objetivo de facilitar la modelación y resolución de problemas de desarrollo económico mediante la aplicación de programas de optimización avanzados ([Rosenthal, 2008](#)).

## Modelo de dieta

Para determinar los costos de alimentación en el cálculo del salario digno, se utilizó la calculadora de calorías proporcionada por la metodología Anker, disponible en formato Excel. Para ello, se recopilaron datos secundarios, incluyendo la estatura promedio de los adultos (1.57 metros para mujeres y 1.70 metros para hombres), el tamaño de la familia de referencia (dos adultos y dos niños) y el nivel de actividad física de adultos y niños (moderada en ambos casos).

La información de este estudio proviene de fuentes primarias y secundarias. Se realizaron entrevistas cualitativas a trabajadores de las líneas de producción de la empresa automotriz Stellantis, ubicada en el Estado de México, con el objetivo de conocer sus preferencias alimenticias y los lugares donde adquieren sus alimentos.

Los participantes se ubican dentro de los municipios de Toluca, Almoloya de Juárez, Lerma, y Zinacantepec. Adicionalmente, se realizó una encuesta de precios a través de visitas a mercados, supermercados, tiendas, y establecimientos locales. Para aumentar esta información, se consultaron datos secundarios respecto a la composición nutricional de los alimentos y sus porcentajes comestibles. En concreto, se utilizaron los lineamientos nutricionales proporcionados por la [Secretaría de Salud \(2023\)](#), que proporcionaron información sobre una alimentación equilibrada y las raciones recomendadas de frutas, verduras, legumbres, cereales, granos integrales, tubérculos, y productos de origen animal. Asimismo, para determinar la cantidad de macronutrientes (calorías, proteínas, grasas e hidratos de carbono), se consultaron el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes ([Pérez y Palacios, 2022](#)) y la Tabla de Composición de Alimentos y Productos Alimenticios del [Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán \[INCMNSZ\] \(2016\)](#).

El modelo de dieta con optimización matemática permitió la inclusión de 63 alimentos, en contraste con los 27 alimentos considerados en la metodología Anker. En este modelo optimizado no se aplicó un porcentaje fijo de variedad, ya que la selección de alimentos se basa en criterios matemáticos y no en ajustes manuales. En la metodología Anker, por el contrario, se debe especificar el porcentaje comestible de cada alimento, el precio por

kilogramo y la cantidad de macronutrientes por cada 100 gramos de producto (véase cuadro 1).

**Cuadro 1. Alimentos para la dieta modelo con la metodología Anker, 2024**

Alimento	Porción comestible (%)	Precio por kilo (pesos)	Número de macronutrientes por cada 100 gramos de alimento comestible			
			Energía (kcal)	Proteínas (gs)	Grasas (gs)	Hidratos carbono (gs)
Arroz	100	36.0	127.7	2.3	0.2	28.3
Avena	100	25.0	365.0	16.0	6.5	67.0
Pan de caja	100	95.40	263.0	8.1	3.0	50.4
Tortilla de maíz	100	24.0	213.3	4.7	1.7	45.3
Sopa de pasta	100	42.0	130.0	5.3	1.8	23.3
Lentejas	100	40.0	116.2	9.1	0.4	20.2
Frijol	100	28.0	132.6	8.8	0.6	23.7
Papa	82	22.0	85.3	1.8	0.1	20.1
Lechuga	69	38.0	17.0	1.3	0.3	3.3
Calabaza	90	20.0	20.0	0.7	0.1	4.9
Jitomate	86	30.0	17.7	0.9	0.2	3.9
Pepino	100	25.0	15.4	0.7	0.1	3.7
Nopal	78	25.0	14.8	1.3	0.1	3.3
Plátano	68	20.0	181.5	1.1	0.4	23.0
Naranja	63	20.0	47.4	0.9	0.1	11.8
Leche	100	24.3	35.1	3.4	0.2	4.9
Queso Oaxaca	100	110.0	316.7	25.7	22.0	3.0
Bistec res	100	150.0	120.0	24.0	2.7	0.0
Pierna pollo	65	63.3	180.8	25.8	8.1	0.0
Atún agua	69	166.7	118.2	25.8	0.9	0.0
Filete tilapia	100	90.0	85.0	18.8	1.5	0.0
Jamón	100	100.0	296.9	15.3	25.6	0.6
Huevo	88	52.0	154.5	12.5	10.7	1.1
Aceite girasol	100	40.0	900.0	0.0	87.0	0.0
Azúcar	100	25.0	400.0	0.0	0.0	100.0
Café	100	350.0	200.0	5.0	0.0	5.5
Agua natural	100	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Intervalos permitidos por la OMS			2000-2500	>48	32-81	266-454
Intervalos permitidos por la SS, México			2000-2300	48-91	32-67	266-363
% desperdicios		3 – 5%				
% condimentos		1 – 3%				
% variedad		10 – 15%				

Nota: ss= Secretaría de Salud.

Fuente: elaboración propia con base en información de la [SS \(2023\)](#), [Pérez y Palacios \(2022\)](#), [INCMSZ \(2015\)](#) y datos primarios.

En el modelo de dieta con optimización matemática, la cantidad de alimentos considerados se amplió a 63

productos. Para cada uno, se determinaron las porciones comestibles recomendadas, así como el contenido de calorías, proteínas, grasas e hidratos de carbono y su respectivo precio por porción. En este modelo, la porción de referencia se expresa en gramos comestibles para los macronutrientes y gramos comprados para el precio por porción.

Asimismo, se establecieron los intervalos permitidos para cada macronutriente, siguiendo los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Secretaría de Salud de México. En este caso, la porción recomendada de cada alimento se expresa en gramos comestibles (véase cuadro 2).

Para determinar el costo de la dieta del modelo empleando la metodología Anker, se utilizó el programa Excel suministrado por los autores. Inicialmente, los requerimientos calóricos se determinaron con base en la estatura promedio de los adultos. Siguiendo estos cálculos, los alimentos seleccionados se ingresaron junto a sus respectivos precios unitarios.

Posteriormente, se emprendieron modificaciones relativas a los macronutrientes, con el objetivo de alinearlos lo más estrechamente posible con los rangos nutricionales permisibles. Finalmente, se efectuaron ajustes en los costos, sustituyendo alimentos más costosos por opciones más económicas, procurando mantener su contenido nutricional equivalente.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Costos de alimentación con la metodología Anker

De acuerdo con la metodología Anker ([Anker y Anker, 2017](#)), una familia promedio compuesta por dos adultos y dos niños con actividad física moderada requiere un consumo aproximado de 2 261 calorías diarias por persona. A fin de asegurar la aceptabilidad del régimen dietético propuesto, se implementaron modificaciones tanto nutricionales como económicas. En la metodología se delinean recomendaciones específicas para ajustar las cantidades de gramos consumibles en diversos artículos alimenticios; sin embargo, dichas modificaciones deben apearse a los lineamientos nutricionales establecidos por los organismos reguladores tanto nacionales como internacionales. En esta instancia, resultó inviable

**Cuadro 2. Alimentos para la dieta modelo con optimización matemática, 2024**

Alimento	Porción recomendada (gs)	Precio por porción (pesos)	Cantidad de macronutrientes por porción			
			Energía (kcal)	Proteínas (gs)	Grasas (gs)	Hidratos de carbono (gs)
Aroz	47	1.0	60	1.1	0.1	13.3
Amaranto	16	1.1	63	2.2	1.3	11.6
Avena	20	0.5	73	3.2	1.3	13.4
Bolillo, telera	20	2.0	73	2.2	0.30	15.2
Pan caja	27	2.6	71	2.2	0.8	13.6
Tortilla	30	0.7	64	1.4	0.5	13.6
Tostada	20	0.9	73	2.0	1.3	16.0
Sopa	60	2.5	78	3.2	1.1	14.0
Lenteja	99	4.0	122	8.0	0.4	23.0
Frijol	86	2.4	114	7.6	0.5	20.4
Garbanzo	82	4.6	130	7.3	1.1	22.5
Alubia	90	5.5	118	8.0	0.3	20.0
Zanahoria	55	0.8	23	0.5	0.1	4.1
Betabel	39	0.9	18	0.8	0.1	4.1
Papa	68	1.8	58	1.2	0.1	10.0
Lechuga	135	6.7	23	1.7	0.4	4.5
Espinaca	90	3.0	21	2.7	0.2	3.4
Brócoli	92	3.7	26	2.7	0.4	4.6
Chicharo	40	2.3	34	2.1	0.1	6.1
Haba	32	1.2	23	1.8	0.2	3.7
Chayote	80	2.6	19	0.5	0.4	4.1
Calabaza	110	2.4	22	0.8	0.1	5.4
Tomate	124	4.2	22	1.1	0.2	4.8
Coliflor	125	4.3	28	2.3	0.6	5.1
Pepino	104	2.6	16	0.7	0.1	3.8
Nopal	149	4.5	22	2.0	0.1	4.9
Ejote	63	2.3	22	1.2	0.2	4.9
Aguate	31	2.0	54	0.7	5.3	2.1
Jicama	60	1.9	23	0.4	0.1	5.3
Manzana	106	4.5	73	0.30	0.2	14.7
Plátano	54	1.4	98	0.6	0.2	12.4
Guayaba	124	5.3	63	1.0	0.7	14.8
Mandarina	128	4.6	68	1.0	0.4	17.0
Mango	145	8.3	62	1.2	0.0	16.1
Naranja	152	4.2	72	1.4	0.2	18.0
Papaya	140	4.8	55	0.8	0.1	13.7
Melón	144	6.6	52	0.8	0.2	13.1
Limón	153	6.3	28	0.8	0.0	9.2
Uva	86	7.8	61	0.6	0.5	15.3
Sandía	160	3.7	62	1.0	0.2	12.1
Pera	70	3.7	41	0.3	0.1	10.8
Pina	124	3.5	62	0.7	0.1	16.2
Fresa	166	13.2	53	1.1	0.5	12.7
Leche	245	5.9	86	8.4	0.4	11.9
Yogurt	100	4.0	59	1.8	1.3	10.0
Requesón	42	5.9	76	6.3	5.0	1.3
Queso Oaxaca	30	3.3	95	7.7	6.6	0.9
Queso panela	35	4.6	77	6.0	5.1	1.8
Cerdo	40	4.4	56	7.9	2.5	0.0
Res	30	4.5	36	7.2	0.8	0.0
Pechuga	30	3.3	48	8.7	1.2	0.0
Pierna de pollo	26	2.2	47	6.7	2.1	0.0
Pescado	39	4.9	35	7.3	0.5	0.0
Atún	33	5.0	39	8.5	0.3	0.0
Filete Tilapia	40	3.6	34	7.5	0.6	0.0
Filete Basa	40	3.2	34	7.5	0.6	0.0
Jamón	32	3.2	95	4.9	8.2	0.2
Milanesa	40	3.8	56	7.9	2.5	0.0
Muslo de pollo	45	3.6	54	8.8	1.8	0.0
Huevo	44	2.6	68	5.5	4.7	0.5
Azúcar	8	0.2	32	0.0	8.0	8.0
Café	2	0.7	4	0.1	0.0	0.1
Aceite girasol	5	0.2	45	0.0	0.2	0.0
Agua embotellada	2000	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Intervalos permitidos OMS			2000-2500	>48	32-81	266-454
Intervalos permitidos por la SS, México			2000-2300	48-91	32-67	266-363
% desperdicios			3 - 5%			
% condimentos			1 - 3%			
% variedad			0			

Nota: ss= Secretaría de Salud.

Fuente: elaboración propia con base en información de la [SS \(2023\)](#), [Pérez y Palacios \(2022\)](#), [INCMNSZ \(2015\)](#) y datos primarios.

satisfacer todos los criterios estipulados, ya que ciertos alimentos seleccionados no cumplieron concurrentemente las demandas de accesibilidad y adecuación nutricional.

Adicionalmente, se realizaron ajustes en los costos, sustituyendo alimentos más caros por opciones con un contenido nutricional similar pero de menor precio. No obstante, la metodología Anker no establece un criterio de detención que indique cuándo la dieta alcanza un costo considerado óptimo. En este estudio, se aplicaron los límites inferiores propuestos por la metodología Anker para ciertos costos adicionales: 1 % para especias y aderezos, conforme a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares [ENIGH] ([Inegi, 2022](#)); 5 % por deterioro y desperdicio de alimentos, y 10 % para asegurar mayor variedad en la dieta ([Anker y Anker, 2017](#)).

Además, se incorporó una ingesta diaria adicional de dos litros de agua por individuo, en alineación con las directivas de la Secretaría de Salud (2015). Si bien [Anker y Anker \(2017\)](#) sostienen que el gasto asociado al agua embotellada no debe tenerse en cuenta en las estimaciones generales del costo de alimentos debido a su influencia en el desembolso financiero total, en el contexto de México, su inclusión es imperativa. Esta necesidad surge de la inconsistente disponibilidad de agua potable y de la incertidumbre que rodea la calidad del agua suministrada a través de redes hidráulicas ([Montero y Hernández, 2023](#)).

Después de realizar los ajustes para cumplir con los requerimientos nutricionales y, al mismo tiempo, reducir el costo total de la dieta, se determinó que el costo diario de alimentación para un consumo de 2 261 calorías por persona es de 93.55 pesos. Para una familia de cuatro integrantes, el gasto diario asciende a 374.16 pesos (véase cuadro 3).

**Cuadro 3. Costo de una dieta nutritiva y barata para una familia de cuatro integrantes con metodología Anker, 2024**

Alimento	Gramos comestibles	Gramos comprados	Energía (kcal)	Proteínas (gs)	Grasas (gs)	Hidratos carbono (gs)	Costo gramos comprados
Tortilla de maíz	405	405	863	19.0	6.9	183.2	9.7
Arroz	60	60	77	1.4	0.1	17.0	2.2
Avena hojuelas	30	30	110	14.8	0.2	20.1	0.8
Pan de caja	20	20	53	1.6	0.6	8.1	1.9
Sopa de pasta	50	50	65	2.7	0.9	11.7	2.1
Papa	80	107	68	1.4	0.1	16.1	2.4
Calabaza	150	167	30	1.1	0.2	7.4	3.3
Frijoles	50	50	66	4.4	0.3	11.9	1.4
Lentejas	50	50	58	4.6	0.2	10.1	2.0
Leche	200	200	70	6.8	0.4	9.8	4.9
Queso Oaxaca	20	20	63	5.1	4.4	0.6	2.2
Huevo	60	68	93	7.5	6.4	0.7	3.6
Pierna de pollo	20	21	36	5.2	1.6	0.0	1.3
Bistec de res	20	20	24	4.8	0.5	0.0	3.0
Jamón virginia	10	10	30	1.5	2.6	0.1	1.0
Filete tilapia	30	30	26	5.6	0.5	0.0	2.7
Atún en agua	20	20	24	5.2	0.2	0.0	3.3
Lechuga	150	217	26	2.0	0.5	5.0	8.3
Pepino	100	100	15	0.7	0.1	3.7	2.5
Nopales	100	100	15	1.3	0.1	3.3	2.5
Jitomate	150	174	27	1.4	0.3	5.9	5.2
Plátano	150	221	272	1.7	0.6	34.5	4.4
Naranja	150	238	71	1.4	0.2	17.7	4.8
Aceite comestible	5	5	45	0.0	4.4	0.0	0.2
Azúcar	8	8	32	0.0	0.0	8.0	0.2
Café	2	2	0	0.1	0.0	0.1	0.7
Agua	2000	2000	0	0.0	0.0	0.0	5.6
<b>SUBTOTAL</b>			2261	101	32	375	82.06
Intervalos permitidos OMS		2000-2500	>48	32-81	266-454		
Intervalos permitidos por SS, México		2000-2300	48-91	32-67	266-363		
Desperdicios (3%) + especias (1%) + variedad (10%) = 11.49							
Costos de alimentación x persona x día = 93.55							
Costos de alimentación x 4 integrantes de familia x mes = 11,375.68							

Nota: las cantidades totales podrían variar por efectos del redondeo; la cantidad de 93.55 se multiplicó por 4 (integrantes de familia) x 30.4 días (promedio mensual); SS= Secretaría de Salud.

Fuente: elaboración propia con base en información de la [SS \(2023\)](#), [Pérez y Palacios \(2022\)](#), [INCMSZ \(2015\)](#) y datos primarios.

Cabe señalar que las calorías, grasas, proteínas e hidratos de carbono resultantes en la dieta modelo se mantuvieron dentro de los rangos recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS); sin embargo, no cumplieron plenamente con los parámetros establecidos por la Secretaría de Salud de México. En particular, la cantidad de grasas permitidas sí se encontró dentro del intervalo aceptado por ambas instituciones.

Una dieta equilibrada y nutritiva debe contener los macronutrientes en proporciones adecuadas para evitar

riesgos para la salud. El consumo excesivo o insuficiente de estos nutrientes puede incrementar la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares. Este aspecto es especialmente relevante en México, donde 70 % de la población presenta sobrepeso y casi 67 % obesidad, lo que resalta la necesidad de cumplir con los requerimientos nutricionales establecidos por las autoridades sanitarias ([Gobierno de México, 2016](#)).

### Costos de alimentación con optimización matemática

La optimización matemática consiste en maximizar o minimizar una función objetivo que representa un problema a resolver, garantizando eficiencia y el uso óptimo de recursos. En el presente estudio, se busca determinar una dieta de menor costo que, al mismo tiempo, cumpla con los requerimientos nutricionales de los trabajadores de la empresa ensambladora de automóviles Stellantis.

Para ello, se definieron variables de decisión, que representan características desconocidas cuyo valor se determina tras la ejecución del modelo matemático. En este caso, las variables de decisión toman el valor de 1 si se elige una porción del alimento *j* dentro de una lista de 63 productos o 0 si no se selecciona (véase cuadro 2). Dado que el consumo de dos litros de agua diarios es obligatorio, su costo no fue incluido en el modelo de optimización, sino sumado posteriormente al cálculo total de la dieta.

La función objetivo fue diseñada para minimizar los gastos asociados a las porciones de alimentos seleccionadas. No obstante, esta minimización se rige por varias restricciones:

- 1) Restricciones calóricas: se estableció un rango diario de ingesta calórica de 2 000 a 2 300 calorías.
- 2) Restricciones de proteínas: la proporción de proteína debe constituir entre 10 y 15 % de la ingesta calórica total. Para la conversión de calorías a gramos se empleó un factor de conversión de 4.13, este mismo factor se aplicó para los carbohidratos.
- 3) Restricciones de grasas: el consumo de grasas no debe superar el 25 % del total de calorías, aplicando un factor de conversión de 9.26.
- 4) Restricciones de carbohidratos: se estableció un rango entre 55 y 60 % del total de calorías.

- 5) Restricciones de variedad de alimentos: se seleccionaron entre 20 y 31 alimentos diarios, incluyendo frutas y verduras, productos de origen animal y lácteos, cereales y tubérculos. Esta cantidad podrá incrementarse si se considera necesario.
- 6) Restricciones de no negatividad: se estipuló que las variables del modelo no pueden asumir valores negativos, ya que esto sería ilógico dentro del contexto de un marco dietético.

Dados estos parámetros, el modelo de optimización matemática se formuló de la siguiente manera:

*Variables de decisión:*

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{si se elige la porción del alimento } j, \text{ con } j = 1, 2, \dots, 63 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

*Función objetivo:*

$$\text{Minimizar } Z(x_j) = \sum_{j=1}^{63} c_j x_j$$

*Sujeta a (restricciones):*

- 1) Cantidad de calorías, de 2 000 a 2 500:

$$2000 \leq \sum_{j=1}^{63} a_j x_j \leq 2500$$

- 2) Cantidad de proteínas, de 10 a 15 por ciento de las calorías totales:

$$200 * \left(\frac{1}{4.13}\right) \leq \sum_{j=1}^{63} b_j x_j \leq 375 * \left(\frac{1}{4.13}\right)$$

- 3) Grasas, menor de 25 por ciento de las calorías totales:

$$\sum_{j=1}^{63} d_j x_j \leq 625 * \left(\frac{1}{9.26}\right)$$

- 4) Carbohidratos, de 55 a 60 por ciento de las calorías:

$$1100 * \left(\frac{1}{4.13}\right) \leq \sum_{j=1}^{63} e_j x_j \leq 1500 * \left(\frac{1}{4.13}\right)$$

- 5) Verduras, por lo menos 5 porciones (para ajustar conforme al plato del bien comer):

$$\sum_{j=16}^{28} x_j \geq 5$$

- 6) Frutas, máximo 7 porciones:

$$\sum_{j=29}^{43} x_j \leq 7$$

- 7) Alimentos de origen animal, máximo 3 porciones:

$$\sum_{j=44}^{59} x_j \leq 3$$

- 8) Cereales y tubérculos, máximo 7 porciones:

$$\sum_{j=1}^{11} x_j \leq 7$$

- 9) Leguminosas, máximo 3 porciones:

$$\sum_{j=12}^{15} x_j \leq 3$$

- 10) Elegir entre 20 y 31 alimentos diferentes:

$$20 \leq \sum_{j=1}^{63} x_j \leq 31$$

- 11) Restricciones de no negatividad:

$$x_j \geq 0, \quad \text{con } j = 1, 2, \dots, 63$$

Para resolver el modelo de optimización del costo de la dieta, una vez formulado el modelo matemático, se utilizó el lenguaje de programación GAMS/CPLEX. Este solucionador permite abordar problemas de gran escala y alta complejidad de manera eficiente, proporcionando resultados en tiempos reducidos.

El resultado del modelo de dieta aplicado en el cálculo del salario digno muestra que los macronutrientes se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Secretaría de Salud de México y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (véase cuadro 4). Además, el modelo ajustó los porcentajes de macronutrientes, las porciones en gramos y la composición del “plato del bien comer”, conforme a las recomendaciones de la Secretaría de Salud. Con base en estos criterios, se estableció que la dieta incluyera siete porciones de frutas y verduras, cuatro porciones de leguminosas, siete porciones de cereales y tubérculos, y tres porciones de alimentos de origen animal, además del consumo diario de un huevo, conforme a las guías nutricionales oficiales.

**Cuadro 4. Costo de una dieta nutritiva y barata para una familia de cuatro integrantes con optimización matemática, 2024**

Alimento	Porción recomendada (gs)	Cantidad de macronutrientes por porción				Precio por porción (pesos)
		Energía (kcal)	Proteínas (gs)	Grasas (gs)	Hidratos de carbono (gs)	
Arroz	47	60	1.1	0.1	13.3	1.0
Amaranto	16	63	2.2	1.3	11.6	1.1
Avena	20	73	3.2	1.3	13.4	0.5
Bolillo, telera	20	73	2.2	0.3	15.2	2.0
Tortilla	30	64	1.4	0.5	13.6	0.7
Tostada	20	73	2	1.3	16	0.9
Sopa	60	78	3.2	1.1	14	2.5
Lenteja	99	122	8	0.4	23	4.0
Frijol	86	114	7.6	0.5	20.4	2.4
Garbanzo	82	130	7.3	1.1	19	4.6
Alubia	90	118	8	0.3	20	5.5
Espinaca	90	21	2.7	0.2	3.4	3.0
Chicharo	40	34	2.1	0.2	6.1	2.3
Haba	32	23	1.8	0.4	3.7	1.2
Chayote	80	19	0.5	0.4	4.1	2.6
Calabaza	110	22	0.8	0.1	5.4	2.4
Ejote	63	22	1.2	0.2	4.9	2.3
Aguacate	31	54	0.7	5.3	2.1	2.0
Manzana	106	73	0.3	0.2	14.7	4.5
Plátano	54	98	0.6	0.2	12.4	1.4
Guayaba	124	63	1	0.7	14.8	5.3
Mandarina	128	68	1	0.4	17	4.6
Sandía	160	62	1.4	0.2	18	4.1
Piña	124	62	1	0.2	12.1	3.7
Requesón	42	76	0.7	0.1	16.2	3.5
Queso Oaxaca	30	95	6.3	5	1.3	3.2
Jamón	32	95	7.7	6.6	0.9	3.3
Huevo	44	68	4.9	8.2	0.2	3.2
Azúcar	8	32	5.5	4.7	0.5	2.6
Aceite girasol	5	45	0	0	8	0.2
Agua embotellada	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
<b>SUBTOTAL</b>		<b>2000</b>	<b>86</b>	<b>42</b>	<b>325</b>	<b>85.2</b>
Intervalos permitidos OMS		2000-2500	> 48	32-81	266-454	
Intervalos permitidos por SS, México		2000-2300	48-91	32-67	266-363	
Desperdicios (3%) + especias (1%) =						3.41
Costos de alimentación x persona x día =						88.60
Costos de alimentación x 4 integrantes de familia x mes =						10,774.73

Nota: las cantidades totales podrían variar por efectos del redondeo; la cantidad de 88.60 se multiplicó por 4 (integrantes de familia) por 30.4 días (promedio mensual); SS= Secretaría de Salud. Fuente: elaboración propia con base en información de la [SS \(2023\)](#), [Pérez y Palacios \(2022\)](#), [INCMNSZ \(2015\)](#) y datos primarios.

En esta dieta modelo, se consideraron 31 alimentos diferentes, por lo que se eliminó el porcentaje asignado a la variedad de productos y únicamente se mantuvieron los ajustes correspondientes a desperdicios y condimentos.

El costo de la dieta modelo con optimización matemática resultó inferior al estimado con la metodología Anker, con una diferencia de 748.64 pesos mensuales para una familia de cuatro integrantes. Si bien esta can-

tidad puede parecer marginal en términos absolutos, su impacto es significativo cuando se consideran los costos no alimentarios (NFNH), los recursos destinados a imprevistos y, en consecuencia, el costo de vida básico decente, según los criterios establecidos por la metodología Anker (véase cuadro 5).

**Cuadro 5. Costo de vida básico decente mensual para una familia de cuatro integrantes, 2024**

Tipo de costo	Con metodología Anker		Con optimización matemática	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad mensual	Porcentaje
Costo de alimentación	11,375.68	35	10,774.73	34.5
Costo de vivienda	1,124.75	3.5	1,124.75	3.6
Costos NFNH	18,479.09	56.8	17,883.57	57.2
Cantidad para imprevistos	1,548.98	4.8	1,489.15	4.8
Costo de vida básico pero decente	32,528.49	100	31,272.20	100
Trabajadores a tiempo completo por familia	1.68		1.68	
Salario digno neto (por trabajador)	19,384.25		18,635.61	

Fuente: elaboración propia con base en información del [Inegi \(2022\)](#), [SS \(2023\)](#), [Pérez y Palacios \(2022\)](#), [INCMNSZ \(2015\)](#), [Anker y Anker \(2017\)](#).

Si bien el objetivo principal de este estudio no es presentar en su totalidad la metodología para el cálculo del salario digno, es fundamental comparar los resultados obtenidos entre los dos modelos de dieta para determinar los costos de alimentación (véase cuadro 6).

Los hallazgos indican una disparidad de 214.26 pesos entre las tres categorías evaluadas. En caso de que la empresa Stellantis decida implementar este salario digno para al menos 300 de los 2 500 empleados proyectados para 2025 ([Stellantis Media, 2025](#)), y considerando la categoría 6 A, la diferencia resultante en gastos salariales ascendería a 3 316 744 pesos anuales, significando con ello una considerable implicación financiera.

**Cuadro 6. Salario digno bruto semanal para los trabajadores de la empresa Stellantis planta Toluca, 2024 (Pesos)**

Categoría	Antigüedad (años)	Salario bruto pagado	Metodología Anker		Optimización matemática	
			Salario digno neto	Salario digno bruto	Salario digno neto	Salario digno bruto
Sexta A	1	2,725.26		5,177.45		4,963.19
Cuarta A	14	4,051.69	4,461.03	5,195.52	4,288.74	4,981.26
Tercera B	8	4,300.65		5,211.08		4,996.82

Fuente: elaboración propia con base en información del [Inegi \(2022\)](#), [Anker y Anker \(2017\)](#).

Para garantizar que el costo de la dieta sea mínimo sin comprometer los requerimientos nutricionales ni

las porciones recomendadas por las autoridades locales especializadas, es fundamental que los métodos de estimación de los costos necesarios para el cálculo del salario digno sean lo más objetivos posibles. Asimismo, cada problema que requiera representarse a través de un modelo de optimización matemática debe tratarse como un caso único, aunque es posible partir de un modelo base y ajustarlo según los requerimientos específicos de cada contexto local.

## CONCLUSIONES

El creciente interés en el salario digno responde a la tendencia de salarios bajos o en declive y su papel en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La literatura evidencia que el *living wage* supera los salarios pagados por las empresas, reflejando una brecha significativa que afecta el bienestar y la estabilidad económica de los trabajadores (Neumark y Adams, 2003; Schulten y Müller, 2019; Guerrero et al., 2020). Para abordar este tema, es imperativo emplear metodologías rigurosas para la estimación precisa del salario digno. La Metodología Anker ha surgido como un instrumento ampliamente utilizado, facilitando cálculos y comparaciones globales estandarizadas. Sin embargo, su implementación plantea ciertos desafíos, particularmente en el ámbito de la estimación del costo de los alimentos, lo que provoca discusiones sobre su objetividad y precisión.

Experiencias en diversas naciones han demostrado que evaluar con precisión los costos dietéticos es crucial para prevenir distorsiones en las estimaciones de salarios dignos y para fomentar la aceptación tanto dentro del sector productivo como empresarial (Atkinson et al., 2017). En este sentido, es crucial considerar alternativas metodológicas que minimicen la subjetividad en la estimación de los costos de alimentación y reduzcan la influencia de las decisiones individuales del analista.

Como alternativa viable, en esta investigación la optimización matemática se ha presentado como una herramienta eficaz para determinar una dieta nutritiva, variada y de menor costo, asegurando el cumplimiento de los requerimientos nutricionales locales. Su aplicación ha permitido optimizar el modelo de dieta incorporando variedad de alimentos y mejorando la estimación

de costos en relación con estándares de vida regionales (McMorrow y Saksena, 2025).

No obstante sus ventajas, el uso de la optimización matemática en el cálculo del salario digno presenta márgenes de mejoramiento. Dado que el salario digno constituye un concepto dinámico, cuya estimación depende de variables macroeconómicas como la inflación, el costo de vida y los cambios en los patrones de consumo, la aplicación de un modelo de optimización matemática centrado en el modelo de dieta tiene validez circunscrita a un sector industrial específico, limitando así la generalización de sus resultados, al ámbito socioterritorial considerado en esta investigación.

Para posibilitar su generalización, sería necesario adaptar el modelo a las características socioeconómicas de cada región y sector, incorporando variaciones en los hábitos de consumo, los precios locales de los alimentos, los patrones laborales prevalecientes y las especificidades demográficas, de modo que se construyan bases de datos representativas y se redefinan las restricciones nutricionales y económicas de acuerdo con los entornos regionales o sectoriales de aplicación.

En el caso específico de los empleados de Stellantis, este grupo demográfico goza de empleo formal, acceso a servicios de salud, niveles salariales relativamente superiores a la media nacional, y mayor estabilidad laboral, distinguiéndolos de muchos segmentos de la fuerza laboral mexicana que soportan condiciones de informalidad, bajos salarios e inestabilidad laboral. Estas disparidades pueden influir en los resultados del modelo, ya que los comportamientos de consumo, las necesidades nutricionales y la capacidad de adquirir bienes esenciales dentro de esta población difieren de los de la población general, lo que podría conducir a proyecciones excesivamente optimistas con respecto a la viabilidad económica de una canasta alimentaria mínima si se aplica sin los ajustes adecuados a entornos de trabajo menos ventajosos.

El análisis aquí presentado se basa en un contexto urbano caracterizado por una amplia disponibilidad de alimentos. Si se deseara incluir a zonas rurales, donde el acceso a productos es más limitado y los precios pueden ser más elevados, sería necesario adaptar el modelo incorporando restricciones de disponibilidad y costos locales. Ello es de suma importancia pues asumir homogeneidad en el acceso alimentario entre áreas urbanas y rurales podría conducir a una subestimación

de los costos de alimentación y del salario digno en contextos rurales.

El modelo de optimización articulado en esta investigación enfatiza la minimización de costos dentro de las limitaciones nutricionales, al tiempo que reconoce las limitaciones relativas a la diversidad alimentaria y las preferencias de consumo. En realidad, los individuos le dan un valor significativo a una dieta variada y pueden inclinarse a incurrir en costos adicionales para diversificar sus opciones alimenticias o alterar periódicamente sus opciones dietéticas, aspectos que un modelo enfocado únicamente en costos mínimos no tiene en cuenta adecuadamente. No obstante, estos aspectos pueden ser incorporados mediante la inclusión de restricciones adicionales en el modelo —por ejemplo, limitando la cantidad máxima de consumo de cada alimento o introduciendo ponderaciones de preferencia— que reflejen la necesidad de diversidad y satisfacción del consumidor. Modelar estas preferencias implicaría un enfoque más complejo, pero resultaría esencial para representar de manera más realista las decisiones alimentarias cotidianas y mejorar la aplicabilidad de los resultados en políticas de salario digno.

Asimismo, otro aspecto relevante que debe considerarse es el costo de oportunidad asociado a la preparación de alimentos, dado que el tiempo invertido en su elaboración representa un recurso económico implícito. Si bien el modelo de optimización se centra en minimizar el costo monetario de los alimentos, no incorpora de manera explícita los costos asociados al tiempo de preparación, lo que podría suponer, de forma implícita, la existencia de hogares biparentales en los que uno de los adultos no participa en el mercado laboral y puede dedicar tiempo suficiente a estas actividades.

Sin embargo, en escenarios donde ambos padres están empleados o en hogares monoparentales, esta suposición se vuelve insostenible, ya que la disponibilidad de tiempo para la preparación de comidas se ve limitada, lo que podría conducir a gastos suplementarios como la adquisición de comidas preparadas previamente o la utilización de servicios alimentarios. Integrar el costo de oportunidad del tiempo en los próximos modelos permitiría formular estimaciones de ingresos más realistas necesarias para lograr un nivel de vida digno, particularmente en contextos caracterizados por una alta

participación laboral femenina o una dinámica familiar variada.

Dado que la optimización realizada en esta investigación depende de bases de datos transversales sobre precios y consumo —sujetos a variaciones estacionales, disponibilidad fluctuante de productos y dinámicas de mercado—, se identifica la necesidad de incorporar mecanismos de ajuste dinámico que actualicen periódicamente la información empleada, garantizando así la validez de las estimaciones ([Schulten y Müller, 2019](#); [Fabo y Belli, 2017](#)).

En este sentido, es importante considerar que la variación entre productos similares, como leche entera frente a leche light o yogur natural frente a yogur de fresa, puede influir de manera significativa en los resultados. Estas diferencias influyen tanto en el costo como en el perfil nutricional de los alimentos, lo que puede alterar la factibilidad de cumplir con los requisitos establecidos al menor costo posible. Para potenciar la precisión de las estimaciones, sería fundamental ampliar la base de datos al incluir diversas categorías de productos y establecer equivalencias nutricionales que faciliten una adecuada sustitución entre alternativas sin sesgar los resultados, reflejando con ello las decisiones diarias de consumo de una manera más auténtica.

En particular, la integración de técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático tiene el potencial de mejorar la vigilancia y el análisis de los precios en tiempo real, optimizando así la actualización de los datos de entrada y mejorando la precisión de las estimaciones salariales ([Guerrero, Martínez-Fiestas y Viedma, 2020](#)). Estos avances tecnológicos no sólo facilitarían la modificación adaptativa de las bases de datos de acuerdo con la dinámica del mercado, sino que también permitirían anticipar las fluctuaciones futuras a través de modelos predictivos, contribuyendo a un marco más versátil y receptivo para las construcciones de salarios dignos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, las directrices para futuras iniciativas de investigación deberían centrarse en:

- 1) Adaptar el marco de optimización a diversos entornos socioeconómicos y sectoriales, teniendo en cuenta las variaciones en los comportamientos de consumo, precios regionales y dinámicas laborales.

- 2) Establecer repositorios de datos representativos que integren matices demográficos de cada localidad para redefinir las limitaciones nutricionales y económicas.
- 3) Modificar el modelo para entornos rurales, teniendo en cuenta las limitaciones en la disponibilidad de alimentos, precios elevados y diversidad restringida de productos.
- 4) Incorporar las preferencias por la variedad de alimentos y la disposición de los consumidores para incurrir en costos adicionales por opciones dietéticas más diversas en el modelo.
- 5) Formular restricciones suplementarias para reflejar alteraciones periódicas en el consumo, maximizando así la satisfacción del consumidor; incluyendo el costo de oportunidad asociado al tiempo de preparación de alimentos; particularmente en escenarios caracterizados por la alta participación laboral femenina o hogares monoparentales.
- 6) Ampliar la base de datos de insumos alimentarios mediante la distinción entre productos análogos para evitar distorsiones en las evaluaciones nutricionales y de costos.
- 7) Integración de componentes de optimización que simulen escenarios de fluctuaciones estacionales de precios y disponibilidad de productos. Empleando inteligencia artificial y aprendizaje automático para la vigilancia dinámica en tiempo real y actualización de precios y tendencias de consumo.
- 8) Desarrollar modelos predictivos que pronostiquen futuros cambios en los gastos de alimentos y adapten los cálculos del salario digno en consecuencia.

Otras líneas de investigación se dirigen a evaluar la influencia de los salarios dignos en la movilidad social y el alivio de la pobreza ([Carr et al., 2019](#); [Rahmandad y Ton, 2020](#)), así como extender su aplicación a sectores como la agricultura y el comercio minorista, en donde las condiciones laborales tienden a ser más vulnerables ([Jasso-Carbajal, 2025](#)). La inclusión de estos sectores podría alterar sustancialmente tanto la estructura de costos como la composición de la canasta alimentaria, debido a las disparidades en los niveles de ingreso, patrones de consumo y acceso a bienes esenciales. En última instancia, la implementación del salario digno como norma laboral presenta retos políticos y regulatorios que requie-

ren un examen exhaustivo, ya que su ejecución exitosa se basa en procesos de negociación, marcos legislativos apropiados y mecanismos de verificación para asegurar su cumplimiento ([Neumark y Adams, 2003](#)).

En este marco, la agenda de investigación esbozada debe complementarse con iniciativas concurrentes para validar las evaluaciones salariales y potenciar sus implicaciones prácticas.

Para ello, la determinación del salario digno debe basarse en criterios objetivos y transparentes, que aseguren la participación activa de sindicatos, empresas y gobierno. Sin este nivel de certeza, su adopción en los sectores productivos y su incorporación en los marcos regulatorios laborales permanecerían limitadas ([Schulten y Müller, 2019](#); [Vadean y Allan, 2021](#)). En México, el estudio del salario digno aún es incipiente y se concentra principalmente en la industria automotriz y en segmentos específicos del sector agroexportador ([García-Jiménez, Carrillo y Bensusán 2021 y 2022](#); [Bracamontes, García-Jiménez y Arvizu, 2022](#); [Sánchez González y García-Jiménez, 2024](#)). Para avanzar hacia un modelo laboral más equitativo y sostenible, resulta crucial incorporar el salario digno en la agenda de políticas públicas nacionales, promoviendo su adopción como un estándar de bienestar laboral y un instrumento estratégico para la reducción de la desigualdad ([García-Jiménez, 2023](#) y [Jasso-Carbajal, 2025](#)).

## **INFORMACIÓN DE LOS AUTORES Y CONTRIBUCIÓN DE ACUERDO A LA TAXONOMÍA CREDIT**

<sup>1</sup> María Cristina Jasso-Carbajal, <https://orcid.org/0009-0000-1419-0325>

Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Metodología, Desarrollo de software, Redacción – borrador original.

<sup>2</sup> Yolanda Carbajal-Suárez, <https://orcid.org/0000-0001-5480-8898>

Administración del proyecto, Supervisión, Validación.

<sup>3</sup> Humberto García-Jiménez, <https://orcid.org/0000-0003-3258-5026>

Conceptualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición, Visualización.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses financiero, profesional o personal que pudiera haber influido en los resultados ni en la interpretación de los datos presentados en este artículo.

## REFERENCIAS

- Abejón, R., Batle-Bayer, L., Bala, A., Vazquez-Rowe, I., Larrea-Gallegos, G., Margallo, M., Cristobal, J., Puig, R., Fullana-i-Palmer, P., y Aldaco, R. (2020). Multi-objective optimization of nutritional, environmental and economic aspects of diets applied to the Spanish context. *Foods*, 9 (11), 1677. <https://doi.org/10.3390/foods9111677>
- Adams, R. (2017). Standard of living as a right, not a privilege: The case for universal basic income. *Business and Society Review*, 122 (4), 567-590. <https://doi.org/10.1111/basr.12133>
- Adams, Z., y Allan, S. (2021). Understanding the minimum wage: Political economy and fair pay. *Cambridge Law Journal*, 80 (3), 411-430. <https://doi.org/10.1017/S0008197318001009>
- Alaini, R., Rajikan, R., y Masitah, S. (2019). Diet optimization using linear programming to develop a low-cost cancer prevention food plan for selected adults in Kuala Lumpur, Malaysia. *BMC Public Health*, 19 (4), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6872-4>
- Alfaro, E. (2016). *Utilización del costo mínimo de una dieta nutritiva como indicador de seguridad alimentaria en El Salvador durante el periodo 2012-2014* (Tesis de licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Repositorio Institucional Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/items/3520cf02-9ba2-4b36-b951-5de7fade207b>
- Andersen, L., y Hernani-Limarino, W. (2019). *Informe de salario digno Nicaragua Noroeste* (Informe Núm. 20). <https://globallivingwage.org/wp-content/uploads/2019/01/2017-Informe-Salario-Digno-Nicaragua-.pdf>
- Anker, R. (2011). *Estimating a living wage: A methodological review*. *Conditions of Work and Employment Series No. 29*. International Labour Organization (ILO)
- Anker, R., y Anker, M. (2013). *Living wage for rural Dominican Republic with focus on banana growing area of the North*. [https://www.globallivingwage.org/wp-content/uploads/2018/05/Exec\\_Summ\\_Living\\_Wage\\_Report\\_Dominican\\_Republic\\_en.pdf](https://www.globallivingwage.org/wp-content/uploads/2018/05/Exec_Summ_Living_Wage_Report_Dominican_Republic_en.pdf)
- Anker, R., y Anker, M. (2014a). *Living wage for Kenya with focus on fresh flower farm area near Lake Naivasha*. [https://www.researchgate.net/publication/322402897\\_Report\\_Living\\_Wage\\_for\\_kenya\\_with\\_Focus\\_on\\_Fresh\\_Flower\\_Farm\\_area\\_near\\_Lake\\_Naivasha](https://www.researchgate.net/publication/322402897_Report_Living_Wage_for_kenya_with_Focus_on_Fresh_Flower_Farm_area_near_Lake_Naivasha)
- Anker, R., y Anker, M. (2014b). *Living wage for rural Malawi with focus on tea growing area of Southern Malawi*. [https://www.researchgate.net/publication/322402942\\_Report\\_Living\\_Wage\\_for\\_rural\\_Malawi\\_with\\_Focus\\_on\\_Tea\\_Growing\\_area\\_of\\_Southern\\_Malawi](https://www.researchgate.net/publication/322402942_Report_Living_Wage_for_rural_Malawi_with_Focus_on_Tea_Growing_area_of_Southern_Malawi)
- Anker, R., y Anker, M. (2017). *Living wages around the world: Manual for measurement*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781786431462>.
- Arnold, D. G., y Bowie, N. E. (2003). Sweatshops and respect for persons. *Business Ethics Quarterly*, 13 (2), 221-242. <https://doi.org/10.5840/beq200313215>
- Atkinson, A. B., Leventi, C., Nolan, B., y Sutherland, H. (2017). Reducing poverty and inequality through tax-benefit reform and universal basic income. *Journal of Economic Inequality*, 15 (4), 361-382. <https://doi.org/10.1007/s10888-017-9365-7>
- Attewell, S. (2021). No business [that pays less than a living wage] deserves to exist. *Society*, 58 (3), 321-345. <https://doi.org/10.1007/s12115-021-00658-9>
- Avram, S., y Harkness, S. (2025). Do high minimum wages harm the progression of low-wage workers? *Industrial Relations*, 64 (1), 45-67. <https://doi.org/10.1111/irel.12389>
- Ayoob, F., Mnivannan, J., Ahamed, A., Murikkanchery, A., Mondal, A., Bhatnagar, G., Nongrum, M., Albert, S., Mathur, P., Verma, L., Madhari, R., Brinda, S., Ghosh-Jerath, S., Nambiar, V., Gandhi, H., Quazi, S., Gupta, R., Sachdev, H., Kurpad, A., y Thomas, T. (2024). An optimization tool to formulate diets within a supplementary nutrition program for children. *Current Developments in Nutrition*, 8 (7), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.104409>
- Bazaraa, M., Jarvis, J., y Sherali, H. (2005). *Programación lineal y flujo en redes* (2ª ed.). Limusa.
- Bracamontes, A., García-Jiménez, H., y Arvizu, M. del S. (2022). *Salario digno en el poblado Miguel Alemán de la Costa de Hermosillo, Sonora*. El Colegio de Sonora.

- Briend, A., Ferguson, E., y Darmon, N. (2001). Local food price analysis by linear programming: A new approach to assess the economic value of fortified food supplements. *Food and Nutrition Bulletin*, 22 (2), 184-189. <http://dx.doi.org/10.1177/156482650102200210>
- Caldana, A. C. F., Leal, W., Eustachio, J. H. P. P., Bonifacio, D., Pereira, C. L., Barbir, J., y Guimarães, Y. M. (2024). Living wages in Latin America: An assessment of disparities and a stakeholder roadmap for action. *Social Policy and Administration*. <https://doi.org/10.1111/spol.13108>
- Carr, S. C., Parker, J., Arrowsmith, J., Watters, P., y Hodgetts, D. (2016). Can a 'living wage' springboard human capability? *Labour and Industry*, 26 (1), 25-39. <https://doi.org/10.1080/10301763.2016.1152533>
- Carr, S. C., Haar, J., Hodgetts, D., Arrowsmith, J., y Parker, J. (2019). An employee's living wage and their quality of work life: How a market utopia can become a reality. *Journal of Sustainability Research*, 1 (1), 1-15. <https://doi.org/10.20900/jsr20190007>
- Clark, K., Pohl, R., y Thomas, C. (2020). Minimum wages and healthy diet. *Contemporary Economic Policy*, 38 (3), 546-560. <https://doi.org/10.1111/coep.12463>
- Delajara, M., Espinosa, R., y Fonseca, C. (2020). *Living wage report: Michoacán, México. Non-metropolitan urban and rural northwestern regions*. Global Living Wage Coalition.
- Dooren, C. (2018). A review of the use of linear programming to optimize diets, nutritiously, economically, and environmentally. *Frontiers in Nutrition*, 5 (48), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00048>
- Eustachio, P., Schäfer, L., Nykänen, E., Patterson, E., Lindross, A., y Parlesak, A. (2023). Developing a novel optimisation approach for keeping heterogeneous diets healthy and within planetary boundaries for climate change. *European Journal of Clinical Nutrition*, 78, 193-201. <https://doi.org/10.1038/s41430-023-01368-7>
- Fabo, B., y Belli, S. S. (2017). (Un)believable wages? An analysis of minimum wage policies in different countries. *IZA Journal of Labor Policy*, 6 (1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40173-017-0083-3>
- Farley, K. (2022). "We ain't never stolen a plant": Livelihoods, property, and illegal ginseng harvesting in the Appalachian forest commons. *Economic Anthropology*, 9 (2), 309-321. <https://doi.org/10.1002/sea2.12242>
- García-Jiménez, H. (2023). La paradoja del libre comercio: explorando el camino hacia un salario digno. En D. Gómez-Álvarez, y R. Gómez (Coords.), *¡Súbanles! Salario digno. Propuestas para la prosperidad equitativa en México* (pp. 307-317). Penguin Random House.
- García-Jiménez, H., Carrillo, J., y Bensusán, G. (2021). *Salarios en tiempos de libre comercio: ¿Ofrece la industria automotriz salarios dignos en México?* El Colegio de la Frontera Norte. <https://libreria.colef.mx/detalle.aspx?id=7763#>
- García-Jiménez, H., Carrillo, J., y Bensusán, G. (2022). Wage precariousness in the automotive industry in Mexico: Pending gaps before the new labor governance of the T-MEC. *Norteamérica, Revista Académica del CISAN-UNAM*, 17 (2). <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2022.2.559>
- Gautam, L., y Gulhane, V. (2020). Optimization methods and its application in nutritional diet. *TEST Engineering & Management*, 82, 13915-13919. <http://testmagazine.biz/index.php/testmagazine/article/view/3059/2687>
- Gobierno de México. (2016). *La obesidad en México*. <https://www.gob.mx/issste/articulos/la-obesidad-en-mexico#:~:text=La%20obesidad%20se%20puede%20prevenir.ytext=En%20México%2C%20el%2070%25%20de,y%20algunos%20tipos%20de%20cáncer>
- Goenka, S., y Bagchi, R. (2025). Price partitioning of socio-moral surcharges. *Journal of Consumer Research*, 51 (1), 78-95. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucac026>
- Guerrero, C., Martínez-Fiestas, M., y Viedma, M. (2020). Living wage in the framework of corporate social responsibility: A proposal for its implementation. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27 (5), 2345-2358. <https://doi.org/10.1002/csr.1946>
- Howard, P. H., y Allen, P. (2010). Beyond organic and fair trade? An analysis of key players' perceptions of food system change. *Rural Sociology*, 75 (2), 244-269. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.2009.00009.x>

- Ilsøe, A. (2016). From living wage to living hours – The Nordic version of the working poor. *Labour and Industry*, 26 (1), 40-57. <https://doi.org/10.1080/10301763.2016.1152534>
- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán [INCMNSZ]. (2015). *Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios (versión condensada 2015)*. <https://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/latin-america/en/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2022). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022, nueva serie. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/#tabulados>. (consultado el 15 enero de 2024).
- Iwuji, A., Nnanna, M., y Ndulue, N. (2016). An optimal DASH diet model for people with hypertension using a linear programming approach. *Open Journal of Optimization*, 5, 14-21. <http://dx.doi.org/10.4236/ojop.2016.51002>
- Jasso-Carbajal, M. (2025). *Salario digno y productividad: Un análisis para la industria automotriz en el Estado de México, 2000-2020* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Johnson, M., Koukiadaki, A., y Grimshaw, D. (2019). The living wage in the UK: Testing the limits of voluntarism. *Transfer*, 25(4), 425-439. <https://doi.org/10.1177/1024258919845768>
- Khan, A., Anker, R., y Anker, M. (2022). *Living wage and living income for sustainable diets*. Working Paper Series number 2, Anker Research Institute. <https://www.ankerresearchinstitute.org/working-papers/blog-post-title-one-dhgd2-g35jw-59fnj>.
- Khoshaim, A.B., and AbdulAziz, K. (2021). Linear programming optimization model for a diet program. *Review of Business & Finance Studies*, 12 (1), 31-39. <https://tinyurl.com/3e8tk6yh>
- Kingsolver, A. (2010). Living wage considerations in the right-to-work South. *Anthropology of Work Review*, 31(1), 52-63. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1417.2010.01039.x>
- Luce, S., y Pollin, R. (1999). Can U.S. cities afford living wage programs? An analysis of alternative revenue sources. *Review of Radical Political Economics*, 31 (1), 103-119. <https://doi.org/10.1177/048661349903100103>
- MacDonald, I. T. (2011). Bargaining for rights in luxury city: The strategic dilemmas of labor organizers in Toronto's hotel sector. *Labor Studies Journal*, 36(1), 56-74. <https://doi.org/10.1177/0160449X11404075>
- Martin, I. (2001). Dawn of the living wage: The diffusion of a redistributive municipal policy. *Urban Affairs Review*, 36 (4), 470-496. <https://doi.org/10.1177/10780870122184966>
- Masset, G., Monsivais, P., Maillot, M., Darmon, N., y Drewnowski, A. (2009). Diet optimization methods can help translate dietary guidelines into a cancer prevention food plan. *The Journal of Nutrition*, 139 (8), 1541-1548. <https://doi.org/10.3945/jn.109.104398>
- McMorrow, S., y Saksena, J. (2025). Longitudinal photovoice examination of workplace justice and the effects of wages on employee well-being. *Dialogues in Health*, 4, 100202. <https://doi.org/10.1016/j.dialog.2024.100202>
- Montero, D., y Hernández, J. (2023). Entorno institucional y mercado del agua embotellada en México en tiempos del COVID-19. *Agua y Territorio*, 23, 239-255. <https://doi.org/10.17561/at.23.6531>
- Neugebauer, S., Emara, Y., Hellerström, C., y Finkbeiner, M. (2017). Calculation of fair wage potentials along production supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 164, 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.172>
- Neumark, D., y Adams, S. (2003). Do living wage ordinances reduce urban poverty? *Journal of Human Resources*, 38(3), 490-521. <https://doi.org/10.2307/1558766>
- Nissen, B. (2000). Living wage campaigns from a “social movement” perspective: The Miami case. *Labor Studies Journal*, 25 (3), 29-50. <https://doi.org/10.1177/0160449X0002500302>
- Office of the United States Trade Representative [USTR]. (2019). *Estimated Impact of the United States Mexico-Canada Agreement (Usmca) on The U.S. Automotive Sector*. <https://ustr.gov/sites/default/files/files/Press/Releases/USTR%20USMCA%20Autos%20White%20Paper.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. UN. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pérez, A., y Palacios, B. (2022). *Sistema mexicano de alimentos equivalentes* (5ª ed.). Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
- Pollin, R. (2002). What is a living wage? Considerations from Santa Monica, California. *Review of Radical Political Economics*, 34 (1), 59-86. [https://doi.org/10.1016/S0486-6134\(02\)00167-5](https://doi.org/10.1016/S0486-6134(02)00167-5)
- Prasch, R. E., y Sheth, F. A. (1999). The economics and ethics of minimum wage legislation. *Review of Social Economy*, 57 (2), 243-259. <https://doi.org/10.1080/003467699000000017>
- Quiñones, L., y Cueva, M. (2020). Formulación de dietas alimenticias para niños de la región Cajamarca, empleando programación lineal. *Revista Pakamuros*, 8(4), 78-89. <https://doi.org/10.37787/59vwa778>
- Rahmandad, H., y Ton, Z. (2020). If higher pay is profitable, why is it so rare? Modeling competitive interaction and pay-performance linkages. *Organization Science*, 31(4), 800-824. <https://doi.org/10.1287/orsc.2019.1347>
- Reynolds, D. (2001). Living wage campaigns as social movements: Experiences from nine cities. *Labor Studies Journal*, 26(2), 31-52. <https://doi.org/10.1177/0160449X0102600203>
- Rocabois, A., Tompa, O., Vieux, F., Maillot, M., y Gazan, R. (2022). Diet optimization for sustainability: INDIGOO, an innovative population objectives. *Sustainability*, 14(19), 12667. <https://doi.org/10.3390/su141912667>
- Rosenthal, R. (2008). *GAMS: A user's guide*. GAMS Development Corporation.
- Sánchez, K. E., y García-Jiménez, H. (2024). Salario digno en la industria automotriz terminal en México: El caso de BMW en San Luis Potosí. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 55(218), 63-88. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2024.218.70143>
- Samuelson, P., y Nordhaus, W. (2010). *Economía con aplicaciones a Latinoamérica* (19ª ed.). McGraw-Hill.
- Schulten, T., y Müller, T. (2019). What's in a name? From minimum wages to living wages in Europe. *Transfer*, 25 (3), 291-306. <https://doi.org/10.1177/1024258919873989>
- Secretaría de Salud. (2015). *La Secretaría de Salud recomienda ingerir dos litros de agua al día*. <https://www.gob.mx/salud/prensa/la-secretaria-de-salud-recomienda-ingerir-dos-litros-de-agua-al-dia>
- Secretaría de Salud. (2023). *Guías alimentarias 2023 para la población mexicana*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/promosalud/documentos/guias-alimentarias-para-la-poblacion-mexicana?state=published>
- Stellantis Media. (2025). *Planta Ensamble Toluca*. <https://media.stellantisnorthamerica.com/newsrelease.do?id=19686ymid=904>
- Swartz, H., y Vasi, I. B. (2011). Which U.S. cities adopt living wage ordinances? Predicting adoption patterns in a diffusion model. *Urban Affairs Review*, 47 (5), 743-775. <https://doi.org/10.1177/1078087411412733>
- Tomczak, S. M., y Rofuth, T. W. (2015). Full employment as a permanent policy response to poverty: A global social work perspective. *Journal of Community Practice*, 23 (3), 329-347. <https://doi.org/10.1080/10705422.2015.1091802>
- Universidad de Cádiz [UCA]. (s. f.). *Problemas de dietas. Proyecto Mercury*. <https://knuth.uca.es/moodle/mod/page/view.php?id=4498>
- Vadean, F., y Allan, S. (2021). The effects of minimum wage policy on the long-term career progression of low-wage workers. *British Journal of Industrial Relations*, 59 (4), 521-544. <https://doi.org/10.1111/bjir.12572>
- Wexler, S., Kim, S., Engel, R. J., Woo, J., y Shook, J. J. (2024). Can workers and their families live on a living wage? *Journal of Sociology and Social Welfare*, 50 (4), 3-30. <https://doi.org/10.15453/0191-5096.4746>
- Winston, W. (2004). *Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos* (4ª ed.). Thomson Learning.
- Wirawan, N., Fahmida, U., Purwestri, R., Timan, I., y Hegar, B. (2022). Development of food multi-mix using a linear programming approach to fill the nutrient gap of amino acids and micronutrients for stunted non-wasted children. *Foods*, 12 (64), 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods12010064>
- Zuberi, D. (2011). Contracting out hospital support jobs: The effects of poverty wages, excessive workload,

and job insecurity on work and family life. *American Behavioral Scientist*, 55 (7), 920-940. <https://doi.org/10.1177/0002764211407835>