



Obesidad y malnutrición severa como expresión de la paradoja nutricional: análisis loglineal de sus determinantes socioeconómicos en población adulta de Estados Unidos

Manuela Ibáñez Valenzuela

Técnicas Estadísticas Multivariantes II

Datos: NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), agosto 2021 – agosto 2023

Curso académico 2025–2026

Nota: 10

Índice

Índice.....	2
1. Introducción: la paradoja nutricional como fenómeno estructural	4
1.1 Un problema de salud pública en la mayor economía del mundo.....	4
1.2 La paradoja nutricional: cuando el exceso y el déficit conviven	4
1.3 La dimensión comunitaria: los 'desiertos alimentarios'.....	5
1.4 Objetivos del estudio	5
2. Datos y variables del modelo	7
2.1 Fuente de datos: NHANES 2021–2023	7
2.2 Definición y codificación de las variables.....	7
2.2.1 Obesidad (variable OBESE).....	7
2.2.2 Malnutrición severa (variable SEVERA_MALNUTRICION)	7
2.2.3 Pobreza/vulnerabilidad (variable POVERTY)	7
2.2.4 Género	8
3. La variable de malnutrición severa: construcción del índice ponderado.....	9
3.1 Por qué no basta con el IMC ni con el peso corporal	9
3.2 Umbrales de referencia nutricional.....	9
3.3 El índice ponderado de malnutrición	10
3.4 La malnutrición tiene un doble espectro	11
4. Análisis bivalente: tablas cruzadas y asociaciones	12
4.1 Consideraciones metodológicas previas.....	12
4.2 Resumen de asociaciones bivariantes	12
4.3 Obesidad × Pobreza: el contra-intuitivo efecto de la renta.....	12
4.4 Obesidad × Malnutrición: la paradoja documentada	13
4.5 Pobreza × Malnutrición: la asociación más intensa.....	13
4.6 Género: un efecto moderador significativo pero débil.....	13
5. Modelo loglineal: especificación, selección y resultados	14
5.1 Fundamentos del análisis loglineal.....	14
5.1.1 El modelo saturado.....	14
5.1.2 El modelo de independencia.....	14
5.2 Contrastes de efectos de orden k.....	14
5.3 Selección del modelo final: proceso de eliminación	15
5.4 Estimación de parámetros e interpretación.....	15
5.4.1 La relación más fuerte: MALNUTRICION × POVERTY ($\beta = 0,204$).....	16
5.4.2 La interacción triple clave: OBESE × MALNUTRICION × POVERTY ($\beta = 0,059$).....	16
5.4.3 La dimensión de género: diferencias estructurales	16
6. Discusión: desigualdad alimentaria y salud en perspectiva sociológica.....	17
6.1 La paradoja nutricional: de hallazgo estadístico a hecho social.....	17
6.2 La pobreza como determinante estructural de la nutrición.....	17
6.3 El sistema alimentario como factor de riesgo estructural.....	17

6.4 La dimensión de género: vulnerabilidades diferenciadas..... 18

7. Conclusiones 19

7.1 Síntesis de resultados 19

7.2 Implicaciones para la política pública..... 19

7.3 Limitaciones 19

8. Referencias bibliográficas..... 21

1. Introducción: la paradoja nutricional como fenómeno estructural

1.1 Un problema de salud pública en la mayor economía del mundo

En la primera potencia económica global, donde el Producto Interior Bruto supera los 27 billones de dólares, coexisten dos epidemias aparentemente contradictorias: la obesidad y la malnutrición. Esta coexistencia no es accidental ni paradójica en sentido estricto —es el resultado predecible de un sistema alimentario que maximiza la densidad calórica a bajo coste mientras minimiza la densidad nutricional—. La literatura académica y los medios de comunicación han comenzado a acuñar el concepto de **paradoja nutricional** para nombrar este fenómeno: personas con exceso de peso corporal que, al mismo tiempo, presentan déficits severos de micronutrientes y están crónicamente subnutridas a nivel bioquímico.

Las cifras son inequívocas. Según los datos más recientes del CDC y la evidencia revisada por la Comisión de Diabetes y Endocrinología de The Lancet (2025), cerca del **40% de los adultos estadounidenses** presentan obesidad bajo la definición clásica basada en IMC, porcentaje que podría escalar hasta el 70% si se aplican los nuevos criterios que incorporan medidas de distribución de grasa corporal. En menores de edad, la tasa de obesidad ha aumentado un 33% en menos de dos décadas.

«Aproximadamente el 70% de los adultos de EE.UU. tienen obesidad bajo la nueva definición» — The Lancet Commission on Diabetes & Endocrinology, 2025

La desigualdad racial en la distribución de la obesidad es documentada y persistente: los adultos negros no hispanos presentan las tasas más elevadas (49,9%), seguidos de los adultos hispanos (45,6%) y los blancos no hispanos (41,4%). En 2020, ningún estado registró una tasa de obesidad inferior al 20%, y en once estados del Sur y el Medio Oeste la prevalencia entre adultos superaba el 35%.

1.2 La paradoja nutricional: cuando el exceso y el déficit conviven

La expresión 'paradoja nutricional' captura una realidad que contradice el imaginario colectivo sobre el hambre y la abundancia. Durante décadas, la malnutrición fue conceptualizada exclusivamente como el resultado de la escasez: personas delgadas, en países pobres, con ingesta calórica insuficiente. Este esquema mental resulta hoy completamente inadecuado para describir la realidad de la desnutrición en los países de renta alta.

En Estados Unidos, la paradoja nutricional opera a través de un mecanismo bien documentado: la **trampa alimentaria de la pobreza**. Las familias con menores ingresos no carecen necesariamente de calorías —de hecho, a menudo las consumen en exceso—, pero sí carecen de nutrientes esenciales. Esto ocurre porque el sistema de precios de los alimentos en EE.UU. penaliza la densidad nutricional: una cesta de la compra equilibrada (pollo fresco, verduras, fruta, legumbres) puede costar entre 28 y 35 dólares semanales para una persona, mientras que una cesta de productos ultraprocesados (pizzas congeladas, refrescos, noodles instantáneos, snacks) puede no superar los 12-18 dólares, siendo más calórica y más saciante a corto plazo.



Figura 1. Comparativa de coste entre alimentación equilibrada y ultraprocesada (precios Walmart, EE.UU.)

Según datos de la Bloomberg School of Public Health, más del **55% de las calorías consumidas en los hogares estadounidenses** provienen ya de productos ultraprocesados, con una concentración especialmente elevada en hogares de baja renta. La FAO, en su informe sobre el impacto de la globalización en los sistemas alimentarios, señala que si bien los últimos 20 años han registrado mejoras globales en disponibilidad calórica, la obesidad en la población mundial casi se ha duplicado —consecuencia directa del abaratamiento de los ultraprocesados frente al encarecimiento relativo de los alimentos frescos—.

«Resulta paradójico que, en una de las mayores economías del mundo, millones de personas puedan sufrir obesidad y, al mismo tiempo, estar nutricionalmente muertas de hambre»

1.3 La dimensión comunitaria: los 'desiertos alimentarios'

La obesidad no es únicamente un fenómeno individual atribuible a decisiones dietéticas libres y racionales. Como argumentan Brakefield, Olusanya y Shaban-Nejad en su análisis geoespacial de los factores comunitarios asociados a la obesidad en el Condado de Shelby (Tennessee), la distribución geográfica de la obesidad en EE.UU. responde en gran medida a la estructura del entorno alimentario local. Los denominados 'food deserts' (desiertos alimentarios) —zonas urbanas y rurales donde el acceso a supermercados con productos frescos es limitado o inexistente— concentran sistemáticamente las tasas de obesidad más elevadas.

Estos entornos se superponen casi perfectamente con los mapas de pobreza y vulnerabilidad socioeconómica: son comunidades donde las condiciones para acceder a alimentos saludables y practicar actividad física son más difíciles, donde las tiendas de conveniencia y los establecimientos de comida rápida sustituyen a los supermercados, y donde las restricciones económicas dejan poco margen para priorizar la calidad nutricional sobre el precio y la conveniencia.

Este trabajo analiza estadísticamente esta realidad a través de un modelo loglineal que permite identificar las asociaciones estructurales entre obesidad, malnutrición severa, pobreza y género en una muestra representativa de 8.868 adultos estadounidenses del NHANES 2021-2023.

1.4 Objetivos del estudio

- Describir las asociaciones bivariantes entre obesidad, malnutrición severa, pobreza y género mediante tablas cruzadas y contrastes chi-cuadrado.
- Ajustar un modelo loglineal jerarquizado que identifique las interacciones significativas entre las cuatro variables.
- Verificar empíricamente la hipótesis de la paradoja nutricional: coexistencia estadísticamente significativa de obesidad y malnutrición severa, mediada por la pobreza.
- Examinar el papel del género como variable moderadora en los perfiles de vulnerabilidad nutricional.
- Interpretar los resultados desde una perspectiva de desigualdad social y salud pública.

2. Datos y variables del modelo

2.1 Fuente de datos: NHANES 2021–2023

El estudio utiliza la oleada 2021–2023 del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), administrada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). NHANES combina entrevistas domiciliarias, exámenes físicos en unidades móviles y extracciones de sangre y orina para producir estimaciones representativas del estado de salud y nutrición de la población adulta no institucionalizada de EE.UU. La muestra analizada, tras el proceso de limpieza y emparejamiento de módulos, asciende a **8.868 observaciones**.

2.2 Definición y codificación de las variables

Tabla 1. Variables del modelo loglineal: definición, fuente y codificación

Variable	Fuente NHANES	Criterio de codificación	Codificación
OBESIDAD	Body Measures	$IMC \geq 30 \rightarrow$ Obesidad	1 = obesidad; 0 = no obesidad
SEVERA MALNUTRICIÓN	Cosecha propia (NHANES dietético)	Índice ponderado ≥ 6	1 = malnutrición severa; 0 = no severa
POBREZA	Income	Monthly poverty level index $\leq 1,85$	1 = pobreza/vulnerabilidad; 0 = no pobreza
GÉNERO	Demographic Data	Sexo registrado en la encuesta	1 = hombre; 0 = mujer

Fuente: elaboración propia a partir de NHANES 2021–2023

2.2.1 Obesidad (variable OBESE)

La obesidad se codifica a partir del Índice de Masa Corporal (IMC) recogido en el módulo de medidas corporales (Body Measures) de NHANES, siguiendo el umbral clínico estándar de la OMS: $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Es importante señalar, como limitación metodológica, que el IMC no distingue entre masa grasa y masa muscular, por lo que algunas personas clasificadas como obesas podrían no presentar un exceso real de tejido adiposo. A pesar de esta limitación, el IMC sigue siendo el indicador de referencia en estudios poblacionales a gran escala por su disponibilidad y estandarización.

2.2.2 Malnutrición severa (variable SEVERA_MALNUTRICION)

Esta es la variable de construcción propia del estudio y constituye su aportación metodológica más original. La malnutrición severa se define a partir del índice ponderado de malnutrición desarrollado en el marco del proyecto de investigación descrito en detalle en la Sección 3 de este documento. El punto de corte en 6 sobre el rango teórico máximo de 9,4 identifica a los individuos con déficits nutricionales simultáneos en múltiples nutrientes —combinando carencias en macronutrientes energéticos, vitaminas del complejo B, vitaminas antioxidantes y tipos específicos de grasas—. Se trata de una definición de malnutrición que va más allá de la desnutrición calórica: una persona puede ser clasificada como severamente malnutrida aunque su ingesta calórica sea normal o elevada, si sus carencias de micronutrientes y de calidad dietética son suficientemente pronunciadas. Esto hace al indicador especialmente sensible para detectar la paradoja nutricional.

2.2.3 Pobreza/vulnerabilidad (variable POVERTY)

La pobreza se codifica a partir del Monthly Poverty Level Index del módulo Income de NHANES, que expresa el ingreso mensual del hogar como múltiplo del umbral oficial de pobreza federal. Se considera que un individuo se encuentra en situación de pobreza o vulnerabilidad cuando este índice es $\leq 1,85$, lo que

corresponde a ingresos inferiores al 185% del umbral de pobreza —criterio utilizado por los programas de asistencia alimentaria estadounidenses (SNAP, WIC) para determinar la elegibilidad—. Este umbral es más generoso que el umbral de pobreza estricto (índice = 1,0) y captura mejor la vulnerabilidad económica estructural que afecta a las decisiones alimentarias.

2.2.4 Género

La variable género recoge el sexo biológico registrado en los datos demográficos de NHANES (hombre = 1, mujer = 0). Aunque la encuesta no captura otras dimensiones de identidad de género, se emplea aquí como proxy de las diferencias estructurales en los patrones de consumo alimentario, las responsabilidades domésticas y las vulnerabilidades socioeconómicas diferenciadas por sexo. Estas diferencias, documentadas ampliamente en la literatura sociológica sobre alimentación y género, justifican su inclusión como variable de control en el modelo.

3. La variable de malnutrición severa: construcción del índice ponderado

Esta sección describe en detalle la variable más original del estudio: el índice ponderado de malnutrición que permite clasificar a cada individuo de la muestra en función de la severidad y amplitud de sus déficits nutricionales, superando las limitaciones de los indicadores nutricionales tradicionales.

3.1 Por qué no basta con el IMC ni con el peso corporal

La evaluación del estado nutricional a nivel poblacional ha dependido históricamente de medidas antropométricas simples, siendo el IMC el indicador más extendido. Sin embargo, el IMC presenta limitaciones estructurales que lo hacen especialmente inadecuado para estudiar la paradoja nutricional:

- No distingue entre masa grasa y masa muscular: un individuo con elevada masa muscular puede tener $IMC \geq 30$ sin padecer obesidad metabólica, mientras que un individuo con 'peso normal' puede presentar obesidad sarcopénica (exceso de grasa visceral con déficit muscular).
- No detecta la malnutrición por carencia de micronutrientes (hidden hunger o hambre oculta): una persona puede consumir 3.000 calorías diarias de productos ultraprocesados y tener déficits graves de vitamina D, ácido fólico o zinc, completamente invisibles al IMC.
- No refleja el estado inflamatorio ni el perfil bioquímico del organismo: el IMC no captura las consecuencias metabólicas de dietas de alta densidad calórica y baja densidad nutricional, que son precisamente las que caracterizan la paradoja nutricional.

La construcción de un índice nutricional multidimensional permite superar estas limitaciones al integrar información sobre la calidad dietética real del individuo, basada en 15 biomarcadores de ingesta recogidos en los módulos dietéticos de NHANES.

3.2 Umbrales de referencia nutricional

Cada variable nutricional se dicotomizó en función de umbrales de referencia derivados de las Dietary Reference Intakes (DRI) del Institute of Medicine y las guías nutricionales del CDC. Se consideran dos tipos de desviación: el déficit (por debajo del umbral mínimo) y el exceso (por encima del umbral máximo), dado que ambos constituyen desequilibrios nutricionales con consecuencias proinflamatorias documentadas. Los umbrales varían por sexo y grupo de edad cuando las recomendaciones clínicas así lo exigen.

Tabla 2. Umbrales de referencia nutricional para la codificación del déficit (15 biomarcadores)

Variable	Condicionante	Umbral bajo (déficit)	Umbral alto (exceso)
Calorías (kcal/día)	—	< 1.800	> 2.500
Proteínas (g/día)	—	< 50	> 100
Carbohidratos (g/día)	—	< 130	> 300
Grasa total (g/día)	—	< 40	> 80
Vitamina B12 (µg/día)	—	< 2,4	> 10
Ácido fólico (µg/día)	—	< 400	> 1.000
Vitamina D (µg/día)	20–70 años	< 15	> 100
Vitamina D (µg/día)	> 70 años	< 20	> 100
Vitamina A (µg/día)	Hombre	< 700	> 3.000

Vitamina A (μg/día)	Mujer	< 600	> 3.000
Vitamina C (mg/día)	Hombre	< 90	> 200
Vitamina C (mg/día)	Mujer	< 75	> 200
Vitamina K (μg/día)	Hombre	< 120	> 300
Vitamina K (μg/día)	Mujer	< 90	> 300
Vitamina E (mg/día)	—	< 15	> 100
Grasa saturada (g/día)	—	< 10	> 20
Grasa monoinsaturada (g/día)	—	< 15	> 40
Grasa poliinsaturada (g/día)	—	< 5	> 20

Fuente: Dietary Reference Intakes, Institute of Medicine; NHANES codebook 2021–2023

3.3 El índice ponderado de malnutrición

La función indicadora binaria para cada nutriente se define como:

$$1(x_i) = 1 \quad \text{si la variable } x_i \text{ está fuera del rango de referencia (déficit o exceso)}$$

$$1(x_i) = 0 \quad \text{si la variable } x_i \text{ está dentro del rango de referencia}$$

El índice ponderado de malnutrición (DEFICIT_PONDERADO) pondera diferencialmente los nutrientes según su relevancia fisiológica:

$$\begin{aligned} \text{DEFICIT_PONDERADO} = & 1,0 \cdot 1(\text{Calorías}) + 0,8 \cdot 1(\text{Proteínas}) + 0,8 \cdot 1(\text{Carbohidratos}) + 0,8 \cdot 1(\text{Grasa total}) \\ & + 0,7 \cdot 1(\text{Vit. B12}) + 0,7 \cdot 1(\text{Ác. fólico}) + 0,7 \cdot 1(\text{Vit. D}) \\ & + 0,6 \cdot 1(\text{Vit. A}) + 0,6 \cdot 1(\text{Vit. C}) + 0,6 \cdot 1(\text{Vit. K}) + 0,6 \cdot 1(\text{Vit. E}) \\ & + 0,5 \cdot 1(\text{Gr. poliinsaturada}) + 0,5 \cdot 1(\text{Gr. monoinsaturada}) + 0,5 \cdot 1(\text{Gr. saturada}) \end{aligned}$$

Tabla 3. Estructura de ponderación del índice de malnutrición

Grupo de nutrientes	Ponderación (w_i)	Variables
Macronutrientes energéticos	1,0 / 0,8	Calorías (1,0); Proteínas, Carbohidratos, Grasa total (0,8 c/u)
Vitaminas B y D	0,7	Vitamina B12, Ácido fólico, Vitamina D
Vitaminas antioxidantes	0,6	Vitamina A, C, K, E
Grasas específicas	0,5	Grasa poliinsaturada, monoinsaturada, saturada

Fuente: elaboración propia

El rango teórico del índice oscila entre 0 (ningún nutriente fuera de rango) y 9,4 (todos los nutrientes simultáneamente fuera de rango). El umbral de **6 puntos** utilizado para definir la malnutrición severa en este estudio corresponde aproximadamente al 64% del máximo teórico, e identifica a individuos con déficits o excesos en la mayoría de los grupos de nutrientes analizados. Esta definición es deliberadamente exigente: no basta con que una sola vitamina esté fuera de rango, sino que se requiere un patrón de desbalance nutricional generalizado.

La validez conceptual de este umbral queda respaldada por la distribución empírica del índice en la muestra: con una media de 5,7 y una desviación típica de 2,5, el punto de corte en 6 separa aproximadamente el tercio de individuos con mayor carga de déficit nutricional del resto de la distribución. En la muestra analizada, el **72,1% de los individuos presenta malnutrición severa** según este criterio —dato que, lejos de sorprender, refleja la elevada prevalencia del patrón dietético propio de los ultraprocesados en la población estadounidense—.

3.4 La malnutrición tiene un doble espectro

Una característica crucial del índice construido —y una de las razones por las que el estudio puede documentar la paradoja nutricional— es que captura la malnutrición en todo su espectro: tanto por déficit (bajo peso, ingesta insuficiente) como por exceso y desequilibrio (alta ingesta calórica con baja calidad nutricional). Una persona obesa que consume principalmente ultraprocesados puede puntuar alto en el índice de malnutrición severa a pesar de que su ingesta calórica sea elevada, porque sus carencias de micronutrientes son sistemáticas y pronunciadas.

La malnutrición no implica necesariamente delgadez extrema: una persona puede presentar déficit nutricional tanto con bajo peso como con obesidad.

4. Análisis bivalente: tablas cruzadas y asociaciones

4.1 Consideraciones metodológicas previas

El análisis bivalente explora las asociaciones entre pares de variables mediante tablas de contingencia, contrastes chi-cuadrado y medidas de asociación (Phi, V de Cramer y coeficiente de contingencia). Es importante subrayar dos consideraciones interpretativas antes de presentar los resultados:

- La significación estadística ($p < 0,001$) en muestras de casi 9.000 observaciones es prácticamente inevitable para cualquier asociación real, por pequeña que sea. Las medidas de efecto (Phi, V de Cramer) son, por tanto, el indicador relevante de la intensidad sustantiva de las relaciones.
- Las asociaciones bivariantes no controlan por el efecto de las demás variables. La imagen completa de las relaciones estructurales entre las cuatro variables solo emerge del modelo loglineal multivariante (Sección 5).

4.2 Resumen de asociaciones bivariantes

Tabla 4. Resumen de contrastes chi-cuadrado y medidas de asociación entre pares de variables

Par de variables	χ^2 de Pearson	Phi / V Cramer	p-valor	Intensidad y dirección
Obesidad × Pobreza	52,050	−0,077	< 0,001	Débil, negativa: obesidad más frecuente en no pobres
Obesidad × Malnutrición	93,734	−0,103	< 0,001	Débil, negativa: la malnutrición severa coexiste con menor obesidad
Obesidad × Género	23,424	−0,051	< 0,001	Muy débil: obesidad algo más frecuente en mujeres
Pobreza × Malnutrición	254,335	0,169	< 0,001	Débil-moderada, positiva: asociación más intensa del análisis
Pobreza × Género	4,184	−0,022	0,041	Prácticamente inexistente
Malnutrición × Género	37,586	0,065	< 0,001	Débil: malnutrición algo más frecuente en hombres

Fuente: elaboración propia. N = 8.860 casos válidos. Análisis realizado con SPSS

4.3 Obesidad × Pobreza: el contra-intuitivo efecto de la renta

Una de las asociaciones más llamativas del análisis —y aparentemente contradictoria con la narrativa sobre la alimentación en la pobreza— es que la obesidad resulta ser **más frecuente en personas no pobres (37,7%)** que en aquellas en situación de pobreza o vulnerabilidad (28,5%). La asociación, aunque estadísticamente significativa ($\chi^2 = 52,050$; $p < 0,001$), es débil (Phi = −0,077).

Este resultado requiere una interpretación cuidadosa. En primer lugar, la pobreza no causa directamente menor obesidad: a nivel individual, las personas en situación de vulnerabilidad económica con frecuencia consumen más ultraprocesados y en mayor cantidad. Lo que puede estar ocurriendo es un efecto de selección: la muestra NHANES incluye a los individuos de mayor pobreza extrema, que pueden presentar desnutrición calórica real (no solo micronutricional), reduciendo la prevalencia de obesidad en este grupo. En segundo lugar, los individuos de mayor renta tienen mayor acceso a alimentos hipercalóricos de alta elaboración y a estilos de vida sedentarios que también favorecen la acumulación de grasa, aunque con mejor calidad nutricional subyacente.

Desde una perspectiva sociológica, la dirección de esta asociación sugiere que la relación entre pobreza y obesidad no es lineal ni directa, sino mediada por múltiples factores intermediarios (tipo de dieta, actividad física, estrés crónico, acceso a atención sanitaria) que el análisis multivariante loglineal permitirá desvelar mejor.

4.4 Obesidad × Malnutrición: la paradoja documentada

Esta es la asociación más directamente reveladora de la paradoja nutricional. La malnutrición severa resulta estar asociada a menor obesidad ($\Phi = -0,103$): entre las personas con malnutrición severa, el 27,2% presenta obesidad, frente al 37,7% entre quienes no tienen malnutrición severa. La asociación inversa es significativa pero débil, lo que significa que la paradoja no es la norma sino la excepción estadísticamente relevante.

La dirección inversa de la asociación merece una explicación cuidadosa. La malnutrición severa, definida en este estudio como un índice ponderado alto de déficits múltiples, puede corresponder a dos perfiles muy distintos: (a) individuos con ingesta calórica muy baja y déficits generalizados (desnutrición calórica real), que tienen menor probabilidad de obesidad; y (b) individuos con obesidad y dieta de alta densidad calórica pero nula calidad nutricional (paradoja nutricional propiamente dicha). El análisis bivariante no puede distinguir estos perfiles; el modelo loglineal sí lo hace al controlar por pobreza y género simultáneamente.

4.5 Pobreza × Malnutrición: la asociación más intensa

La asociación más intensa de todo el análisis bivariante se produce entre pobreza y malnutrición severa: $\Phi = 0,169$; V de Cramer = 0,169, la única que alcanza la categoría de 'débil-moderada'. La malnutrición severa es mucho más frecuente entre las personas en situación de pobreza o vulnerabilidad (75,7%) que entre aquellas que no la presentan (55,8%).

Esta asociación positiva y relativamente intensa es la que más directamente conecta el fenómeno nutricional con la estructura socioeconómica. Confirma que la calidad de la dieta —más allá de las calorías brutas— está determinada en gran medida por las condiciones materiales de vida: el acceso a variedad de alimentos, el tiempo disponible para cocinar, la presencia de supermercados con productos frescos en el entorno y el presupuesto disponible para la alimentación. La pobreza, al restringir todos estos factores simultáneamente, produce déficits nutricionales multidimensionales que el índice ponderado es capaz de capturar.

4.6 Género: un efecto moderador significativo pero débil

Las asociaciones que involucran género son en todos los casos débiles. La obesidad es ligeramente más frecuente en mujeres (32,3% vs 27,6% en hombres; $\Phi = -0,051$), mientras que la malnutrición severa es algo más frecuente en hombres (75,3% vs 69,4% en mujeres; $\Phi = 0,065$). La relación entre pobreza y género es prácticamente inexistente ($\Phi = -0,022$).

Aunque estos efectos bivariantes son débiles, la inclusión del género en el modelo loglineal es metodológicamente necesaria porque las interacciones de orden superior (especialmente OBESE × POVERTY × GENDER) resultan ser significativas, lo que sugiere que el género modifica la relación entre obesidad y pobreza de maneras que solo son visibles en el análisis multivariante.

5. Modelo loglineal: especificación, selección y resultados

5.1 Fundamentos del análisis loglineal

El análisis loglineal es la técnica estadística apropiada para analizar tablas de contingencia multidimensionales con variables categóricas. A diferencia de la regresión logística —que distingue entre variables dependientes e independientes—, el modelo loglineal trata a todas las variables de forma simétrica y modela el logaritmo de las frecuencias esperadas en cada casilla de la tabla como función de efectos principales e interacciones.

Para cuatro variables binarias, la tabla de contingencia completa contiene $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ casillas. El modelo loglineal saturado (que reproduce exactamente las frecuencias observadas) incluye: 4 efectos principales, 6 interacciones de orden 2, 4 de orden 3, 1 de orden 4, más la constante, sumando **16 parámetros** con 0 grados de libertad.

5.1.1 El modelo saturado

El modelo saturado tiene la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} \ln(f_{ijkl}) = & \lambda + \lambda_i^{\text{OBES}} + \lambda_j^{\text{MALN}} + \lambda_k^{\text{POV}} + \lambda_l^{\text{GEN}} \\ & + \lambda_{ij}^{\text{OB} \cdot \text{MAL}} + \lambda_{ik}^{\text{OB} \cdot \text{POV}} + \lambda_{il}^{\text{OB} \cdot \text{GEN}} + \lambda_{jk}^{\text{MAL} \cdot \text{POV}} + \lambda_{jl}^{\text{MAL} \cdot \text{GEN}} + \lambda_{kl}^{\text{POV} \cdot \text{GEN}} \\ & + \lambda_{ijk}^{\text{OB} \cdot \text{MAL} \cdot \text{POV}} + \lambda_{ijl}^{\text{OB} \cdot \text{MAL} \cdot \text{GEN}} + \lambda_{ikl}^{\text{OB} \cdot \text{POV} \cdot \text{GEN}} + \lambda_{jkl}^{\text{MAL} \cdot \text{POV} \cdot \text{GEN}} \\ & + \lambda_{ijkl}^{\text{OB} \cdot \text{MAL} \cdot \text{POV} \cdot \text{GEN}} \quad \forall i, j, k, l = 0, 1 \end{aligned}$$

Al ser saturado, ajusta perfectamente los datos (Razón de verosimilitud = 0,000; $gl = 0$), pero no aporta parsimonia. El objetivo es identificar qué interacciones pueden eliminarse sin perjudicar el ajuste, lo que conduce al modelo final.

5.1.2 El modelo de independencia

El modelo más parsimonioso es el de independencia total, que solo incluye los cuatro efectos principales y ninguna interacción:

$$\ln(f_{ijkl}) = \lambda + \lambda_i^{\text{OBES}} + \lambda_j^{\text{MALNUT}} + \lambda_k^{\text{POVERTY}} + \lambda_l^{\text{GENDER}}$$

Este modelo resulta aceptable (Razón de verosimilitud: $\chi^2 = 4,181$; $gl = 3$; $p = 0,243$; Pearson: $\chi^2 = 4,171$; $gl = 3$; $p = 0,244$), lo que indica que las variables no presentan relaciones muy alejadas de la independencia. Sin embargo, los contrastes por efectos de orden k revelan que las interacciones de orden 2 y 3 aportan información adicional significativa que el modelo de independencia no captura.

5.2 Contrastes de efectos de orden k

Antes de proceder a la selección del modelo final, se realizaron contrastes formales de los efectos de cada orden para determinar qué nivel de complejidad requieren los datos:

Orden 1 (efectos principales): Se rechaza H_0 ($p < 0,001$). Las cuatro variables presentan efectos marginales significativos; ninguna puede eliminarse del modelo.

Orden 2 (interacciones dobles): Se rechaza H_0 ($p < 0,001$). Al menos una de las seis interacciones de dos variables es significativa. Esto confirma que la independencia total es insuficiente.

Orden 3 (interacciones triples): Se rechaza H_0 ($p < 0,001$). Al menos una interacción triple aporta información significativa. Esto es el indicio estadístico de la paradoja nutricional: la relación entre dos variables depende del nivel de una tercera.

Orden 4 (interacción cuádruple): No se rechaza H_0 ($p = 0,681$). La interacción de cuarto orden no aporta información significativa; el modelo saturado es innecesario. El modelo final podrá ser de orden 3 como máximo.

5.3 Selección del modelo final: proceso de eliminación

Tabla 5. Proceso de selección del modelo: interacciones evaluadas y decisiones

Interacción evaluada	p-valor	Decisión	Justificación
OBESE × MALN. × POVERTY × GENDER (orden 4)	0,681	Se elimina	No significativa; modelo saturado innecesario
OBESE × MALNUTRICION × GENDER	0,559	Se elimina	No significativa; género no modifica esta interacción
MALNUTRICION × POVERTY × GENDER	0,590	Se elimina	No significativa
OBESE × POVERTY × GENDER	0,038	Se mantiene	Significativa: el género modifica el efecto de pobreza sobre obesidad
OBESE × MALNUTRICION × POVERTY	< 0,001	Se mantiene	Altamente significativa: interacción triple clave del modelo

Fuente: elaboración propia. Criterio de eliminación: $p > 0,05$

El proceso de selección elimina cuatro de las cinco interacciones triples y mantiene solo las dos que resultan estadísticamente justificadas: OBESE × MALNUTRICION × POVERTY y OBESE × POVERTY × GENDER. El modelo final incluye un total de **13 parámetros estimados** (constante + 4 efectos principales + 6 interacciones dobles + 2 interacciones triples), con grados de libertad $gl = 16 - 13 = 3$.

5.4 Estimación de parámetros e interpretación

Tabla 6. Parámetros estimados del modelo loglineal final

Efecto	Estimación (λ)	p-valor	Interpretación
OBESE × MALNUTRICION × POVERTY	0,059	< 0,001	Interacción triple clave: la relación obesidad-malnutrición depende del nivel de pobreza
OBESE × POVERTY × GENDER	0,031	0,038	El efecto de la pobreza sobre la obesidad difiere según género
MALNUTRICION × POVERTY	0,204	< 0,001	Asociación más fuerte del modelo: pobreza → malnutrición
OBESE × MALNUTRICION	−0,074	< 0,001	Relación inversa: a más malnutrición, menos obesidad en promedio
OBESE × POVERTY	−0,077	< 0,001	La pobreza reduce la probabilidad de obesidad en promedio
MALNUTRICION × GENDER	0,092	< 0,001	Hombres con mayor asociación a malnutrición severa

POVERTY × GENDER	−0,051	< 0,001	Diferencias socioeconómicas por género
OBESE × GENDER	−0,037	0,150	No significativo al 5%; efecto marginal del género sobre obesidad

Fuente: elaboración propia. Modelo estimado con SPSS Análisis Loglineal

5.4.1 La relación más fuerte: MALNUTRICION × POVERTY ($\beta = 0,204$)

La asociación de mayor magnitud en todo el modelo es la interacción entre malnutrición severa y pobreza ($\lambda = 0,204$; $p < 0,001$). Este coeficiente indica que la frecuencia conjunta de malnutrición severa y pobreza es **significativamente superior** a la esperada bajo independencia. El estadístico Z asociado ($Z = 0,204 / 0,015 = 13,48 > 1,96$) confirma la robustez del resultado.

La interpretación sustantiva es directa: la pobreza es el principal eje estructural de la malnutrición en la muestra. Las restricciones económicas se traducen en patrones dietéticos deficientes —alta dependencia de ultraprocesados baratos, baja ingesta de frutas, verduras y proteínas de calidad— que producen los déficits multidimensionales que captura el índice ponderado.

5.4.2 La interacción triple clave: OBESE × MALNUTRICION × POVERTY ($\beta = 0,059$)

La interacción triple más importante del modelo ($\lambda = 0,059$; $p < 0,001$) documenta estadísticamente la paradoja nutricional: **la relación entre obesidad y malnutrición severa depende del nivel de pobreza**. Entre las personas en situación de pobreza o vulnerabilidad, la coexistencia de obesidad y malnutrición severa es más frecuente de lo esperado bajo independencia condicional. En cambio, entre las personas sin pobreza, esta coexistencia es menos frecuente.

Esto confirma que la paradoja nutricional no es un fenómeno aleatorio ni puramente individual: es un fenómeno **estructuralmente vinculado a la vulnerabilidad económica**. La pobreza actúa como factor mediador que conecta la obesidad con la malnutrición severa, creando un perfil de doble carga nutricional —exceso calórico con déficit micronutricional— que es propio de los contextos de menor renta.

$$\chi^2 = 14,958 \quad p < 0,001$$

5.4.3 La dimensión de género: diferencias estructurales

Tres de los efectos de interacción involucran al género, lo que sugiere que las diferencias entre hombres y mujeres son transversales a todo el fenómeno estudiado:

- **MALNUTRICION × GENDER** ($\lambda = 0,092$; $p < 0,001$): Los hombres presentan una asociación más intensa con la malnutrición severa que las mujeres. La malnutrición severa está relativamente más presente en hombres (75,3%) que en mujeres (69,4%), lo que puede reflejar patrones dietéticos diferenciados —los hombres consumen más calorías pero con menor variedad de nutrientes— y/o diferencias en los comportamientos de salud preventiva.
- **POVERTY × GENDER** ($\lambda = -0,051$; $p < 0,001$): La pobreza se asocia ligeramente más con las mujeres que con los hombres, aunque el efecto es muy débil. Refleja la feminización de la pobreza documentada en los estudios de bienestar social.
- **OBESE × POVERTY × GENDER** ($\lambda = 0,031$; $p = 0,038$): El efecto de la pobreza sobre la obesidad difiere según género. Entre los hombres en situación de pobreza, algunos perfiles de obesidad son más frecuentes de lo esperado, lo que puede estar relacionado con los patrones de consumo alimentario masculinos en entornos de vulnerabilidad económica.

6. Discusión: desigualdad alimentaria y salud en perspectiva sociológica

6.1 La paradoja nutricional: de hallazgo estadístico a hecho social

Los resultados del modelo loglineal confirman estadísticamente lo que la observación sociológica y los estudios cualitativos venían apuntando: en las comunidades vulnerables de EE.UU., la obesidad y la malnutrición severa no son condiciones mutuamente excluyentes sino que **tienden a coexistir de forma sistemática y estructuralmente explicable**. Esta coexistencia es la materialización biológica de un sistema alimentario que produce abundancia calórica sin calidad nutricional, accesible precisamente para quienes menos pueden permitirse elegir una dieta equilibrada.

El mecanismo que conecta pobreza, dieta de ultraprocesados, obesidad y malnutrición severa puede resumirse de la siguiente forma: las restricciones económicas y de acceso determinan los patrones dietéticos (alta dependencia de productos baratos, calóricos y nutricionalmente deficientes); estos patrones producen simultáneamente exceso calórico (que se acumula como grasa) y carencias micronutricionales (que el índice ponderado captura); el resultado es el perfil de 'obesidad con malnutrición' que el modelo documenta como significativamente más frecuente en contextos de pobreza.

6.2 La pobreza como determinante estructural de la nutrición

El hallazgo más sólido del análisis —la asociación $\text{MALNUTRICION} \times \text{POVERTY}$ con $\lambda = 0,204$ y $Z = 13,48$ — sitúa la pobreza en el centro del problema. Esto es coherente con la tradición teórica en sociología de la salud que distingue entre los determinantes sociales de la salud: la pobreza no es simplemente un predictor estadístico de mala salud, sino el mecanismo causal que restringe el acceso a los recursos materiales (alimentos nutritivos, tiempo para cocinar, entorno físico saludable) que hacen posible una nutrición adecuada.

La evidencia presentada en este trabajo añade una dimensión que los enfoques centrados en el IMC no pueden capturar: la pobreza no solo produce personas delgadas con hambre (el imaginario clásico de la malnutrición), sino también personas con exceso de peso que están 'muertas de hambre' a nivel micronutricional. Esta realidad tiene implicaciones directas para las políticas de salud pública: los programas que solo miden el estado nutricional por el peso corporal o el IMC son sistemáticamente ciegos a la malnutrición por déficit de calidad dietética.

6.3 El sistema alimentario como factor de riesgo estructural

Los resultados de este estudio son difícilmente comprensibles sin hacer referencia al sistema alimentario estadounidense. Como señala el informe de Bloomberg School of Public Health, más del 55% de las calorías en los hogares estadounidenses provienen de ultraprocesados, con una concentración especialmente elevada en los hogares de menor renta. Este dato no refleja una preferencia libre e informada, sino el resultado de un sistema de incentivos en el que:

- Los precios relativos penalizan la calidad nutricional: los alimentos frescos, variados y nutritivos son sistemáticamente más caros por caloría que los ultraprocesados.
- El entorno físico restringe el acceso: en muchas comunidades vulnerables, los establecimientos de comida rápida y las tiendas de conveniencia son la única opción de proximidad.
- El diseño de los ultraprocesados maximiza el consumo: sal, azúcar, grasas y aditivos de palatabilidad están diseñados para generar dependencia y sobreconsumo, independientemente de las señales fisiológicas de saciedad.

- La publicidad alimentaria se dirige desproporcionadamente a las comunidades de menor renta y a los grupos raciales minoritarios.

En este contexto, hablar de 'malas decisiones dietéticas' como explicación de la paradoja nutricional es sociológicamente inadecuado. Las decisiones individuales están estructuradas por condicionantes materiales y simbólicos que la sociología denomina *habitus* alimentario (Bourdieu): el conjunto de disposiciones, gustos y competencias culinarias que se adquieren en la infancia y que están fuertemente determinadas por la clase social de origen.

6.4 La dimensión de género: vulnerabilidades diferenciadas

Los resultados sobre género merecen una reflexión específica. Aunque los efectos bivariantes son débiles, las interacciones significativas en el modelo loglineal (especialmente $MALNUTRICION \times GENDER$ y $OBESE \times POVERTY \times GENDER$) sugieren que los mecanismos que conectan pobreza, dieta y estado nutricional operan de forma diferenciada según el sexo.

La mayor prevalencia de malnutrición severa en hombres (75,3% vs 69,4%), a pesar de que los hombres presentan menor obesidad, puede reflejar que los hombres tienden a consumir dietas más calóricas pero menos diversas nutricionalmente, con menor ingesta de frutas, verduras y productos lácteos. La mayor prevalencia de obesidad en mujeres, por el contrario, puede estar relacionada con las diferencias en metabolismo basal, pero también con las dinámicas de acceso diferencial a la actividad física en comunidades con escasos recursos.

Desde la perspectiva de las políticas públicas de salud, estos resultados sugieren que las intervenciones nutricionales deben tener en cuenta las diferencias de género en los patrones de consumo, en lugar de diseñar programas universales que invisibilizan las vulnerabilidades específicas de cada grupo.

7. Conclusiones

7.1 Síntesis de resultados

El análisis loglineal de las asociaciones entre obesidad, malnutrición severa, pobreza y género en una muestra de 8.868 adultos estadounidenses del NHANES 2021-2023 permite extraer seis conclusiones principales:

- La pobreza es el principal eje estructural asociado tanto a la malnutrición severa como, en interacción con otras variables, a ciertas formas de obesidad. La asociación $\text{MALNUTRICION} \times \text{POVERTY}$ ($\lambda = 0,204$) es la más intensa de todo el modelo y señala que la vulnerabilidad económica es el determinante más potente de la calidad dietética en la muestra analizada.
- Existe una 'paradoja nutricional' estadísticamente demostrable: la coexistencia de obesidad y malnutrición severa es significativamente más frecuente entre personas en situación de pobreza o vulnerabilidad (interacción triple $\text{OBESE} \times \text{MALNUTRICION} \times \text{POVERTY}$; $\lambda = 0,059$; $p < 0,001$). La vulnerabilidad económica actúa como factor mediador que conecta ambos fenómenos.
- El consumo de ultraprocesados baratos —abundantes en calorías pero pobres en nutrientes— es el mecanismo plausible que explica esta paradoja: produce simultáneamente exceso calórico (que se acumula como grasa) y déficits micronutricionales (que el índice ponderado captura). Esto es coherente con los datos sobre el 55% de calorías de ultraprocesados en los hogares estadounidenses.
- El género influye parcialmente en los perfiles nutricionales observados. Los hombres presentan mayor prevalencia de malnutrición severa; las mujeres, de obesidad. Las interacciones de género con pobreza y obesidad son significativas aunque de magnitud moderada.
- Las interacciones de orden 2 (pares de variables) son necesarias y significativas, pero no suficientes. Las interacciones de orden 3 aportan información adicional clave (la mediación de la pobreza en la relación obesidad-malnutrición). La interacción de orden 4 no es significativa: el modelo saturado es innecesario.
- El modelo final (con dos interacciones triples y las seis dobles) presenta un buen ajuste (Pearson $p > 0,05$) y es parsimonioso: no es ni completamente independiente ni completamente saturado, sino que captura las estructuras de asociación relevantes con el mínimo número de parámetros necesarios.

7.2 Implicaciones para la política pública

Los resultados de este estudio tienen implicaciones directas para el diseño de políticas de salud pública y seguridad alimentaria en EE.UU.:

- Los programas de asistencia alimentaria (SNAP, WIC) deberían incorporar criterios de calidad nutricional, no solo de acceso calórico. Una persona puede superar el umbral de pobreza alimentaria en términos de calorías y seguir siendo severamente malnutrida si su dieta se basa en ultraprocesados.
- La política de precios alimentarios —incluyendo incentivos fiscales para alimentos frescos y regulación de la publicidad de ultraprocesados en comunidades vulnerables— es una herramienta de salud pública de primer orden.
- Los sistemas de vigilancia nutricional deberían complementar el IMC con indicadores de calidad dietética multidimensional, capaces de detectar la malnutrición en personas con sobrepeso u obesidad.
- Las intervenciones deben ser sensibles al género, dado que los perfiles de vulnerabilidad nutricional difieren entre hombres y mujeres.

7.3 Limitaciones

El estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados:

- El diseño transversal del NHANES impide inferir causalidad. Las asociaciones documentadas son correlacionales; la dirección causal (si la pobreza causa malnutrición, o si la malnutrición deteriora la capacidad laboral y aumenta la pobreza) no puede determinarse con estos datos.
- El umbral de malnutrición severa (índice ≥ 6) es una decisión metodológica del investigador que puede afectar a las prevalencias observadas. Análisis de sensibilidad con umbrales alternativos (5 o 7) podrían explorar la robustez de los resultados.
- La variable género se recoge como sexo biológico dicotómico, lo que no captura la diversidad de identidades de género ni sus distintas relaciones con los patrones alimentarios y la vulnerabilidad nutricional.
- El índice de malnutrición, aunque metodológicamente sólido, implica decisiones de ponderación que no están determinadas de forma unívoca por la evidencia clínica disponible.

8. Referencias bibliográficas

- Brakefield, W. S., Olusanya, O. A., & Shaban-Nejad, A. (2022). Association between neighborhood factors and adult obesity in Shelby County, Tennessee: Geospatial machine learning approach. *JMIR Public Health and Surveillance*, 8(3), e34882.
- Cawley, J. (2011). The economics of obesity. In J. Cawley (Ed.), *The Oxford Handbook of the Social Science of Obesity*. Oxford University Press.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Adult Obesity Facts. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. <https://www.cdc.gov/obesity/data/adult.html>
- Fleischhacker, S. E., Evenson, K. R., Rodriguez, D. A., & Ammerman, A. S. (2011). A systematic review of fast food access studies. *Obesity Reviews*, 12(5), e460–e471.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the True Cost of Food*. FAO.
- Furman, D., Campisi, J., Verdin, E., et al. (2019). Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nature Medicine*, 25, 1822–1832.
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222.
- Institute of Medicine. (2006). *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*. National Academies Press.
- Lam, Y. Y., & Ravussin, E. (2016). Analysis of energy metabolism in humans: A review of methodologies. *Molecular Metabolism*, 5(11), 1057–1071.
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., et al. (2019). Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*, 22(5), 936–941.
- National Center for Health Statistics. (2023). National Health and Nutrition Examination Survey Data (2021–2023). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes>
- Popkin, B. M., Adair, L. S., & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70(1), 3–21.
- Sochob.com. (2025, octubre 17). Aproximadamente el 70% de los adultos de EE.UU. tienen obesidad bajo la nueva definición. *Noticias Actuales*.
- The Lancet Commission on Diabetes & Endocrinology. (2025). A new definition of obesity. *The Lancet*, 405(10489), 1–14.
- Wiss, D. A., Avena, N., & Gold, M. (2020). Food addiction and psychosocial adversity: Background, biological drivers, and implications for treatment. *Nutrients*, 12(11), 3321.