



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y DE LA  
SALUD**

**CAMPO DEL CONOCIMIENTO: CIENCIAS DE LA SALUD  
CAMPO DISCIPLINARIO: EPIDEMIOLOGÍA**

**ASOCIACIÓN ENTRE UN ÍNDICE SOSTENIBLE DE LA DIETA Y EL  
RIESGO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2 EN ADULTOS MEXICANOS**

**TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN CIENCIAS MÉDICAS DE LA SALUD**

**PRESENTA:  
ÁLVARO FABRICIO CAMPIRANO NÚÑEZ**

**TUTOR PRINCIPAL**

**JORGE SALMERÓN  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE POLÍTICAS, POBLACIONES Y  
SALUD (CIPPS), UNAM.**

**COMITÉ TUTORAL:**

**DRA. NANCY PAULINA LÓPEZ OLMEDO:  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD POBLACIONAL. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD  
PUBLICA. CUERNAVACA, MORELOS, MÉXICO  
DR. MALAQUÍAS LÓPEZ CERVANTES  
DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA, FACULTAD DE MEDICINA**

**Ciudad Universitaria, CD. MX septiembre 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



---

DR. JORGE SALMERÓN CASTRO  
FIRMA DEL TUTOR



---

DRA. GUADALUPE S. GARCIA DE LA TORRE  
FIRMA DE LA RESPONSABLE DE LA ENTIDAD  
ACADEMICA Y/O CAMPO DISCIPLINARIO



---

CAMPIRANO NUÑEZ ALVARO FABRICIO  
FIRMA DEL ALUMNO

## AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el **Dr. Jorge Salmerón**, por el apoyo, ideas y apertura brindado a lo largo de este proceso.

A mi comité tutor, la **Dra. Nancy López Olmedo** por su amistad, sus enseñanzas, su apoyo y su paciencia e increíble visión técnica y al **Dr. Malaquías López** por su apoyo incondicional.

A **Sonia**, mi vida, por su ejemplo, por la compañía y el amor vital para seguir adelante. A **Emilio y Andrés** por todo su amor. A el impulso de mi inseparable **Doña** querida, **Liz** mi “Pepe Grillo”, y el resto de mi familia.

A **Manuel Campirano** por el cariño, la amistad, la complicidad y la traducción del primer artículo.

A **Sonia Cordero Suárez**, por su cariñoso interés y confianza.

A **CONAHCYT** por el apoyo económico brindado durante este proceso. A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por permitirme continuar con mi formación académica a través de su programa de posgrado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud.

# Índice

<b>Capítulo 1.....</b>	<b>5</b>
Introducción general .....	5
Planteamiento general del problema.....	7
Justificación .....	8
Marco Teórico general .....	9
Bibliografía.....	14
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>19</b>
<b>Artículo: Índice de Dieta Sostenible: Metodología para su Evaluación en México Basado en Recomendaciones de EAT-Lancet .....</b>	<b>19</b>
Introducción .....	19
Metodología .....	20
Resultados .....	25
Discusión.....	26
Conclusiones.....	28
Cuadros y figuras .....	30
Bibliografía capitulo.....	34
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>38</b>
<b>Artículo: Asociación entre un índice de dieta sostenible y riesgo de diabetes tipo 2 en adultos mexicanos .....</b>	<b>38</b>
Introducción .....	38
Metodología .....	39
Análisis estadístico.....	43
Resultados .....	45
Discusión.....	45
Cuadros y figuras capitulo 3 .....	49
Bibliografía capitulo 3.....	51

# Capítulo I

## Introducción general

Las enfermedades crónicas no transmisibles entre las que se incluye la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), representan a nivel global y nacional uno de los más importantes retos de salud. De acuerdo con los datos de la Federación Internacional de Diabetes (la prevalencia global de DM2 en adultos entre 20 y 79 años fue de 10.5% (cerca de 536.6 millones de personas) en el año 2021 y se prevé que en 20 años sea del 12.2%. Datos del mismo reporte también señalan que la prevalencia de DM2 fue similar en hombres y mujeres y más alta en personas de 75–79 años; mayor en zonas urbanas (12.1%) que en las rurales (8.3%), y en países de ingresos altos (11.1%) en comparación con los de bajos ingresos (5.5%)(1).(2).

La DM2 junto con el sobrepeso y la obesidad, se considera uno de los problemas de salud pública más importantes de la historia moderna de nuestro país (3) cuya prevalencia incrementó de 16.0% en 2018 a 18.3% en 2022 (4,5). Asimismo, la contribución de la DM2 a la mortalidad en México es de las más altas en Latinoamérica y a nivel global. Se estima que del total de defunciones registradas en 2021, 13% fueron por esta enfermedad (6).

La dieta es uno de los principales factores de riesgo modificable para desarrollar DM2. Diversos estudios prospectivos han mostrado que una mejor calidad de la dieta se asocia con menor riesgo de DM2 (7). Uno de los métodos para medir la calidad de la dieta es a priori o derivado de la teoría, conocidos como índices de calidad de la dieta (ICD). A través de este método se calcula un puntaje o índice que describe qué tan bien los individuos se adhieren a recomendaciones o guías alimentarias enfocadas a mejorar la salud y prevenir enfermedades en poblaciones y han sido de gran utilidad para la epidemiología nutricional (7, 8).

Se han desarrollado diversos ICD; entre los más utilizados están el de alimentación saludable (HEI, por sus siglas en inglés), el índice de calidad de la dieta (DQI), el indicador de dieta saludable (HDI) y la puntuación de dieta mediterránea (MDS) (9,10). Sin embargo, en los últimos años se ha enfatizado la necesidad de considerar en las recomendaciones alimentarias la salud no sólo humana sino planetaria, para ello se han desarrollado diversas recomendaciones para

una dieta saludable y sostenible basadas en la ciencia nutricional y ambiental de vanguardia como patrón para las dietas saludables de los sistemas alimentarios sostenibles (11).

Una de las recomendaciones más destacadas para promover dietas saludable y sostenibles es la conocida como *EAT-Lancet* desarrollada por la Comisión EAT-Lancet (11). Estas recomendaciones tienen como objetivo proporcionar no sólo consumos mínimos sino también máximos para reducir la degradación ambiental causada por la producción de alimentos en todas las escalas. Dado su desarrollo reciente, hay pocos índices de calidad de la dieta adaptados al contexto de la población en estudio que permitan evaluar el nivel de adherencia a dichas recomendaciones y su asociación con desenlaces de salud (11).

México es un país en transición nutricional caracterizado por un incremento en consumo de alimentos densos en energía en poblaciones urbanas y rurales. Además, la compra de alimentos ultraprocesados se ha duplicado paralelamente a la disminución del consumo de alimentos básicos no procesados o mínimamente procesados, como lo son las frutas y las verduras (12, 13). Estos cambios en la dieta no sólo ponen en riesgo la salud de las poblaciones sino también del sistema alimentario mexicano (12, 14).

Es por lo anterior que es necesario desarrollar un índice de calidad de la dieta sostenible que permita evaluar el cumplimiento de las recomendaciones en población mexicana. En este contexto, los objetivos de nuestro estudio fueron: 1) desarrollar un índice de la dieta sostenible considerando las recomendaciones de EAT-Lancet y el contexto mexicano y 2) evaluar la asociación de dicho índice con el riesgo de DM2 utilizando la información de la Cohorte de Trabajadores de la Salud.

## Planteamiento general del problema

La DM2 es una de las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo y México no es la excepción. Acorde con información reportada por el INEGI en 2021, el 13 % de las defunciones (140,729) en ese año fueron por DM2; de estas muertes, el 51 % (71, 330) correspondieron a hombres y el 49 % (69, 396) a mujeres (15). En tanto que el Atlas mundial de diabetes publicado por la Universidad de Edimburgo en Escocia en sus proyecciones para el año 2021-2045 estimó el aumento del número de personas con DM2 en México de 14.1 millones en 2021 a 21.2 millones en 2045; en ambos puntos en el tiempo se sitúa a México entre los primeros 8 países del mundo con mayor número de casos (2). Al mismo tiempo, la DM2 implica también uno de los padecimientos más costosos del sector salud con un gasto de \$50,619 millones de pesos (16) durante el año 2022, así como una de las mayores causas de discapacidad (17).

La dieta es unos de los principales factores de riesgo para el desarrollo de DM2 (18); el consumo de frutas y verduras se ha asociado con menor riesgo de diabetes, mientras que la carne procesada, las grasas trans y el azúcar añadida con mayor riesgo (19). El sistema alimentario en México ha vivido cambios importantes en los últimos 35 años como consecuencia de los procesos de migración del campo a la ciudad, la industrialización de la producción y los sistemas globales de comercialización de alimentos (20). La dieta en los centros urbanos, que concentran a grandes proporciones de la población, dejó atrás productos, procesos y alimentos tradicionales de la dieta mexicana como legumbres y leguminosas y se caracteriza actualmente por bajos consumos de fibra dietética, de aceites vegetales y gran cantidad de carbohidratos refinados entre los que destacan azúcares añadidos, modificando sensiblemente la calidad de la dieta (12).

Aunado a los cambios en la dieta está el impacto ambiental. El cambio climático es ya un problema global por la emisión de gases de efecto invernadero. Los sistemas alimentarios representan casi un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el 90 % del cambio de uso del suelo y el 70 % del uso del agua a nivel mundial (21) . Por lo tanto, la forma de consumo de alimentos no sólo está afectando la salud de los individuos sino también la salud planetaria que al final también afecta a los individuos.

Para garantizar el éxito de los programas destinados a la prevención y control de la DM2 y la promoción de la salud planetaria en México, es imperativo llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la adherencia de los adultos mexicanos a las recomendaciones de una dieta saludable y sostenible. Esta evaluación no sólo proporcionaría información crucial sobre la efectividad de las intervenciones nutricionales, sino que también permitirá identificar áreas de mejora y adaptar estrategias para maximizar el impacto tanto en la salud individual como en la sostenibilidad ambiental, impulsando así un cambio significativo hacia un estilo de vida más saludable y respetuoso con el medio ambiente (22).

### Justificación

Este estudio permitirá entender mejor la adherencia de una muestra de adultos mexicanos a una dieta saludable y sostenible a través del desarrollo de un índice de dieta sostenible con base en las recomendaciones EAT-Lancet. Previamente se han desarrollado índices de dieta saludable con base en EAT-Lancet; estos han sido probados en diferentes poblaciones entre los que destacan Dinamarca (23), Suecia (24), Reino Unido (25) y Brasil (26). Sin embargo, la mayoría de estos índices han tenido un abordaje dicotómico (cumplimiento vs. no), lo que dificulta la recomendación de limitar el consumo de alimentos, aún de aquéllos considerados recomendables para una alimentación saludable y sostenible. Nuestro análisis considera por primera vez la complejidad del contexto alimentario de dichas recomendaciones, en población mexicana.

La descripción metodológica del desarrollo del índice de dieta sostenible permitirá que otros estudios en población mexicana retomen este índice para evaluar la adherencia o la asociación con otras enfermedades crónicas (p. ej. hipertensión arterial y diferentes tipos de cáncer) así como su impacto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. También podrá ser de utilidad como guía para el desarrollo de nuevos índices conforme nuevas recomendaciones vayan emergiendo. Adicionalmente consideramos que además de los efectos positivos que tienen las dietas sostenibles en el medio ambiente, es urgente crear y difundir

nuevas estrategias para entender y analizar cómo se asocian estas recomendaciones y sistemas alimentarios sostenibles a la salud y la nutrición de las personas.

Finalmente, este estudio permitirá entender si el riesgo de diabetes disminuye al adherirse a una dieta no sólo saludable sino sostenible. En caso de no encontrar dicha asociación, los resultados igualmente informarán la potencial necesidad de modificar las recomendaciones EAT-Lancet. En caso de encontrarse una asociación, informará en materia de recomendaciones alimentarias en el país.

## Marco Teórico general

### *Diabetes Mellitus Tipo2 (DM2)*

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana para la diabetes, ésta se define como “una enfermedad sistémica, crónico-degenerativa, de carácter heterogéneo, con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales, y que se caracteriza por hiperglucemia crónica debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina, lo que afecta al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas” (27). En la DM2 está presente la resistencia a la insulina y una deficiencia en la producción de esta, ya sea de manera absoluta o relativa. La diabetes se puede clasificar en diabetes tipo 1, tipo 2, tipos por otras causas y diabetes gestacional. Todos estos tipos tienen la capacidad de comprometer la salud, pero es la DM2 la más prevalente. En la DM2, el páncreas no produce suficiente insulina o no puede utilizar la insulina que produce de forma eficaz lo cual lleva a una pérdida progresiva de la secreción de insulina por parte de las células  $\beta$  del páncreas (28). Los criterios para considerar un caso confirmado de DM2 de acuerdo a Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes Mellitus, son los siguientes: a) glucemia plasmática en ayuno  $\geq 126$  mg/dl; b) glucemia plasmática casual  $\geq 200$  mg/dl; o bien c) glucemia  $\geq 200$  mg/dl a las dos horas después de una carga oral de 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua (29).

La DM2 genera lesiones micro y macro vasculares que condicionan enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, neuropatías, problemas con la sensación y el

movimiento, problemas de visión, y nefropatía, entre otras. Las complicaciones dependen de las alteraciones en los niveles de glucosa, tanto de hiperglucemia crónica (ayuno y postprandial), como de picos de glucemia (la variabilidad entre el valor más alto y el mínimo). Ambos mecanismos generan excesiva glicación y activación de proteínas y estrés oxidativo (28).

### *Factores de riesgo para DM2*

En cuanto a los factores de riesgo, existe evidencia convincente de un componente genético significativo en la DM2; cerca del 40 % de los familiares de primer grado de los pacientes con DM2 pueden desarrollar diabetes (31). Ciertos grupos étnicos, incluidos los hispanos y latinos, son más propensos a desarrollar DM2 (32). Para prevenir su desarrollo, es importante identificar los factores de riesgo modificables. Varios factores del estilo de vida están relacionados con el desarrollo de la DM2, incluidos el sedentarismo, la inactividad física, la higiene del sueño, fumar y una mala calidad de la dieta (33).

### *Calidad de la dieta y DM2*

Estudios observacionales han identificado la importancia de la calidad de la dieta y han identificado grupos de alimentos que se asocian con un incremento o reducción en el riesgo de DM2, entre los que destacan un alto consumo de frutas y verduras, granos enteros, consumo de lácteos, café y proteína de origen vegetal y grasas de origen animal(34).

Un alto consumo de frutas y verduras disminuyen el riesgo; los mecanismos biológicos del consumo habitual de este grupo de alimentos y los efectos sobre el riesgo de diabetes son múltiples ya que altos consumos de frutas y verduras contribuyen a un bajo consumo de energía, un alto contenido de fibra y por ende a una baja carga glucémica. Asimismo, se ha documentado que el consumo habitual de frutas y verduras aumenta el aporte de vitaminas antioxidantes, magnesio, potasio, proteínas vegetales y otros fitoquímicos individuales que podrían ser beneficiosos para reducir el riesgo de diabetes tipo 2, mientras que un bajo consumo se asocia con mayor riesgo de esta enfermedad (34, 35).

La evidencia de revisiones sistemáticas y meta-análisis muestran que el consumo de lácteos, incluidos la leche, el queso y el yogurt, especialmente bajos en grasas, pueden reducir el riesgo

de DM2. Se ha sugerido que ciertos componentes de los productos lácteos, como el calcio, la vitamina D, el magnesio, la lactosa y las proteínas lácteas, tienen un impacto favorable sobre algunos factores metabólicos, incluido el peso corporal y la homeostasis de la glucosa (37). El consumo de alimentos procesados, como los con cereales refinados y alimentos con azúcares añadidos, como bebidas azucaradas, se han asociado con mayor riesgo de DM2 (34,38). Así mismo, el consumo de grasas saturadas se ha asociado a mayor riesgo de desarrollar DM2 (39). Finalmente, los estudios observacionales también han encontrado mayor riesgo de DM2 por consumos altos de proteína- Un alto consumo de aminoácidos de cadena ramificada y aromáticos metabolizados de dietas ricas en proteína, especialmente de aquellas provenientes de fuentes de origen animal (res, pescado y productos lácteos principalmente) pueden afectar el metabolismo de la glucosa y producir un efecto persistente de resistencia a la insulina, mientras que no se han reportado las mismas asociaciones con la proteína de fuente vegetal (40).

La evidencia antes descrita se deriva de estudios de grupos de alimentos específicos. Sin embargo, los alimentos no se consumen de forma aislada y ciertas combinaciones de alimentos pueden tener efectos sinérgicos o antagónicos en el riesgo de DM2. En los últimos años se han desarrollado índices de calidad de la dieta para evaluar la dieta de forma global.

### *Índices de calidad de la dieta*

Los índices de calidad de la dieta (ICD) son algoritmos destinados a evaluar la calidad global de la dieta y categorizar a los individuos en función de lo saludable o no de su patrón de alimentación (8)(10). Existen muchos tipos de ICD, distinguiéndose tres categorías principales: los basados en nutrientes; los basados en alimentos o grupos de alimentos; y los índices combinados. A estos últimos pertenecen la mayoría de los ICD, los cuales incluyen además una medida de adecuación de la dieta a las recomendaciones dietéticas, una medida del consumo moderado y un balance general de consumo de macronutrientes (9). Los índices alimentarios se basan en los conocimientos actuales en nutrición y en las guías alimentarias de un determinado país y permiten identificar que tanto se adecuan a las mismas así como los principales factores de riesgo alimentario de las enfermedades crónicas no transmisibles (9,10).

El indicador de alimentación saludable (HEI), el índice de calidad de la dieta (DQI por sus siglas en inglés), el indicador de dieta saludable (HDI, por sus siglas en inglés) y la puntuación de dieta mediterránea (MDS, por sus siglas en inglés), son los cuatro ICD que se han referenciado y validado más extensamente (9). La fuente primaria de los ICD son los instrumentos para recoger datos individuales del consumo tales como el recordatorio de consumo cuantitativo de 24h, los registros dietéticos y los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos (41).

Los ICD se han desarrollado básicamente para la epidemiología nutricional con objeto de determinar factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, estas metodologías han sido la respuesta para tratar de hacer más objetivos los análisis basados en nutrientes, un ejemplo de esto es la conocida dieta *DASH* y el *Lyon Diet Heart Study* que evaluó el efecto de la dieta mediterránea. Ambas han mostrado efectos importantes en la modificación de la dieta (10).

No obstante el efecto reportado de estos índices de medición de la calidad de la dieta, tradicionalmente su enfoque había sido exclusivamente en salud . A pesar del gran interés por evaluar índices provenientes de guías nutricionales de referencia, pocos trabajos se han enfocado en conocer la adherencia a dietas nos sólo saludables como las descritas anteriormente, sino también sostenibles, recomendaciones que buscan paliar el efecto de los sistemas de alimentación en el medio ambiente (22).

### *La dieta como factor de riesgo de la salud planetaria*

Existe evidencia de que los sistemas de producción de alimentos son los principales responsables del cambio ambiental a nivel global, debido, entre otras cosas, a factores como su contribución a la emisión de gases de efecto invernadero, la pérdida de biodiversidad, el gasto de agua para el consumo humano, la eutrofización y el cambio del uso del suelo; estos factores interrelacionados abarcan desde la deforestación para la expansión agrícola hasta las emisiones derivadas de la maquinaria agrícola y el procesamiento y transporte de alimentos (43).

La intensificación de la agricultura, caracterizada por el uso extensivo de fertilizantes sintéticos y la cría intensiva de ganado, contribuye significativamente a la liberación de gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (44). Estos gases, al

acumularse en la atmósfera, generan un efecto invernadero que contribuye al cambio climático y sus consecuentes impactos ambientales y socioeconómicos y están estrechamente relacionados con la dieta (21). Cada alimento incluso aportando los mismos nutrientes tienen un efecto distinto en el medio ambiente; por ejemplo, se ha calculado que la emisión de gases invernadero provenientes de dietas apreciadas por su efecto en la salud entre la que podemos incluir la mediterránea, pescetariana y vegetariana, aumentarán un 32% del 2009 al 2050 (45). Paradójicamente, los insumos para este tipo de dietas, dependen de un continuo y adecuado funcionamiento de los sistemas alimentarios que los proveen y de procesos biofísicos que han dejado de mantener la estabilidad del todo el sistema terrestre (22).

### *EAT-Lancet*

Ante los evidentes impactos del deterioro ambiental y del papel que los sistemas alimentarios tienen en el mismo, un grupo de expertos en medio ambiente y salud de la ONU (Comisión EAT-Lancet) se dio a la tarea de elaborar una serie de recomendaciones nutricionales para facilitar la reversión de estas tendencias globales perjudiciales. La Comisión EAT-Lancet se basó en la ciencia nutricional y ambiental de vanguardia como patrón para sugerir recomendaciones sobre dietas saludables de los sistemas alimentarios sostenibles (22). EAT Lancet en el informe de su lanzamiento a finales del 2019 definió la búsqueda de una dieta saludable universal de referencia (EAT-HRD, por sus siglas en inglés) llamada "flexitariana" y propugnó una gran transformación de los sistemas alimentarios hacia la sostenibilidad ambiental, con el fin de mejorar los resultados para salud humana para el año 2050.

La EAT-HRD promueve una dieta basada predominantemente en verduras con poco contenido de almidón, frutas, granos enteros, leguminosas, nueces con cantidades mínimas de alimentos animales, grasa no saturada en lugar de saturada y una muy limitada cantidad de azúcares añadidos (22). Estas recomendaciones generaron la necesidad de elaborar índices para evaluar su adherencia en el contexto de los sistemas alimentarios de cada región y país (24). Estos relativamente nuevos índices saludables y sostenibles se han elaborado en varios países utilizando distintas metodologías, esto ha dificultado su comparación. Las diferencias

metodológicas han estado relacionadas con los puntos de corte para determinar como aceptable o idónea una determinada adherencia. Algunos de estos índices han utilizado abordajes dicotómicos (25), mientras que otros, los menos, han utilizado puntajes continuos tratando de identificar consumos mínimos o por arriba de lo recomendado (46).

Conocer la adherencia a las recomendaciones es una prioridad luego que muchos países han lanzado guías alimentarias basadas en EAT-Lancet sin llegar a consensos de posibles y necesarias modificaciones para la aplicación en sus respectivos países. Otro enfoque de investigación ha sido conocer la asociación que una buena adherencia a las recomendaciones de EAT-Lancet puede tener en la disminución del riesgo para enfermedades crónicas que representan una gran carga de la enfermedad. En el caso de México, la DM2 es una de las enfermedades crónicas más importantes.

En los siguientes dos capítulos, se presentan las evaluaciones desarrolladas para cumplir con los objetivos específicos de este estudio: 1) desarrollar un índice de dieta sostenible y estimar su adherencia en una muestra de adultos mexicanos y 2) estimar la asociación entre el índice construido y el riesgo de DM2.

## Bibliografía

1. Global status report on noncommunicable diseases 2010. [Internet]. [citado 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113168808>
2. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice* [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 13 de marzo de 2024];183. Disponible en: [https://www.diabetesresearchclinicalpractice.com/article/S0168-8227\(21\)00478-2/abstract](https://www.diabetesresearchclinicalpractice.com/article/S0168-8227(21)00478-2/abstract)
3. Basto-Abreu A, Barrientos-Gutiérrez T, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, López-Olmedo N, De la Cruz-Góngora V, et al. [Prevalence of diabetes and poor glycemic control in Mexico: results from Ensanut 2016.]. *Salud Publica Mex.* febrero de 2020;62(1):50-9.
4. Aburto ZR. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022. *Salud Pública de México* [Internet]. 19 de junio de 2023 [citado 24 de marzo de 2024];65:s1-4. Disponible en: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/15087>
5. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Mojica-

- Cuevas J, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: metodología y perspectivas. *Salud Pública de México* [Internet]. 5 de diciembre de 2019 [citado 24 de marzo de 2024];61(6, nov-dic):917-23. Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/11095>
6. EAP\_Diabetes2021.pdf [Internet]. [citado 25 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP\\_Diabetes2021.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf)
  7. Asghari G, Mirmiran P, Yuzbashian E, Azizi F. A systematic review of diet quality indices in relation to obesity. *Br J Nutr*. abril de 2017;117(8):1055-65.
  8. Trijsburg L, Talsma EF, de Vries JHM, Kennedy G, Kuijsten A, Brouwer ID. Diet quality indices for research in low- and middle-income countries: a systematic review. *Nutr Rev*. 25 de mayo de 2019;
  9. Gil Á, Martínez de Victoria E, Olza J. Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutr Hosp*. 26 de febrero de 2015;31 Suppl 3:128-44.
  10. Krebs-Smith SM, Pannucci TRE, Subar AF, Kirkpatrick SI, Lerman JL, Tooze JA, et al. Update of the Healthy Eating Index: HEI-2015. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* [Internet]. 2018;118(9):1591-602. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.021>
  11. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. 2019.
  12. Marrón-Ponce JA, Tolentino-Mayo L, Hernández-F M, Batis C. Trends in Ultra-Processed Food Purchases from 1984 to 2016 in Mexican Households. *Nutrients*. 26 de diciembre de 2018;11(1).
  13. Barquera S, Campos-Nonato I, Aguilar-Salinas C, Lopez-Ridaura R, Arredondo A, Rivera-Dommarco J. Diabetes in Mexico: cost and management of diabetes and its complications and challenges for health policy. *Global Health*. 2 de febrero de 2013;9:3.
  14. Qian F, Riddle MC, Wylie-Rosett J, Hu FB. Red and Processed Meats and Health Risks: How Strong Is the Evidence? *Diabetes Care*. 2020;43(2):265-71.
  15. Picó-Guzmán FJ, Martínez-Montañez OG, Ruelas-Barajas E, Hernández-Ávila M. Estimación del impacto económico por complicaciones cardiovasculares y de diabetes mellitus 2019-2028. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* [Internet]. 2022 [citado 8 de abril de 2024];60(Suppl 2):S86-95. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10629407/>
  16. Social IM del S. gob.mx. [citado 10 de abril de 2024]. ¿Cuánto cuesta la diabetes? ¿Qué hicimos? Zoé Robledo. Disponible en: <http://www.gob.mx/imss/articulos/cuanto-cuesta-la-diabetes-que-hicimos-zoe-robledo>
  17. Dirección General de Promoción de la Salud. Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes. México, D.F.: Secretaría de Salud, México; 2013 sep.
  18. Afshin A, Sur PJ, Fay KA, Cornaby L, Ferrara G, Salama JS, et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* [Internet]. 11 de mayo de 2019 [citado 15 de diciembre de 2020];393(10184):1958-72. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)30041-8/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)30041-8/abstract)
  19. Micha R, Shulkin ML, Peñalvo JL, Khatibzadeh S, Singh GM, Rao M, et al. Etiologic effects and optimal intakes of foods and nutrients for risk of cardiovascular diseases and diabetes:

- Systematic reviews and meta-analyses from the nutrition and chronic diseases expert group (NutriCoDE). *PLoS ONE*. 2017;12(4):1-25.
20. Gálvez A. Eating NAFTA: Trade, Food Policies, and the Destruction of Mexico [Internet]. 1.ª ed. University of California Press; 2018 [citado 5 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctv3znx6r>
  21. Modern food emissions. *Nat Clim Chang* [Internet]. marzo de 2023 [citado 10 de abril de 2024];13(3):205-205. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01643-2>
  22. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* [Internet]. 2 de febrero de 2019 [citado 27 de noviembre de 2022];393(10170):447-92. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext)
  23. Ibsen DB, Christiansen AH, Olsen A, Tjønneland A, Overvad K, Wolk A, et al. Adherence to the EAT-Lancet Diet and Risk of Stroke and Stroke Subtypes: A Cohort Study. *Stroke*. enero de 2022;53(1):154-63.
  24. Zhang S, Dukuzimana J, Stubbendorff A, Ericson U, Borné Y, Sonestedt E. Adherence to the EAT-Lancet diet and risk of coronary events in the Malmö Diet and Cancer cohort study. *Am J Clin Nutr*. mayo de 2023;117(5):903-9.
  25. Knuppel A, Papier K, Key TJ, Travis RC. EAT-Lancet score and major health outcomes: the EPIC-Oxford study. *The Lancet* [Internet]. 2019;394(10194):213-4. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31236-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31236-X)
  26. Cacau LT, Benseñor IM, Goulart AC, Cardoso LO, Lotufo PA, Moreno LA, et al. Adherence to the Planetary Health Diet Index and Obesity Indicators in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Nutrients* [Internet]. noviembre de 2021 [citado 4 de octubre de 2023];13(11):3691. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/11/3691>
  27. Secretaria de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus [Internet]. 2010. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4215/salud/salud.htm>
  28. Diabetes Related Common Terms | ADA [Internet]. [citado 13 de abril de 2024]. Disponible en: <https://diabetes.org/about-diabetes/common-terms#>
  29. Diabetes - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2024 [citado 13 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
  30. Monnier L, Colette C. Glycemic variability: should we and can we prevent it? *Diabetes Care*. febrero de 2008;31 Suppl 2:S150-154.
  31. Sanghera DK, Blackett PR. Type 2 Diabetes Genetics: Beyond GWAS. *J Diabetes Metab* [Internet]. 23 de junio de 2012 [citado 23 de abril de 2024];3(198):6948. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3521576/>
  32. Watt GP, Fisher-Hoch SP, Rahbar MH, McCormick JB, Lee M, Choh AC, et al. Mexican American and South Asian population-based cohorts reveal high prevalence of type 2 diabetes and crucial differences in metabolic phenotypes. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2018;6(1):e000436.
  33. Wu Y, Ding Y, Tanaka Y, Zhang W. Risk Factors Contributing to Type 2 Diabetes and Recent Advances in the Treatment and Prevention. *Int J Med Sci* [Internet]. 6 de septiembre de 2014 [citado 23 de abril de 2024];11(11):1185-200. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4166864/>

34. Toi PL, Anothaisintawee T, Chaikledkaew U, Briones JR, Reutrakul S, Thakkinstian A. Preventive Role of Diet Interventions and Dietary Factors in Type 2 Diabetes Mellitus: An Umbrella Review. *Nutrients* [Internet]. 6 de septiembre de 2020 [citado 1 de febrero de 2024];12(9):2722. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7551929/>
35. Li M, Fan Y, Zhang X, Hou W, Tang Z. Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open*. 5 de noviembre de 2014;4(11):e005497.
36. Mamluk L, O'Doherty MG, Orfanos P, Saitakis G, Woodside JV, Liao LM, et al. Fruit and vegetable intake and risk of incident of type 2 diabetes: results from the consortium on health and ageing network of cohorts in Europe and the United States (CHANCES). *Eur J Clin Nutr*. enero de 2017;71(1):83-91.
37. Tremblay A, Gilbert JA. Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr*. febrero de 2009;28 Suppl 1:91S-102S.
38. Delpino FM, Figueiredo LM, Bielemann RM, da Silva BGC, Dos Santos FS, Mintem GC, et al. Ultra-processed food and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Int J Epidemiol*. 10 de agosto de 2022;51(4):1120-41.
39. Sami W, Ansari T, Butt NS, Hamid MRA. Effect of diet on type 2 diabetes mellitus: A review. *Int J Health Sci (Qassim)* [Internet]. 2017 [citado 23 de abril de 2024];11(2):65-71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5426415/>
40. Adeva-Andany MM, Rañal-Muñío E, Vila-Altesor M, Fernández-Fernández C, Funcasta-Calderón R, Castro-Quintela E. Dietary habits contribute to define the risk of type 2 diabetes in humans. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;34:8-17.
41. Wirt A, Collins CE. Diet quality – what is it and does it matter? *Public Health Nutrition* [Internet]. diciembre de 2009 [citado 5 de abril de 2021];12(12):2473-92. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/diet-quality-what-is-it-and-does-it-matter/9E51F4F8539F8F5681F2EA4F0A2F74F3>
42. Chen GC, Koh WP, Neelakantan N, Yuan JM, Qin LQ, van Dam RM. Diet Quality Indices and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus. *Am J Epidemiol* [Internet]. diciembre de 2018 [citado 1 de febrero de 2024];187(12):2651-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6887680/>
43. Vermeulen SJ, Campbell BM, Ingram JSI. Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources* [Internet]. 2012 [citado 16 de noviembre de 2020];37(1):195-222. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>
44. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Beagley J, Belesova K, et al. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*. 9 de enero de 2021;397(10269):129-70.
45. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* [Internet]. noviembre de 2014 [citado 14 de abril de 2024];515(7528):518-22. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature13959>
46. Hanley-Cook GT, Argaw AA, de Kok BP, Vanslambrouck KW, Toe LC, Kolsteren PW, et al. EAT- Lancet Diet Score Requires Minimum Intake Values to Predict Higher Micronutrient Adequacy of Diets in Rural Women of Reproductive Age from Five Low- and Middle-Income Countries. *British Journal of Nutrition*. 2020;1-26.

47. Global diabetes data report 2000 — 2045 [Internet]. [citado 19 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://diabetesatlas.org/data/>
48. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. 2011 [citado 8 de mayo de 2023]; Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44579>
49. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. *Diabetes Care*. enero de 2018;41(Suppl 1):S13-27.
50. Denova-Gutiérrez E, Flores YN, Gallegos-Carrillo K, Ramírez-Palacios P, Rivera-Paredes B, Muñoz-Aguirre P, et al. Health workers cohort study: methods and study design. *Salud publica de Mexico*. 2016;58(6):708-16.
51. Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud Publica Mex*. 1998;40(2):133-40.
52. López GE, Batis C, González C, Chávez M, Cortés-Valencia A, López-Ridaura R, et al. EAT-Lancet Healthy Reference Diet score and diabetes incidence in a cohort of Mexican women. *Eur J Clin Nutr*. marzo de 2023;77(3):348-55.
53. Montejano Vallejo R, Schulz CA, van de Locht K, Oluwagbemigun K, Alexy U, Nöthlings U. Associations of Adherence to a Dietary Index Based on the EAT-Lancet Reference Diet with Nutritional, Anthropometric, and Ecological Sustainability Parameters: Results from the German DONALD Cohort Study. *J Nutr*. 6 de julio de 2022;152(7):1763-72.
54. Bozeman JF, Springfield S, Theis TL. Meeting EAT-Lancet Food Consumption, Nutritional, and Environmental Health Standards: A U.S. Case Study across Racial and Ethnic Subgroups. *Environmental Justice* [Internet]. 1 de octubre de 2020 [citado 1 de marzo de 2021];13(5):160-72. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/env.2020.0018>
55. EAT–Lancet Commission 2.0: securing a just transition to healthy, environmentally sustainable diets for all. *The Lancet* [Internet]. 29 de julio de 2023 [citado 25 de febrero de 2024];402(10399):352-4. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(23\)01290-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01290-4/abstract)

## Capítulo 2

Artículo: Índice de Dieta Sostenible: Metodología para su Evaluación en México Basado en Recomendaciones de EAT-Lancet

### Introducción

Una de las estrategias más utilizadas para prevenir las enfermedades crónicas es la promoción de dietas saludables, las cuales se han centrado en la reducción de los problemas de desnutrición y obesidad, así como reducir los efectos de la deficiencia de nutrimentos (1). Sin embargo, hasta hace poco tiempo, sólo algunos países, entre ellos Brasil y Suecia, habían considerado en sus guías alimentarias el impacto en el medio ambiente, a pesar de la contribución de los sistemas alimentarios a las emisiones de gases de efecto invernadero, que en la actualidad representan el 34% a nivel mundial (2). Uno de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas es el mejoramiento de los sistemas alimentarios sostenibles (3). Para apoyar esta iniciativa, la Comisión EAT-Lancet propuso una dieta saludable de referencia para promover la salud humana y planetaria (4).

La dieta saludable de referencia propone el consumo moderado de cereales integrales, verduras ricas en almidón, verduras, frutas y legumbres, cantidades moderadas o bajas de mariscos y aves de corral y poca o ninguna cantidad de carne roja, granos refinados y azúcares añadidos. Varios índices dietéticos basados en las recomendaciones EAT-Lancet han sido propuesto para evaluar la calidad alimentaria de las poblaciones, como el desarrollado por Knuppel en el Reino Unido (5) y posteriormente adoptado por Ibsen en Dinamarca (6). Estos índices evalúan la adherencia a las recomendaciones estableciendo valores de consumo mínimo en 0 g/día para grupos de alimentos ricos en nutrientes importantes. Una limitación de este enfoque es que no toma en cuenta que en algunos grupos poblacionales todavía son prevalentes las deficiencias de varios nutrientes, por lo que para establecer consumos mínimos de alimentos ricos en nutrientes se recomienda tomar en cuenta contextos específicos de cada país (7). Además de la necesidad de desarrollar índices alimentarios sostenibles para evaluar el contexto local de la dieta considerando contexto, es importante tener en cuenta la complejidad de las recomendaciones

EAT-Lancet, las cuales consideran un rango de consumo óptimo. Esto último significa que tanto los consumos por debajo, como por encima del punto de corte, deberían penalizarse en un índice dietético. Sin embargo, la mayoría de los índices desarrollados hasta ahora para determinar la adherencia a las recomendaciones de EAT-Lancet asignan puntos de corte dicotómicos para decidir si cumplen con el mínimo o los valores medios de consumo recomendados para cada componente (5-9).

En México, las deficiencias de nutrimentos siguen siendo prevalentes y a pesar de la globalización de los sistemas alimentarios, nuestro país mantiene el consumo de alimentos, como tortillas y platillos a base de maíz y huevos, como base de la dieta (10). Por lo tanto, se consideró necesario desarrollar un índice dietético específico para evaluar la calidad de la dieta de la población mexicana tomando en cuenta la complejidad de las recomendaciones sostenibles de EAT-Lancet. El desarrollo de un índice sostenible de la dieta (IDS) es pertinente para desarrollar políticas que permitan alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. El presente estudio documenta la metodología utilizada para desarrollar un IDS basado en las recomendaciones de EAT-Lancet y su desempeño en una muestra de adultos mexicanos.

## **Metodología**

### *Diseño de estudio y participantes*

La cohorte de trabajadores de la salud es un estudio de cohorte en curso realizado en la región centro de México. Los participantes son trabajadores de la salud y sus familiares residentes en Cuernavaca, Morelos. En la evaluación basal, se les pidió a los participantes que completaran en casa un cuestionario detallado de frecuencia de consumo de alimentos y que posteriormente visitaran un centro de investigación para un examen físico (11).

El objetivo de la cohorte fue evaluar el efecto de factores genéticos y de estilo de vida en la ocurrencia de diferentes desenlaces de salud de interés en la población mexicana. El protocolo del estudio, los cuestionarios y los formularios de consentimiento informado fueron aprobados por la Comisión de Ética en Investigación del Instituto Mexicano del Seguro Social (12CEI 09 006) (14). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los

participantes en el estudio. Más detalles referentes al diseño y los métodos del estudio se describen detalladamente en otra publicación (11).

Para el presente análisis, se utilizaron los datos de 2,161 participantes de 19 a 70 años recabados entre 2004 y 2006. La tasa de respuesta al estudio fue de poco más del 83%. Se excluyeron a los participantes que no completaron todas las secciones del cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ, por sus siglas en inglés) (n = 234) y participantes con consumos energéticos implausibles (<500 kcal/día o >6500 kcal/día, n = 19) (12). Por lo tanto, la muestra analítica fue compuesta de 1,908 personas. Entre los datos clínicos y demográficos recabados se consideró también la información sobre edad, sexo, nivel de educación e índice de masa corporal (IMC).

El nivel de educación se categorizó como primaria, secundaria y bachillerato y más. Debido al número de datos faltantes para el nivel de educación (1.7%), se utilizó una categoría del indicador para esta variable a fin de minimizar la reducción del tamaño de la muestra.

#### *Desarrollo del Índice de Dietas Sostenible (IDS)*

Desarrollamos una IDS basado en la propuesta de EAT-Lancet de una dieta saludable de referencia [4]. Se consideraron los 14 componentes de la dieta saludable propuesto por la comisión: (1) granos enteros; (2) tubérculos y verduras ricas en almidón (tubérculos); (3) verduras; (4) frutas; (5) lácteos y sus derivados(leche); (6) carne de res, cordero y cerdo (carne roja); (7) pollo y otras aves de corral (pollo); (8) huevos; (9) pescado; (10) legumbres; (11) semillas (nueces); (12) ácidos grasos no saturados (grasas no saturadas); (13) ácidos grasos saturados (grasas saturadas); y (14) azúcares añadidos (13). Debido a un consumo muy bajo de granos enteros y a la poca de variación en el consumo total de cereales enteros en la dieta mexicana reemplazamos los cereales enteros por cereales ricos en fibra (14).

Se definieron puntajes para cada componente entre 0 y 10 puntos. Se asignaron 10 puntos cuando los consumos se encontraban dentro del rango recomendado por cada 2500 kcal/día de consumo total de energía, excepto en el caso de las grasas saturadas y los azúcares añadidos (cuadro 1). Esto último significa que, si una persona consume menos o más de 2500 kcal/día, el consumo de cada componente alimentario se re-escalaba. Es decir, la puntuación de cada

individuo se basa en su consumo total de energía. Para verduras, frutas y grasas no saturadas, se utilizó el rango de consumo recomendado como se indica en las recomendaciones de la EAT-Lancet. Para tubérculos, productos lácteos, carnes rojas, pollo, pescado, verduras, y frutas, se utilizó el valor medio del rango de consumo recomendado como el límite inferior (en lugar de no consumo, como lo establece EAT-Lancet) y el nivel superior del rango como el límite superior (cuadro 1). Establecimos estos puntos de corte ya que las deficiencias de nutrimentos siguen siendo un problema de salud en México (15). Modificamos además el consumo recomendado para cereales ricos en fibra, huevos, grasas saturadas y azúcares añadidos adaptando las recomendaciones a consumos menores como es el caso de los azúcares añadidos o bien a un consumo más alto como en el caso del huevo. Clasificamos los cereales ricos en fibra como aquellos cereales con más de 2.5 g de fibra por porción, incluimos pan rico en fibra, avena y tortillas, entre otros, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994 (16). Se estableció el consumo recomendado de cereales ricos en fibra en un rango entre 125 g/d y 232 g/d. Basamos el límite inferior en las recomendaciones del Grupo de Expertos en Nutrición y Enfermedades Crónicas (NutriCoDE, por sus siglas en inglés) (17), el límite superior se basó en la recomendación EAT-Lancet.

En el caso del huevo, establecimos <13 g/d (aproximadamente 2 huevos de tamaño pequeño por semana) como el límite inferior y >40 g/d (aproximadamente 7 huevos de tamaño pequeño por semana) como el límite superior. El límite inferior es con base en EAT-Lancet, mientras que el límite superior fue con base en la recomendación de la *American Heart Association* de consumir un huevo o dos claras de huevo al día como parte de una dieta saludable (13, 18). EAT-Lancet recomienda que un mayor consumo de algunos componentes en la dieta puede ser seguro y beneficioso para las personas de poblaciones de ingresos medios y bajos con una pobre calidad de la dieta [4,5]. Al igual que el pollo, los huevos se encuentran entre los alimentos con mayor contenido de proteína de alto valor biológico más consumidos en México, donde el consumo de huevos por persona por año es de 345 unidades, lo que convierte a México en el país con mayor consumo en América Latina y una de las principales a nivel mundial (19).

Para la grasa saturada, el límite inferior que se utilizó fue de 11.8 g/d correspondiente a la mediana de EAT-Lancet. El límite superior fue de 27.7 g/día basado en la recomendación de la Organización Mundial de la Salud que recomienda que el consumo de grasas saturadas no debe superar el 10% del consumo calórico total (18). El puntaje para la grasa saturada se asignó de tal manera que entre más cercano fuera el consumo al límite superior, se asignaba un menor puntaje. Por último, en el caso de los azúcares añadidos, se consideró la recomendación de consumo de 31 g/d como punto de corte; aquellos con consumos superiores al punto de corte se les asignó cero puntos, mientras que aquellos con consumos por debajo del límite se les asignó gradualmente una puntuación cercana a 10 puntos conforme el consumo se acercaba a cero. Los puntajes por debajo de los límites inferiores se asignaron de acuerdo con dos grupos: 1) alimentos esenciales (cuyo consumo diario se recomienda diario de acuerdo con la Comisión EAT-Lancet (4): cereales ricos en fibra, tubérculos, frutas, verduras, frutas y grasas no saturadas) y alimentos no esenciales (cuyo consumo puede no ser diario o puede ser sustituido por otras fuentes, como lácteos, pollo, huevos, carne roja y pescado). Consideramos el no consumo de alimentos esenciales como inadecuado, ya que persiste en nuestro país una alta prevalencia de malnutrición crónica asociada a condiciones de extrema pobreza, y una alta prevalencia de niveles moderados y graves de inseguridad alimentaria (43%) (20,21). Para los alimentos no esenciales, los puntajes por debajo del límite inferior disminuyen linealmente conforme el consumo disminuye, pero la puntuación más baja fue de 5 para los participantes que no consumieron. Consumos por arriba del límite superior para todos los componentes, excepto las grasas saturadas, y los azúcares añadidos se clasificaron en diez categorías utilizando deciles. Las personas clasificadas en el decil más cercano al límite superior recibieron una puntuación de 10, mientras que los del decil más lejano tuvieron 0 puntos. Generamos el puntaje total del IDS sumando todos los puntajes individuales para cada componente, por lo que el puntaje total tiene valores desde 0 (no adherencia) hasta 140 (adherencia perfecta).

### *Evaluación de la dieta*

Utilizando un Cuestionario Semicuantitativo de Frecuencia de Alimentos (CFA) se determinó la adherencia de cada participante al IDS. La validez y reproductibilidad del CFA en la población

mexicana ha sido publicado previamente (11). Brevemente, el CFA se administró por duplicado, con un intervalo de 1 año, a 134 mujeres residentes en la Ciudad de México y los resultados se compararon con los de un conjunto de 4 pruebas de recordatorio de 24 horas realizadas en intervalos de 3 meses. Para el primer CFA, los coeficientes atenuados variaron de 0.65 para ácidos grasos saturados a 0.12 para los ácidos grasos poliinsaturados, mientras que, para el segundo FCA, los coeficientes oscilaban entre 0.63 para la grasa total y 0.21 para los ácidos grasos poliinsaturados (22).

El FCA que se empleó para este análisis incluyó datos sobre el consumo de 116 alimentos. Para cada alimento se especificó un tamaño de porción de uso común (por ejemplo, 1 rebanada de pan o 1 taza de café) y los participantes informaron de la frecuencia de consumo de cada alimento durante el año anterior. Los participantes eligieron entre 10 posibles respuestas, que iban desde: “nunca” a “seis o más veces al día”. Los gramos consumidos de cada alimento se calcularon multiplicando las frecuencias de consumo reportadas por el tamaño de la porción de cada alimento. La composición nutricional de cada alimento incluido en el cuestionario fue derivada de las tablas de composición de alimentos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y, cuando fue necesario, complementado con la base de datos de nutrientes desarrollada por el Instituto Nacional de Nutrición (23)

### *Análisis estadístico*

En primer lugar, se describe la población estudiada por variables sociodemográficas (edad, sexo, nivel educativo, consumo total de energía, IDS total, y e IMC como variable continua y categórica (normal, sobrepeso y obesidad). Medias y desviaciones típicas (DE) se presentan para variables continuas y frecuencias y porcentajes para variables categóricas. Se calcularon las medianas y los percentiles 25 y 75 de las puntuaciones de cada componente de la IDS por sexo. Por último, para entender las diferencias en la adherencia al IDS por sexo, estimamos el porcentaje de sujetos clasificados en las diferentes categorías de la puntuación (por debajo, dentro y por encima del rango óptimo de consumo). Usamos la prueba de Mann-Whitney para evaluar las diferencias de IDS entre hombres y mujeres. Se realizaron modelos de Poisson para comprobar las diferencias

entre los porcentajes de consumo por sexo y categoría. Realizamos todos los análisis en Stata 15.0 (Stata Corp, Stata Statistical Software, versión 15, 2017).

## Resultados

La media de edad de la muestra del estudio fue de  $45.5 \pm 12.8$  años, con una media de IMC de  $26.5 \pm 4.3$ . Más de la mitad de la población se clasificó con sobrepeso u obesidad (61%), y una gran proporción de la población estudió secundaria o más (41%). La mediana del IDS fue de 80.5 (p25, p75 = 72.7, 88.0) de un total de 140. Es importante señalar que la mediana de IDS fue 2 puntos mayor en las mujeres que en los hombres (Cuadro 2).

La mediana de la IDS fue superior a 8 puntos para casi la mitad de los grupos de alimentos. Los grupos de alimentos con mayor puntuación fueron grasas no saturadas, pollo, huevos, pescado, lácteos, verduras y cereales ricos en fibra. Las puntuaciones más bajas fueron para las grasas saturadas, las verduras, frutas y azúcares añadidos. Se encontraron diferencias significativas al comparar por sexo. Para los siguientes grupos de alimentos, la puntuación media fue mayor en las mujeres que en los hombres: verduras (9.0 vs. 6.8,  $p < 0.001$ ), tubérculos (5.5 vs. 5.2,  $p < 0.05$ ) y carnes rojas (6.0 vs. 4.0,  $p < 0.001$ ). Solamente el puntaje de frutas fue mayor en hombres que en mujeres (7.0 vs. 5.0,  $p < 0.001$ ) (Cuadro 3).

Más hombres que mujeres fueron clasificados con un consumo de cereales ricos en fibra dentro del rango recomendado (36.4% vs. 35.3%, respectivamente; valor de  $P < 0.001$ ). Por el contrario, más mujeres que hombres tuvieron consumos de tubérculos y frutas por arriba de lo recomendado (8.4% vs. 3.5% para tubérculos y 85.9 vs. 71.6% para frutas, respectivamente; valor de  $p < 0.001$ ). Además, más mujeres que hombres tenían un consumo dentro del rango recomendado de verduras (43.9 vs. 24.6%; valor de  $p < 0.001$ ). El consumo de carne roja fue mayor de la recomendación para más del 80% de hombres y mujeres, mientras que el consumo de pescado estuvo por debajo de lo recomendado para casi el 60% de la población adulta. Del mismo modo, más del 90% de los hombres y mujeres tenían consumo de verduras y frutas por debajo de lo recomendado. El 35% consumió grasas saturadas por encima de lo recomendado (Tabla 4). Por último, más del 80% de los participantes del estudio consumieron azúcares añadidos por encima de lo recomendado.

## Discusión

En el presente estudio desarrollamos un índice de dieta sostenible basado en las recomendaciones de la comisión EAT-Lancet. Este puntaje de la dieta considera la complejidad del contexto en México en el que podría aplicarse.

Nuestros resultados mostraron una mediana global del IDS de 80.5 sobre 140 puntos en una muestra de población adulta mexicana, representando una adherencia de 57.5% (calculada como la puntuación media o mediana obtenida en la muestra dividida por el total de puntos posibles en la puntuación por 100). La adherencia a las recomendaciones de EAT-Lancet observada en nuestro estudio fue superior a la reportada por Shamah et al. (2020). Las diferencias observadas entre los diferentes estudios refuerzan la necesidad de elaborar índices específicos para cada país, así como la importancia de considerar límites de consumo mínimos y máximos.

Específicamente, observamos una alta adherencia a diversos grupos de alimentos. La más alta la puntuación fue para las grasas no saturadas; virtualmente todos los sujetos de estudio tenían un consumo para este macronutriente dentro del intervalo recomendado. Una posible explicación es que la recomendación el EAT-Lancet para las grasas no saturadas es baja (11.8–27.7 g por 2500 kcal). Históricamente, la población mexicana ha consumido pocas grasas no saturadas, que, aunque pueden ser buenas para el planeta no son necesariamente saludables si el consumo de grasas saturadas sigue siendo alta. Encontramos una mediana de consumo de grasas saturadas de 18.2 g/d y un puntaje medio de 2.0; fue uno de los grupos con más bajo puntaje, junto con los azúcares añadidos. Estudios previos también han indicado un alto consumo de grasas saturadas entre los mexicanos. La encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 mostró que la media de consumo habitual de grasas saturadas fue de 27 g/d y 22 g/d para hombres y mujeres, respectivamente. Además, este estudio encontró que más del 50% de los adultos consumieron grasas saturadas por encima del límite recomendado (24). El informe del Grupo de Expertos en Nutrición y Enfermedades Crónicas (*Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases*

*Expert Group*) también reportó que la contribución del consumo de grasas saturadas al total de energía entre los adultos mexicanos en 2010 estuvo entre 7.0% y 8.4%, relativamente cerca del máximo recomendado (10%) (25).

La mediana del puntaje para el pollo, el huevo, los productos lácteos y el pescado fue superior a 8 puntos, lo que podría reflejar un consumo moderado de esos alimentos debido a su costo o razones culturales. Aunque el consumo de carne en México no alcanza los niveles de otros países como Estados Unidos, Argentina, Brasil o Uruguay (26), fue suficiente para que más del 80% de la muestra superara las recomendaciones de EAT-Lancet dando como resultado un puntaje relativamente bajo (mediana de 4 puntos). No se recomienda un consumo elevado de carne roja ya que representa un importante factor de riesgo para enfermedades crónicas como el cáncer, como se muestra en múltiples estudios observacionales. Tampoco se recomienda para la salud planetaria, ya que la carne es uno de los alimentos que producen la mayor cantidad de gases de efecto invernadero por kilogramo producido (27, 28).

Encontramos diferencias por sexo en los puntajes de frutas, verduras, tubérculos y carne. La puntuación de las frutas fue mayor en los hombres que en las mujeres. Lo anterior puede explicarse debido a que un porcentaje mayor de mujeres que de hombres consumen más fruta de lo recomendada, lo que puede ser bueno para la salud, pero no para el planeta. Por otra parte, la mediana del puntaje para las verduras, los tubérculos y la carne roja fueron mayores en las mujeres que en los hombres. Lo anterior podría explicarse a factores socioculturales relacionados con el género. Algunas culturas destacan la importancia de la apariencia física entre las mujeres, relacionándolas con el mantenimiento de conductas alimentarias saludables (como un mayor consumo de frutas, vegetales y tubérculos) para mantenerse en buena forma física (29). Del mismo modo, el consumo de carne se ha asociado con la masculinidad, lo que podría explicar, al menos en parte, por qué los hombres tienen un puntaje inferior en el consumo de carne (mayor consumo) que las mujeres. Dado el potencial efecto del rol de género en la dieta no podemos descartar la posibilidad de que las diferencias observadas por sexo también se expliquen por el sesgo de lo que puede juzgarse socialmente deseable o conveniente (*Social*

*desirability*). Este término hace referencia a la tendencia de sub reportar actitudes y comportamientos socialmente indeseables y sobre reportar atributos social o culturalmente más deseables (27). Finalmente, encontramos un alto consumo de azúcares añadidos en hombres y mujeres. Este resultado está en la misma dirección con lo reportado por Sánchez-Pimienta et al., quienes constataron que la contribución de los azúcares añadidos al consumo total de energía fue del 12.6%, cuando la OMS recomienda que los azúcares añadidos representen menos del 10% del consumo total de energía (28).

La principal limitación de este estudio fue el uso de un CFA. A diferencia de otros métodos dietéticos, el FCA puede aumentar el cansancio del sujeto y aumentar el error de respuesta. Por otra parte, el CFA pueden verse afectado por un sesgo de sub o sobre reporte, como se ha descrito anteriormente. Teniendo en cuenta la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en la muestra analizada, es más probable que haya existido un subreporte en el consumo de alimentos poco saludables y sobre reporte de alimentos saludables en esta muestra. Por lo tanto, no descartamos la posibilidad de que las puntuaciones de algunos componentes, como los grupos de alimentos menos saludables, estén sobre reportados. Para componentes más saludables, la dirección del sesgo es menos claro, ya que los consumos elevados se penalizan a través de la IDS. A pesar de las limitaciones, el CFA es una herramienta útil para evaluar la adherencia a las recomendaciones dietéticas, como las determinadas por la Comisión EAT-Lancet para dietas sostenibles. Otra posible limitación se refiere a la representatividad de la muestra; probamos la IDS en una muestra de adultos mexicanos que puede estar lejos de representar a toda la población adulta mexicana. La cohorte de trabajadores de la salud incluye principalmente a mujeres enfermeras y trabajadoras de servicios administrativos. Sería conveniente realizar estudios adicionales para estimar el IDS con muestras **representativas** de población mexicana.

## **Conclusiones**

Aunque un índice global de calidad de la dieta sostenible puede permitir comparar la sustentabilidad ambiental de la dieta en varios países, nuestros resultados sugieren la necesidad de adaptaciones regionales a las recomendaciones EAT-Lancet. Nuestro índice propone una metodología práctica y una puntuación gradual que permite una mejor diferenciación entre los

grados de adherencia de la dieta sostenible, teniendo en cuenta el contexto en el que el índice está destinado a aplicarse. Esta herramienta puede brindar información para las políticas públicas alimentarias para mejorar salud y el medio ambiente. También esperamos que la aplicación de este índice ayude a evaluar el progreso de futuras intervenciones.

## Cuadros y figuras

Cuadro 1. Puntos de corte por debajo de lo recomendado, óptimos y por arriba de las recomendaciones por grupo de alimento, límites y puntajes<sup>4</sup>

Grupo de alimento y puntaje	Menor a lo recomendado(g/d) (g/2,500kcal/d)	Recomendado (g/d) (g/2,500kcal/d)	Mayor a los recomendados (g/d) (g/2,500kcal/d)
1. Cereales ricos en fibra	<125.0 <sup>2</sup>	125.0-232.0	>232.0
Puntaje	0-9.9	10	9.9-0
2. Tuberculos	<50.0	50.0-100.0	>100.0
Puntaje	0-9.9	10	9.9-0
3. Verduras	<200.0	200.0-600.0	>600.0
Puntaje	0-9.9	10	9.9-0
4. Frutas	<100.0	100.0-300.0	>300.0
Puntaje	0-9.9	10	9.9-0
5. Lácteos	<250.0	250.0-500.0	<500.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
6. Carne roja	<14.0	14.0-28.0	>28.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
7. Pollo	<29.0	29.0-58.0	>58.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
8. Huevo	<13.0	13.0-40.0	>40.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
9. Pescado	< 28.0	28.0-100.0	>100.0
Scoring	5-9.9	10	9.9-0
10. Leguminosas	<75.0	75-100.0	>100.0
Puntaje	0-9.9	10	9.9-0
11. Nueces	<50.0	50.0-75.0	>75.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
12. Grasas no saturadas	<20.0	20.0-80.0	>80.0
Puntaje	5-9.9	10	9.9-0
13. Grasas saturadas	<11.8	11.8-27.7	>27.7 <sup>3</sup>
Puntaje	10-5.1	5-0.1	0
14. Azúcares añadidos	0-<31	-	≥31
Puntaje	10-0.1	-	0

<sup>1</sup> Willett W. et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet Lond Engl. 02 de 2019; 393 (10170):447-92.

<sup>2</sup> Micha R, Shulkin ML, Peñalvo JL, Etiologic effects and optimal intakes of foods and nutrients for risk of cardiovascular diseases and diabetes: Systematic reviews and meta-analyses from the Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE). PLoS One. 2017 Apr 27;12(4): e0175149.

<sup>3</sup> Basado en el 10% de las recomendaciones diarias, OMS 2008

<sup>4</sup> Puntos de corte basados en 2,500 kcal/day

**Cuadro 2.** Características demográficas de los participantes de la Cohorte de trabajadores de la salud por sexo 2004-2006.

<i>Característica, media ± D. E</i>	Todos(n=1908)		Hombres(n=451)		Mujeres(n=1,457)	
Edad (años)	45.5	± 12.8	45.0	± 12.3	45.6	± 12.9
Consumo total de energía (kcal/d)	2032.1	± 854.7	2081.1	± 814.3	2017.0	± 866.5
IMC	26.5	± 4.3	26.9	± 3.7	26.4	± 4.4
<i>IMC categorías, % (n)</i>						
Normal	39.4	(751)	31.7	(143)	41.7	(608)
Sobrepeso	41.7	(797)	47.2	(213)	40.1	(584)
Obesidad	18.9	(360)	21.1	(95)	18.2	(265)
IDS(puntaje), mediana, p25, p75	80.5	(72.7, 88.0)	78.4	(71.2, 86.2)	81.1	(73.2, 88.5)
<i>Nivel de educación, % (n)</i>						
Primaria	12.4	(236)	6.6	(30)	14.1	(206)
Secundaria	15.9	(303)	17.1	(77)	15.6	(226)
Preparatoria y más	70.0	(1336)	74.9	(338)	68.5	(998)
Faltantes	1.7	(33)	1.3	(6)	1.8	(27)

IMC: Índice de Masa Corporal; CTS: Cohorte de trabajadores de la salud; IDS: Índice de dieta sustentable

**Cuadro 3.** Distribución del IDS en hombres y mujeres por grupo de alimento (n=1908)<sup>1</sup>

Grupo de Alimento	media			p50			P25			P75		
	Todos	H	M	Todos	H	M	Todos	H	M	Todos	H	M
Cereales ricos en fibra	7.0	6.8	7.0	8.0	8.0	8.0	4.3	4.0	4.6	10.0	10.0	10.0
Tubérculos	5.7	5.5	5.8	5.5	5.2	5.5	3.1	3.0	3.2	9.0	8.6	9.0
Verduras	7.4	6.5	7.7	8.4	6.8	9.0*	5.1	4.0	5.7	10.0	9.9	10.0
Frutas	5.3	6.2	5.1	5.0	7.0	5.0*	2.2	4.0	2.0	8.0	9.0	8.0
Lácteos	7.5	7.5	7.5	8.3	8.0	8.5	6.0	6.0	6.0	10.0	10.0	10.0
Carne roja	5.2	4.3	5.5	5.0	4.0	6.0*	2.0	2.0	3.0	8.0	7.0	8.0
Pollo	8.1	8.0	8.2	9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	9.0	9.9	9.5	10.0
Huevo	8.1	8.0	8.2	9.0	9.0	9.0	6.9	6.5	6.9	10.0	10.0	10.0
Pescado	8.4	8.4	8.4	9.0	8.9	9.1	7.0	7.1	7.0	10.0	10.0	10.0
Leguminosas	3.7	3.9	3.6	3.1	3.3	2.9*	1.4	1.7	1.3	5.4	5.6	5.4
Nueces	0.9	0.9	0.9	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0
Grasas no saturadas	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Grasas saturadas	2.0	1.8	2.0	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	4.0
Azúcares añadidos	0.6	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

\*Diferente estadísticamente de los hombres, valor de  $p < 0.001$

<sup>1</sup> Hombres (H) (n=451), Mujeres (M) (n=1457)

IDS: Índice de dieta sustentable

Cuadro 4. Porcentaje de hombres y mujeres clasificados por abajo del intervalo recomendado, recomendado y por encima de lo recomendado(n=1908)<sup>1</sup>.

Grupo de Alimento	<i>Debajo de lo recomendado</i>		<i>Recomendado</i>		<i>Arriba de lo recomendado</i>	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Cereales ricos en fibra	38.4	49.5*	36.4	35.3*	25.3	15.2**
Tubérculos	77.2	68.9	19.3	21.8	3.6	8.4*
Verduras	72.7	51.8*	24.6	43.9*	2.7	4.3
Frutas	5.1	2.2	23.3	11.9*	71.6	85.9*
Lácteos	46.8	33.7*	29.3	35.1**	24.0	31.2*
Carne roja	4.2	5.8	6.0	11.0*	89.8	83.2
Pollo	20.2	17.4	22.2	25.1	57.7	57.6
Huevo	36.4	49.5*	39.5	34.5	24.2	16.0*
Pescado	57.9	57.4	37.7	39.1	4.4	3.6
Leguminosas	91.8	92.2	3.6	3.6	4.7	4.2
Nueces	99.8	99.3	0.2	0.3	0.0	0.5
Grasas no saturadas	0.0	1.4	99.3	98.1	0.7	0.5
Grasas saturadas	0.9	1.7	61.4	62.1	37.7	36.2
Azúcares añadidos	0.7	1.2	-	-	88.9	83.8

<sup>1</sup> Hombres (n=451), Mujeres (n=1457)

\*Diferente estadísticamente de los hombres, valor de p < 0.001

IDS: Índice de dieta sostenible

## Bibliografía capítulo

1. Watts, N.; Amann, M.; Arnell, N.; Ayeb-Karlsson, S.; Beagley, J.; Belesova, K.; Boykoff, M.; Byass, P.; Cai, W.; Campbell-Lendrum, D.; et al. The 2020 Report of The Lancet Countdown on Health and Climate Change: Responding to Converging Crises. *Lancet* 2021, 397, 129–170. [CrossRef] [PubMed]
2. Crippa, M.; Solazzo, E.; Guizzardi, D.; Monforti-Ferrario, F.; Tubiello, F.N.; Leip, A. Food Systems Are Responsible for a Third of Global Anthropogenic GHG Emissions. *Nat. Food* 2021, 2, 198–209. [CrossRef]
3. Lee, B.X.; Kjaerulf, F.; Turner, S.; Cohen, L.; Donnelly, P.D.; Muggah, R.; Davis, R.; Realini, A.; Kieselbach, B.; MacGregor, L.S.; et al. Transforming Our World: Implementing the 2030 Agenda Through Sustainable Development Goal Indicators. *J. Public Health Policy* 2016, 37 (Suppl. 1), 13–31. [CrossRef] [PubMed]
4. Willett, W.; Rockström, J.; Loken, B.; Springmann, M.; Lang, T.; Vermeulen, S.; Garnett, T.; Tilman, D.; DeClerck, F.; Wood, A.; et al. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. *Lancet* 2019, 393, 447–492. [CrossRef] [PubMed]
5. Knuppel, A.; Papier, K.; Key, T.J.; Travis, R.C. EAT-Lancet Score and Major Health Outcomes: The EPIC-Oxford Study. *Lancet* 2019, 394, 213–214. [CrossRef]
6. Ibsen, D.B.; Christiansen, A.H.; Olsen, A.; Tjønneland, A.; Overvad, K.; Wolk, A.; Mortensen, J.K.; Dahm, C.C. Adherence to the EAT-Lancet Diet and Risk of Stroke and Stroke Subtypes: A Cohort Study. *Stroke* 2022, 53, 154–163. [CrossRef]
7. Hanley-Cook, G.T.; Argaw, A.A.; de Kok, B.P.; Vanslambrouck, K.W.; Toe, L.C.; Kolsteren, P.W.; Jones, A.D.; Lachat, C.K. EAT Lancet Diet Score Requires Minimum Intake Values to Predict Higher Micronutrient Adequacy of Diets in Rural Women of Reproductive Age from Five Low- and Middle-Income Countries. *Br. J. Nutr.* 2020, 126, 92–100. [CrossRef]
8. Marchionni, D.M.; Cacau, L.T.; De Carli, E.; de Carvalho, A.M.; Rulli, M.C. Low Adherence to the EAT-Lancet Sustainable Reference Diet in the Brazilian Population: Findings from the National Dietary Survey 2017–2018. *Nutrients* 2022, 14, 1187. [CrossRef]

9. Vallejo, R.M.; Schulz, C.-A.; van de Locht, K.; Oluwagbemigun, K.; Alexy, U.; Nöthlings, U. Associations of Adherence to a Dietary Index Based on the EAT-Lancet Reference Diet with Nutritional, Anthropometric, and Ecological Sustainability Parameters: Results from the German DONALD Cohort Study. *J. Nutr.* 2022, 152, 1763–1772. [CrossRef]
10. Gálvez, A. *Eating NAFTA: Trade, Food Policies, and the Destruction of Mexico*, 1st ed.; University of California Press: Berkeley, CA, USA, 2018; ISBN 978-0-520-29180-5.
11. Denova-Gutiérrez, E.; Flores, Y.N.; Gallegos-Carrillo, K.; Ramírez-Palacios, P.; Rivera-Paredes, B.; Muñoz-Aguirre, P.; Velázquez-Cruz, R.; Torres-Ibarra, L.; Meneses-León, J.; Méndez-Hernández, P.; et al. Health Workers Cohort Study: Methods and Study Design. *Salud Pública Méx.* 2016, 58, 708–716. [CrossRef]
12. Willett, W.; Stampfer, M.J. Total Energy Intake: Implications For Epidemiologic Analysis. *Am. J. Epidemiol.* 1986, 124, 17–27. [CrossRef] [PubMed]
13. EAT-Lancet\_Commission\_Summary\_Report. Food Planet Health. Healthy Diets from Sustainable Food Systems Summary Report of the EAT-Lancet Commission. *Lancet* 2019. Available online: [https://eatforum.org/content/uploads/2019/04/EAT-Lancet\\_Commission\\_Summary\\_Report.pdf](https://eatforum.org/content/uploads/2019/04/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf) (accessed on 1 December 2020).
14. Marrón-Ponce, J.A.; Tolentino-Mayo, L.; Hernández-F, M.; Batis, C. Trends in Ultra-Processed Food Purchases from 1984 to 2016 in Mexican Households. *Nutrients* 2018, 11, 45. [CrossRef] [PubMed]
15. Ramírez-Silva, I.; Rodríguez-Ramírez, S.; Barragán-Vázquez, S.; Castellanos-Gutiérrez, A.; Reyes-García, A.; Martínez-Piña, A.; Pedroza-Tobías, A. Prevalence of Inadequate Intake of Vitamins and Minerals in the Mexican Population Correcting by Nutrient Retention Factors, Ensanut 2016. *Salud Pública Méx.* 2020, 62, 521–531. [CrossRef]
16. DOF-Diario Oficial de La Federación. Available online: [http://diariooficial.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=2053057](http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=2053057) (accessed on 1 December 2020).
17. Micha, R.; Shulkin, M.L.; Peñalvo, J.L.; Khatibzadeh, S.; Singh, G.M.; Rao, M.; Fahimi, S.; Powles, J.; Mozaffarian, D. Etiologic Effects and Optimal Intakes of Foods and Nutrients for Risk of Cardiovascular Diseases and Diabetes: Systematic Reviews and Meta-Analyses from the

Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE). PLoS ONE 2017, 12, e0175149.

[CrossRef]

18. Healthy Diet. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (accessed on 8 March 2021).

19. National Union of Poultry Farmers of Mexico. Situation of the Mexican Poultry Industry 2021. National Union of Poultry Farmers of Mexico. Available online: <https://una.org.mx/industria/> (accessed on 27 May 2021).

20. Mundo-Rosas, V.; Unar-Munguía, M.; Hernández-F, M.; Pérez-Escamilla, R.; Shamah-Levy, T. La seguridad alimentaria en los hogares en pobreza de México: Una mirada desde el acceso, la disponibilidad y el consumo. *Salud Pública Méx.* 2019, 61, 866–875. [CrossRef]

21. Cuevas-Nasu, L.; Gaona-Pineda, E.B.; Rodríguez-Ramírez, S.; Morales-Ruán, M.D.C.; González-Castell, L.D.; García-Feregrino, R.; Gómez-Acosta, L.M.; Ávila-Arcos, M.A.; Shamah-Levy, T.; Rivera-Dommarco, J. Stunting in children population in localities under 100 000 inhabitants in Mexico. *Salud Pública Méx.* 2019, 61, 833–840. [CrossRef]

22. Hernández-Avila, M.; Romieu, I.; Parra, S.; Hernández-Avila, J.; Madrigal, H.; Willett, W. Validity and Reproducibility of Food Frequency Questionnaire to Assess Dietary Intake of Women Living in Mexico City. *Salud Pública Méx.* 1998, 40, 133–140. [CrossRef]

23. US Department of Agriculture. Composition of Foods—Raw, Processed, and Prepared. In *Agricultural Handbook; No. 8.* 1963; United States Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1985.

24. Lopez-Olmedo, N.; Carriquiry, A.L.; Rodríguez-Ramírez, S.; Ramírez-Silva, I.; Espinosa-Montero, J.; Hernández-Barrera, L.; Campirano, F.; Martínez-Tapia, B.; Rivera, J.A. Usual Intake of Added Sugars and Saturated Fats Is High While Dietary Fiber Is Low in the Mexican Population. *J. Nutr.* 2016, 146, 1856S–1865S. [CrossRef]

25. Micha, R.; Khatibzadeh, S.; Shi, P.; Fahimi, S.; Lim, S.; Andrews, K.G.; Engell, R.E.; Powles, J.; Ezzati, M.; Mozaffarian, D. Global, Regional, and National Consumption Levels of Dietary Fats and Oils in 1990 and 2010: A Systematic Analysis Including 266 Country-Specific Nutrition Surveys. *BMJ* 2014, 348, g2272. [CrossRef]

26. Infographic: The Countries That Eat The Most Meat. Available online: <https://www.statista.com/chart/3707/the-countries-thateat-the-most-meat/> (accessed on 26 August 2021).
27. Latkin, C.A.; Edwards, C.; Davey-Rothwell, M.A.; Tobin, K.E. The Relationship between Social Desirability Bias and Self-Reports of Health, Substance Use, and Social Network Factors among Urban Substance Users in Baltimore, Maryland. *Addict. Behav.* 2017, 73, 133–136. [CrossRef] [PubMed]
28. Sánchez-Pimienta, T.G.; Batis, C.; Lutter, C.K.; Rivera, J.A. Sugar-Sweetened Beverages Are the Main Sources of Added Sugar Intake in the Mexican Population. *J. Nutr.* 2016, 146, 1888S–1896S. [CrossRef] [PubMed]
29. Love, H.J.; Sulikowski, D. Of Meat and Men: Sex Differences in Implicit and Explicit Attitudes Toward Meat. *Front. Psychol.* 2018, 9, 559. [CrossRef] [PubMed]

## Capítulo 3

Artículo: Asociación entre un índice de dieta sostenible y riesgo de diabetes tipo 2 en adultos mexicanos

### Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) se considera uno de los problemas de salud pública más importantes de la historia moderna de nuestro país. De acuerdo con la ENSANUT 2022, la prevalencia de prediabetes en México es del 22.1 %, y la de DM2 es del 12.6%, de tal manera que de 2006 a 2022 la prevalencia de diabetes aumentó de 14.4 a 18.3% (1). Se estima que la atención a la DM2 consume el 15% de los recursos invertidos por las instituciones de salud en México (2). Por otra parte, la mortalidad por DM2 en México es una de las más altas en el mundo (3,4). En este contexto, entender los factores subyacentes y desarrollar estrategias efectivas de prevención y manejo son imperativos para abordar este problema en México (5). Entre los factores modificables para reducir la ocurrencia de DM2, la dieta es uno de los mejor documentados (6). Al respecto la Norma Oficial Mexicana para la prevención, tratamiento y control de la DM2, en concordancia con otras guías internacionales, establece que la prevención y tratamiento de la enfermedad se debe enfocar en la dieta en su conjunto en lugar de en algún nutrimento o alimento en específico (7). Una forma de evaluar la dieta de forma global es a través de índices de calidad, los cuales representan una medida de la calidad de la dieta en relación a recomendaciones nutricionales. Algunos estudios han evaluado la asociación de la calidad de la dieta con el riesgo de DM2 en estudios prospectivos (8); sin embargo, todavía es limitada la evidencia sobre la relación entre una dieta saludable y sostenible y el riesgo de DM2 (9).

En años recientes ha habido un esfuerzo por modificar las recomendaciones alimentarias para que sean no sólo saludables sino también sostenibles. En este sentido, la Comisión EAT-Lancet propuso una serie de recomendaciones basadas en la ciencia nutricional y ambiental de vanguardia para lograr una dieta saludable basada en sistemas alimentarios sostenibles para el año 2050 (10). En los últimos años, diversos estudios han evaluado la asociación de una dieta sostenible con enfermedades crónicas y particularmente con DM2 (11-13). Sin embargo, la mayoría lo han hecho con índices dicotómicos que son limitados en considerar la complejidad de

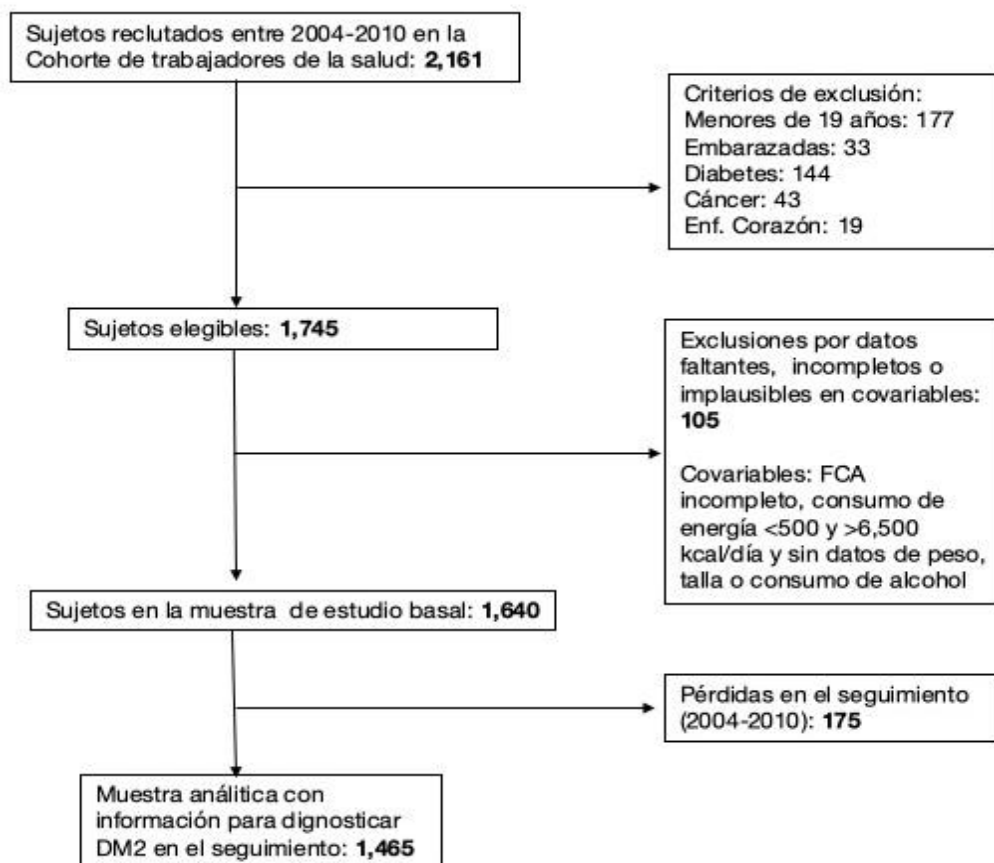
las recomendaciones de EAT-Lancet (14,15). Por lo tanto, en el presente estudio evaluamos la asociación de un índice de dieta sostenible que incorpora consumos mínimos y máximos y el riesgo de DM2.

## **Metodología**

### *Diseño del estudio y participantes*

La Cohorte de Trabajadores de la Salud (CTS) es un estudio de cohorte en curso, realizado en el centro de México. Los participantes son trabajadores de la salud del Instituto Mexicano del Seguro Social y sus familiares en Cuernavaca, Morelos. El objetivo de la CTS es examinar el efecto de factores genéticos y de estilo de vida en la aparición de diferentes resultados de salud de interés en la población mexicana. El protocolo del estudio, los cuestionarios y los formularios de consentimiento informado fueron aprobados por la Comisión de Investigación y Ética del Instituto Mexicano del Seguro Social (12CEI 09 006 14). Se obtuvo consentimiento informado por escrito de todos los participantes del estudio. Más detalles sobre el diseño y los métodos de la CTS han sido descritos previamente (16).

Para el presente análisis, se utilizó la información obtenida en la medición basal y de seguimiento (2004 y 2010, respectivamente) de 2,161 participantes. La tasa de respuesta al seguimiento del estudio fue de 83%, se excluyeron participantes menores de 19 años (n=177), embarazadas (n=33), con diagnóstico previo o nuevo de DM2 (n=144), cáncer (n=43) o enfermedades del corazón (n=19) durante la medición basal. También se excluyeron aquellos que no completaron todas las secciones del cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (FCA), a los participantes con consumos energéticos no plausibles (<500 kcal/día o >6500 kcal/día, o con algún faltante en las siguientes variables: peso, talla y consumo de alcohol (n= 105). Finalmente, se excluyeron 175 participantes que no fueron seguidos en el periodo 2004-2010; por lo tanto, la muestra analítica estuvo compuesta por 1,465 individuos. (Ver figura 1.)



**Figura 1.** Diagrama de flujo participantes de la Cohorte de trabajadores de la Salud, muestra analítica 2004–2010.  
a FCA: Frecuencia de Consumo de alimentos

### *Diabetes tipo 2*

La DM2 se definió como la presencia de alguno de los siguientes criterios: 1) autoreporte de DM2 diagnosticada por un médico, 2) autoreporte de uso de medicamentos hipoglucemiantes, y/o 3) presentar glucosa en ayunas >126mg/dL durante la evaluación clínica (17). Se midió la glucosa en sangre, en ayuno >8 hrs., con el método colorimétrico enzimático utilizando glucosa oxidada con un instrumento Selectra XL (Randox, ELITechGroup, Delhi, India). La fecha de los casos incidentes de DM2 se definió en función de la fecha en que se obtuvo la muestra de sangre

donde la glucosa en ayunas fue  $>126$  mg/dL o del año del diagnóstico médico o la fecha de inicio de uso de hipoglucemiantes reportada por los participantes.

Se estimó el tiempo entre la medición basal (2004-2006) y el seguimiento (2010-2012) en intervalos de un año para determinar el tiempo transcurrido desde el diagnóstico de DM2 o inicio de uso de hipoglucemiantes. Se fijó el 30 de junio como fecha de diagnóstico para cada año. Se calculó la fecha del diagnóstico médico e inicio de uso de hipoglucemiantes restando la fecha del diagnóstico de diabetes tipo 2 a la fecha en que se devolvieron los cuestionarios completados. Para los participantes que no desarrollaron DM2 se calcularon los años-persona de seguimiento desde la fecha de devolución del cuestionario a la fecha de su última visita de seguimiento.

### *Índice de dieta sostenible*

La calidad de la dieta fue evaluada utilizando el índice de dieta sostenible (IDS), la información en detalle sobre este índice ha sido descrita previamente (18). En resumen, IDS se basa en las recomendaciones propuestas por la Comisión EAT-Lancet (19). El IDS contempla los 14 componentes recomendados; 1: cereales integrales, 2: tubérculos y hortalizas con almidón (tubérculos); 3: verduras; 4: frutas; 5: productos lácteos (lácteos); 6: carne de res, cordero, cerdo y carnes procesadas (carnes rojas); 7: pollo y otras aves de corral (aves de corral); 8: huevos; 9: pescado; 10: legumbres; 11: nueces; 12: grasas no saturadas; 13: grasas saturadas; y 14: azúcares añadidos [13]. En lugar de cereales integrales consideramos cereales ricos en fibra debido a un consumo muy baja de cereales integrales y a la falta de variación en el consumo de cereales integrales en la dieta mexicana (20).

El puntaje de cada componente oscila entre 0 y 10 puntos. Para todos los componentes, excepto grasas saturadas y azúcares añadidos, se asigna un valor de 10 puntos cuando el consumo está dentro del rango recomendable. El puntaje va disminuyendo conforme el consumo de alimentos se aleja de lo recomendado; es decir, cuando el consumo es mayor o menor de lo recomendado. Para el caso de grasas saturadas y azúcares añadidos, el puntaje aumenta conforme el consumo de dichos componentes es menor. Las recomendaciones se basan en una dieta de 2,500 kcal/d, por lo que se ponderaron las recomendaciones de acuerdo con el consumo total de energía de

cada individuo. El puntaje total puede tener valores de 0 (nada de adherencia) a 140 puntos (adherencia perfecta). Para el presente análisis invertimos el puntaje (0= adherencia perfecta, 140=nada de adherencia) para facilitar la interpretación de los resultados.

#### *Cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos*

Utilizando un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (CFA) validado, estimamos el consumo dietético y determinamos la adherencia al IDS para cada participante. El CFA incluye datos sobre el consumo de 116 alimentos; éste especifica un tamaño de porción estándar para cada alimento y los participantes informan la frecuencia de consumo en los 12 meses previos. Los participantes eligieron entre 10 respuestas posibles, que van de "nunca" hasta "6 o más veces al día". Los gramos consumidos de cada alimento por día se calcularon multiplicando las frecuencias de consumo informadas por el tamaño de la porción de cada alimento. La composición nutricional de cada alimento incluido en el cuestionario se derivó de las tablas de composición de alimentos del Departamento de Agricultura de EE. UU. y, cuando fue necesario, se complementó con la base de datos de nutrientes desarrollada por el Instituto Nacional de Nutrición (22).

#### *Covariables*

Entre los datos clínicos, de comportamiento y demográficos recopilados en la CTS, consideramos información sobre edad, sexo, índice de masa corporal, hipertensión arterial, actividad física, antecedentes familiares de diabetes, consumo de alcohol, consumo de tabaco y nivel educativo. El índice de masa corporal se calculó utilizando la ecuación estándar (peso en kg /talla en cm<sup>2</sup>) (23). Se clasificó como bajo peso por debajo de 18.5; normo peso entre 18.5 y 24.9 y sobrepeso y obesidad de 30 o más (24). Se clasificaron con hipertensión a las personas participantes que reportaron haber sido diagnosticadas con hipertensión por un médico, que reportaron el uso de medicamentos antihipertensivos o que tuvieron una presión arterial sistólica o diastólica > 140mmHg o > 90 mmHg, respectivamente. La presión arterial en reposo se midió por duplicado y se utilizó como variable el promedio empleando un monitor de presión arterial digital

automático (25). Se estimó la actividad física en el tiempo libre semanal destinada a 16 actividades como caminar, correr y andar en bicicleta. Los participantes fueron clasificados como activos si su actividad física en su tiempo libre de era  $\geq 150$ min/semana (26). La historia familiar de diabetes (sí/no) se determinó mediante autoreporte. Para el consumo de tabaco se utilizaron tres categorías: no fumadores, exfumadores y fumadores actuales. El consumo de alcohol se categorizó en nunca consumidores, exconsumidores y consumidores actuales (consumo de al menos una copa de alcohol en los 12 meses previos). El nivel educativo se clasificó en primaria, secundaria y preparatoria o más. Para las covariables de consumo de tabaco, nivel educativo y antecedentes familiares de diabetes tipo 2 se generó adicionalmente una categoría de datos faltantes en concordancia con lo recomendado por McNeish D y cols., de generar este tipo de categorías cuando la cantidad de datos faltantes es considerable, con el fin de minimizar la reducción del tamaño de muestra (27).

### **Análisis estadístico**

Para mostrar las características clínicas y sociodemográficas se establecieron puntos de corte con base a la distribución del puntaje de nuestro IDS: I (rango 0-70), II (rango 71-89) y III (rango  $\geq 90$ ). Primero se describen las características de la población en estudio en el total de la muestra y por categoría del puntaje del IDS. Se presentan medias y desviaciones estándar para variables continuas y frecuencias y porcentajes para variables categóricas.

Para evaluar la asociación entre el IDS de la dieta en su modalidad continua al inicio del estudio con la incidencia de DM2, se estimaron los cocientes de riesgo o *Hazard Ratios* (HR) junto con los intervalos de confianza (IC) al 95% utilizando la regresión de riesgos proporcionales de Cox con el tiempo-persona como escala de tiempo. Se analizaron dos modelos: el modelo 1 se ajustó sólo por la edad de los participantes, mientras que el modelo 2, además de edad, se ajustó por posibles factores de confusión identificados después de la revisión de la literatura y utilizando un diagrama causal acíclico utilizando el programa *Software dagitty package v0.3-1*. (28).

Consideramos las siguientes covariables en los análisis multivariados ajustados: sexo, nivel educativo, consumo de tabaco, actividad física en el tiempo libre  $\geq 150$ min /semana, antecedentes familiares de diabetes, y consumo de alcohol al inicio del estudio. El supuesto de

riesgos proporcionales se evaluó mediante una verificación gráfica del valor acumulado al registrar el riesgo versus el tiempo y probarlo usando Residuos de Schoenfeld (29) que prueban la hipótesis nula de pendientes cero para covariables individuales y globales para cada modelo de regresión. Realizamos todos los análisis en Stata 15.0 (*Stata Corp, Stata Statistical Software, versión 15, 2017*).

#### *Análisis de sensibilidad*

##### *Modelos adicionalmente ajustados por estatus de hipertensión e índice de masa corporal*

El estatus de hipertensión y el índice de masa corporal (IMC) son variables que modifican la dieta, y son factores de riesgo de DM2; por lo tanto, pueden ser considerados confusores. Sin embargo, también pueden ser mediadores de la relación dieta-DM2; es decir, la dieta puede ser factor de riesgo de hipertensión e incremento del IMC, los que, a su vez, son de riesgo para DM2. Dado que no es posible discernir si se trata de confusores o mediadores al haberse levantado la información al mismo tiempo que la exposición, decidimos ajustar los modelos por estas variables como análisis de sensibilidad.

##### *Análisis del índice de dieta sostenible con componentes dicotómicos*

Debido a que varios autores han evaluado la adherencia a las recomendaciones de la dieta saludable y sostenible utilizando componentes dicotómicos (calificando con 1 si alcanzan el mínimo recomendado versus 0 si no) (25,52–54), decidimos evaluar la asociación de la calidad de la dieta con DM2 utilizando esta aproximación con fines de comparación. Este índice de dieta sostenible con componentes dicotómicos por lo tanto tiene valores discretos de 0 (nada de adherencia) a 14 (adherencia perfecta). Igualmente invertimos el índice (0= adherencia perfecta, 140=nada de adherencia) para facilitar la interpretación y comparabilidad. Se corrieron modelos Cox similares a los del análisis principal, incluyendo las mismas variables de ajuste.

## Resultados

### *Características de línea base*

La muestra analítica comprendió un total de 1,465 participantes con una edad media de  $44.9 \pm 12.4$  años, la mayoría fueron mujeres (75.5%). Las mujeres, así como las personas de mayor edad, con historia familiar de diabetes o consumidoras actuales de tabaco y alcohol tuvieron un mayor puntaje del IDS. Por el contrario, las personas con menor nivel educativo, con obesidad, menor actividad física e hipertensión tuvieron un menor puntaje en el índice (Cuadro 1).

### *Índice de la dieta sostenible e incidencia de DM2*

Durante 9,666.1 años-persona de seguimiento con una mediana de seguimiento de 6.7 años (P25-P75: rango: 6.9–9.5 años) en 1,465 sujetos normoglucémicos al inicio del estudio, determinamos 108 casos incidentes de DM2, lo que significa una tasa de incidencia del 11.17 por 1,000 años-persona en toda la muestra (Cuadro 2).

El IDS no se asoció con el riesgo de DM2 en el modelo ajustado por edad y completo (HR 0.99; IC95%: 0.97-1.00). Los resultados fueron similares al ajustar por estatus de hipertensión e IMC (cuadro 3). El IDS con componentes dicotómicos tampoco se asoció con el riesgo de DM2. Sin embargo, la asociación se mantuvo en sentido contrario a lo observado cuando se analizó el IDS con componentes dicotómicos; es decir, una menor adherencia se asoció con mayor riesgo de DM2 (HR 1.02; IC95%: 0.89-1.14). (cuadro 3).

## Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación de un IDS con el puntaje continuo en sus componentes y el riesgo de DM2 en una cohorte de adultos mexicanos con una tasa aceptable de respuesta (83%). Este uno de los pocos estudios prospectivos que se han realizado en México con el objetivo de analizar la asociación entre un índice de la dieta sostenible y la

incidencia de DM2. El IDS no se asoció con el riesgo de DM2 tanto en el modelo crudo como en los modelos ajustados. Asimismo, el ajuste adicional por IMC e hipertensión no mostró cambios en la estimación del riesgo de diabetes.

Existen pocos estudios que hayan buscado evaluar la asociación entre la adherencia a un IDS y el riesgo de DM2 que hayan reportado el uso de un índice continuo (que evalúe los consumos mínimos y por arriba de lo recomendado). Hanley-Cook, en un estudio multicéntrico que incluyó países como República del Congo y Vietnam, concluyó que un índice basado en EAT-Lancet requiere medir los consumos mínimos para evitar evaluar como positivos los casos de no consumo, especialmente en el caso de alimentos ricos en nutrientes (29). La mayoría de los estudios se han basado en uno de los primeros abordajes propuestos por Knuppel que utilizó componentes dicotómicos (0=no cubre las recomendaciones; 1= si cubre las recomendaciones) de EAT-Lancet. Nuestros resultados difieren de lo encontrado en algunos países utilizando esta estrategia dicotómica como Suecia donde una alta adherencia al puntaje de su índice ( $\geq 23$  puntos) mostró una reducción de 18% (IC 95% : 4%–30%) en el riesgo de DM2. En un estudio llevado a cabo en adultos británicos se observó una reducción del riesgo de DM2 al comparar el tercil de mayor adherencia con el más bajo: razón de riesgo para DM2=0.81 (95% IC 0.72–0.90). En México, en un estudio realizado en mujeres adultas realizado por López G, et al. se encontró que una alta adherencia al índice basado se asoció con una menor incidencia de DM2 (razón de riesgo de DM2 0.90; IC95%: 0.75, 1.10) y que esta asociación resultó imprecisa, aunque se encontró asociación significativa con algunos grupos del índice evaluados por separado. A pesar de que estos últimos estudios descritos han mostrado una misma dirección en el grado de la adherencia y la disminución del riesgo, son pocos estudios y no siempre, como en el caso de México, han mostrado una asociación estadísticamente significativa.

Algunas razones para explicar nuestros hallazgos pueden apuntar a un menor tamaño de muestra comparado con estudios de muestras analíticas considerablemente mayores.

Los beneficios de la una dieta sostenible han sido documentados por varios estudios de cohorte en los años recientes; sin embargo, estos han utilizado metodologías distintas para conformar sus índices lo cual representa un reto para poder establecer comparaciones. Una de estas diferencias radica en la metodología del puntaje; mientras varios estudios han realizado puntajes

con componentes binario (0=no cumple, vs. 1=cumple la recomendaciones) (15), otros han desarrollado puntajes más complejos como el utilizado por Texeira en Brasil (30). Nuestro puntaje intentó desde un principio captar aquellos valores mínimos que un puntaje binario no alcanza a detectar, especialmente pensando en aquellos grupos de alimentos propuestos por EAT-Lancet como las nueces y semillas entre otros, cuyos consumos son relativamente bajos en México. Igualmente buscamos tomar en cuenta consumos por arriba de los recomendado, sin embargo, esta metodología en nuestra muestra no resultó en la asociación esperada con DM2, reportada en los estudios de componentes binarios.

Se realizó un análisis de sensibilidad para medir el probable efecto de variables mediadoras cómo hipertensión e IMC, sin embargo, dicho análisis no mejoraron nuestra asociación respecto al modelo saturado. Adicionalmente, con fines de comparabilidad decidimos transformar nuestro índice en uno de componentes binario como el utilizado por Knuppel A, et al. y otros autores. Esta transformación mejoró el sentido pero no la magnitud ni la significancia de la asociación entre nuestro índice y el riesgo de DM2. Lo anterior puede implicar, que al igual que lo encontrado por López y colaboradores en población Mexicana, las recomendaciones de EAT-Lancet en poblaciones con características de consumo y riesgo de DM2 como las mexicanas, no necesariamente pueden estar asociadas a un menor riesgo de DM2.

Nuestros hallazgos sugieren que son necesarios más estudios con IDS continuo para corroborar los hallazgos del presente estudio. Una tendencia similar podría sugerir la necesidad de repensar si las actuales recomendaciones de EAT-Lancet están cumpliendo el objetivo de además de ser saludables para el planeta también puede serlo para la salud en general, reduciendo el riesgo de DM2 u otras enfermedades crónicas. Esta reflexión es imperante ante el reciente lanzamiento y presentación de los nuevos alcances de la versión 2.0 de las recomendaciones de la comisión Lancet (*EAT-Lancet Commission 2.0*) (32), misma que anunció que evaluará recientes cambios globales como la pasada pandemia de COVID-19 y otras amenazas emergentes para la salud mundial, brotes de enfermedades infecciosas y cambio climático, entre otros. Esta nueva versión que será lanzada en el 2024 hará un énfasis en la necesidad de adaptar estas guías a los nuevos

contextos regionales de una forma creativa (32). Es importante además abordar el enorme efecto del bajo poder adquisitivo de la poblaciones, especialmente en nuestro país, cuyo incremento constante del precio de los alimentos es un factor decisivo en la elección de los mismos. Por último, nuevos estudios con resultados en la misma dirección invitarían a reflexionar y reevaluar los puntos de cohorte propuestos por EAT-Lancet haciendo un mayor énfasis en la salud para cumplir el objetivo de las recomendaciones.

Nuestro estudio tiene limitaciones. El índice de la dieta desarrollado aunque ha sido probado con población Mexicana, no ha tenido un proceso de validación. De igual manera al tratarse de información que fue autoreportada puede tener implicaciones en la precisión de la misma. Cuando se llevó a cabo el presente estudio muchos productos aún no eran considerados acorde a su contenido de granos enteros y otras características de las recomendaciones posteriores de EAT-Lancet como los azúcares añadidos, información que aunque ha mejorado en los últimos años, representó aun un reto acceder a ella en México y tener una correcta estimación.

Nuestros resultados no nos permiten concluir que un mejor puntaje de adherencia a las recomendaciones de EAT-Lancet está asociado al riesgo de DM2. Se recomienda seguir llevando a cabo estudios de base poblacional para determinar el potencial efecto de dietas sostenibles sobre desenlaces de salud. Asimismo, nuevos estudios serán necesarios para determinar el potencial impacto en salud y en el medio ambiente de nuevas recomendaciones alimentarias internacionales y nacionales, como EAT-Lancet 2.0 y las últimas guías alimentarias para población mexicana.

### Cuadros y figuras capítulo 3

**Cuadro 1.** Características basales de los participantes en la Cohorte de Trabajadores de la Salud al inicio del estudio (2004–2006) por categorías del puntaje del Índice de Dieta Sostenible

Característica	Categorías del puntaje de dieta sostenible <sup>a</sup>			
	Todos <i>n</i> =1,465	I (0-70) <i>n</i> =1,223 (83.5%)	II (71-89) <i>n</i> =228 (15.6%)	III (90+) <i>n</i> =14 (0.96%)
Sexo, %				
Mujeres	75.5	75.7	74.6	71.4
Hombres	24.5	24.3	25.44	28.6
Edad (años) <sup>b</sup>	44.9±12.4	45.1 ± 12.1	43.4 ± 13.8	50.0 ± 13.4
Educación, %				
Primaria o menos	9.6	9.9	8.3	0.0
Secundaria	14.9	15.3	11.0	42.9
Preparatoria, universidad	67.4	67.4	68.9	50.0
Missing	8.1	7.4	11.8	7.1
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>	26.3± 4.1	26.3 ± 4.3	26.4 ± 4.4	25.8. ± 3.7
Índice de Masa Corporal(cat.), %				
Normal	40.9	41.0	39.9	50.0
Sobrepeso	41.8	41.6	42.5	42.9
Obesidad	17.3	17.4	17.5	7.14
Actividad Física (>= 150min/sem.), %		184.8 ± 236.8	183.8 ± 222.9	151.2 ± 191.4
YesSí	38.4	38.0	39.9	50.0
No	61.6	62.0	60.1	50.0
Historia Familiar de diabetes, %				
Si	42.5	41.8	45.61	57.1
No	36.0	36.9	33.3	7.1
No sabe	6.5	6.9	3.9	14.3
No responde	14.9	14.4	17.1	21.4
Hipertensión, %	15.9	16.0	15.8	7.14
Consumo de energía(kcal)	2141.8 ±	2031.7 ± 818.0	2642.5 ± 940.6	3605.0 ± 1321.2
Consumo de tabaco, %				
Nunca consumió	54.8	54.4	58.3	35.7
Ex consumidor	24.1	23.9	24.1	42.9
Actualmente consume	17.3	17.7	14.0	21.4
No responde	3.7	4.01	2.6	0.0
Estatus de Consumo de alcohol, %				
Nunca consumió	10.3	10.2	10.9	7.1
Ex consumidor	8.7	8.3	11.4	0.0
Actualmente consume	81.0	81.4	77.6	92.9

<sup>a</sup>Puntaje continuo donde 0 representa la mayor adherencia y 140 la menor

<sup>b</sup>Media ± Desviación Estandar, <sup>c</sup>p50 (Rango Intercuartil)

**Cuadro 2.** Modelos de Cox para el riesgo de Diabetes por puntaje del Índice sostenible de la dieta (IDS)<sup>b</sup> en participantes en la Cohorte de trabajadores de la salud 2004–2006 (n = 1465)

<i>Variables</i>	<i>Valor</i>		
Casos de DM2 (n)	108		
Año-persona (mediana)	9,666.1		
Incidencia cruda de DM2 (por 1,000)	11.,2		
<i>Modelo<sup>b</sup></i>	<i>RR</i>	<i>I.C 95%</i>	<i>Valor de P</i>
1- Edad, RR I.C (95%)	0.99	0.96-1.01	0.378
2- Multivariado-ajustado RR I.C (95%) <sup>b</sup>	0.99	0.97-1.00	0.134
3- Modelo 2 + HTA, RR I.C (95%)	0.99	0.97-1.00	0.133
4- Modelo 2 + HTA + IMC línea basal, RR I.C (95%)	0.99	0.97-1.01	0.236

<sup>a</sup>Abreviaturas: ECST Estudio de Cohorte de trabajadores de la salud, RR Razón de riesgos, IC Intervalo de confianza, IMC Índice de Masa Corporal

<sup>b</sup>IDS continuo, puntajes mayores representan menor adherencia

<sup>c</sup>Ajustado por las siguientes variables al comienzo del estudio: edad, sexo, actividad física, estado de consumo de tabaco, historia familiar de diabetes, nivel de educación.

<sup>d</sup>Casos de diabetes tipo 2= 108, años-persona-observación=9666.1, IDS (media, D.E)= 60.2 ± 11.3

**Cuadro 3.** Modelos de Cox para el riesgo de Diabetes por puntaje dicotómico<sup>a</sup> del Índice sostenible de la dieta (IDS) en participantes en la Cohorte de trabajadores de la salud 2004–2006 (n = 1465)

<i>Modelo<sup>b</sup></i>	<i>RR</i>	<i>I.C 95%</i>	<i>Valor de P</i>
1- Edad, RR I.C (95%)	1.03	0.91-1.16	0.633
2- Multivariado-ajustado RR I.C (95%) <sup>c</sup>	1.02	0.90-1.15	0.750
3- Modelo 2 + HTA, RR I.C (95%)	1.01	0.89-1.14	0.879
4- Modelo 2 + HTA + IMC línea basal, RR I.C (95%)	1.01	0.90-1.15	0.795

<sup>a</sup>Abreviaturas: ECST Estudio de Cohorte de trabajadores de la salud, RR Razón de riesgos, IC Intervalo de confianza, IMC Índice de Masa Corporal

<sup>b</sup>IDS dicotómico, puntajes mayores representan menor adherencia

<sup>c</sup>Ajustado por las siguientes variables al comienzo del estudio: edad, sexo, actividad física, estado de consumo de tabaco, historia familiar de diabetes, nivel de educación.

<sup>d</sup>Casos de diabetes tipo 2= 108, años-persona-observación=9666.1, IDS (media, D.E)= 60.2 ± 11.3

### Bibliografía capítulo 3

1. Basto-Abreu A, López-Olmedo N, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Moreno-Banda GL, Carnalla M, et al. Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Publica Mex.* 13 de junio de 2023;65:s163-8.
2. Salas-Zapata L, Palacio-Mejía LS, Aracena-Genao B, Hernández-Ávila JE, Nieto-López ES. Costos directos de las hospitalizaciones por diabetes mellitus en el Instituto Mexicano del Seguro Social. *Gaceta Sanitaria* [Internet]. mayo de 2018 [citado 9 de febrero de 2024];32(3):209-15. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S021391111630139X>
3. Global diabetes data report 2000 — 2045 [Internet]. [citado 19 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://diabetesatlas.org/data/>
4. Basto-Abreu A, Barrientos-Gutiérrez T, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, López-Olmedo N, De la Cruz-Góngora V, et al. [Prevalence of diabetes and poor glycemic control in Mexico: results from Ensanut 2016.]. *Salud Publica Mex.* febrero de 2020;62(1):50-9.
5. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. 2011 [citado 8 de mayo de 2023]; Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44579>
6. Ley SH, Hamdy O, Mohan V, Hu FB. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. *The Lancet* [Internet]. 7 de junio de 2014 [citado 19 de febrero de 2024];383(9933):1999-2007. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(14\)60613-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(14)60613-9/abstract)
7. Secretaria de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus [Internet]. 2010. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4215/salud/salud.htm>
8. Jannasch F, Kröger J, Schulze MB. Dietary Patterns and Type 2 Diabetes: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Prospective Studies<sup>12</sup>. *The Journal of Nutrition* [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado 18 de febrero de 2024];147(6):1174-82. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022316622107625>
9. Toi PL, Anothaisintawee T, Chaikledkaew U, Briones JR, Reutrakul S, Thakkinstian A. Preventive Role of Diet Interventions and Dietary Factors in Type 2 Diabetes Mellitus: An

- Umbrella Review. *Nutrients* [Internet]. 6 de septiembre de 2020 [citado 1 de febrero de 2024];12(9):2722. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7551929/>
10. Willett, Walter & Rockström, Johan & Loken, Brent & Springmann, Marco & Lang, Tim & Vermeulen, Sonja & Garnett, Tara & Tilman, David & Declerck, Fabrice & Wood, Amanda & Jonell, Malin & Gordon, Line & Fanzo, Jessica & Hawkes, Corinna & Zurayk, Rami & Rivera, Juan & Vries, Wim & Sibanda, Lindiwe & Murray, Christopher. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. 2019.
  11. Lin X, Wang S, Huang J. The Association between the EAT–Lancet Diet and Diabetes: A Systematic Review. *Nutrients* [Internet]. 21 de octubre de 2023 [citado 1 de febrero de 2024];15(20):4462. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10610026/>
  12. Chen GC, Koh WP, Neelakantan N, Yuan JM, Qin LQ, van Dam RM. Diet Quality Indices and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus. *Am J Epidemiol* [Internet]. diciembre de 2018 [citado 1 de febrero de 2024];187(12):2651-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6887680/>
  13. Langmann F, Ibsen DB, Tjønneland A, Olsen A, Overvad K, Dahm CC. Adherence to the EAT–Lancet diet is associated with a lower risk of type 2 diabetes: the Danish Diet, Cancer, and Health cohort. *Eur J Nutr*. abril de 2023;62(3):1493-502.
  14. López GE, Batis C, González C, Chávez M, Cortés-Valencia A, López-Ridaura R, et al. EAT–Lancet Healthy Reference Diet score and diabetes incidence in a cohort of Mexican women. *Eur J Clin Nutr*. marzo de 2023;77(3):348-55.
  15. Knuppel A, Papier K, Key TJ, Travis RC. EAT–Lancet score and major health outcomes: the EPIC–Oxford study. *The Lancet* [Internet]. 2019;394(10194):213-4. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31236-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31236-X)
  16. Denova-Gutiérrez E, Flores YN, Gallegos-Carrillo K, Ramírez-Palacios P, Rivera-Paredes B, Muñoz-Aguirre P, et al. Health workers cohort study: methods and study design. *Salud publica de Mexico*. 2016;58(6):708-16.
  17. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes–2018. *Diabetes Care*. enero de 2018;41(Suppl 1): S13-27.

18. Campirano F, López-Olmedo N, Ramírez-Palacios P, Salmerón J. Sustainable Dietary Score: Methodology for Its Assessment in Mexico Based on EAT-Lancet Recommendations. *Nutrients* [Internet]. enero de 2023 [citado 22 de febrero de 2023];15(4):1017. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/4/1017>
19. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* [Internet]. 2 de febrero de 2019 [citado 27 de noviembre de 2022];393(10170):447-92. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext)
20. Marrón-Ponce JA, Tolentino-Mayo L, Hernández-F M, Batis C. Trends in Ultra-Processed Food Purchases from 1984 to 2016 in Mexican Households. *Nutrients*. 26 de diciembre de 2018;11(1).
21. Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud Publica Mex*. 1998;40(2):133-40.
22. US Department of Agriculture. US Department of Agriculture. *Composition of Foods –raw, processed, and prepared*. Agricultural Handbook No. 8. U.S. Government Printing Offices; 1963.
23. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H<sup>2</sup>) as a measure of fatness. *Int J Obes*. 1985;9(2):147-53.
24. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894: i-xii, 1-253.
25. Huitrón-Bravo GG, Denova-Gutiérrez E, de Jesús Garduño-García J, Talavera JO, Herreros B, Salmerón J. Dietary magnesium intake and risk of hypertension in a Mexican adult population: a cohort study. *BMC Nutr* [Internet]. 17 de febrero de 2015 [citado 6 de febrero de 2024];1(1):6. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/2055-0928-1-6>
26. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2012 [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/9-5-2012-recomendaciones-mundiales-sobre-actividad-fisica-para-salud>

27. McNeish D. Missing data methods for arbitrary missingness with small samples. *Journal of Applied Statistics* [Internet]. 2 de enero de 2017 [citado 18 de marzo de 2024];44(1):24-39. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02664763.2016.1158246>
28. Textor J, van der Zander B, Gilthorpe MS, Liškiewicz M, Ellison GT. Robust causal inference using directed acyclic graphs: the R package 'dagitty'. *International Journal of Epidemiology* [Internet]. 1 de diciembre de 2016 [citado 29 de febrero de 2024];45(6):1887-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ije/dyw341>
29. Schoenfeld D. Partial Residuals for The Proportional Hazards Regression Model. *Biometrika* [Internet]. 1982 [citado 27 de enero de 2024];69(1):239-41. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2335876>
30. Montejano Vallejo R, Schulz CA, van de Locht K, Oluwagbemigun K, Alexy U, Nöthlings U. Associations of Adherence to a Dietary Index Based on the EAT–Lancet Reference Diet with Nutritional, Anthropometric, and Ecological Sustainability Parameters: Results from the German DONALD Cohort Study. *J Nutr* [Internet]. 12 de mayo de 2022 [citado 9 de febrero de 2024];152(7):1763-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9258554/>
31. Bozeman JF, Springfield S, Theis TL. Meeting EAT-Lancet Food Consumption, Nutritional, and Environmental Health Standards: A U.S. Case Study across Racial and Ethnic Subgroups. *Environ Justice* [Internet]. 1 de octubre de 2020 [citado 9 de febrero de 2024];13(5):160-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7580058/>
32. EAT–Lancet Commission 2.0: securing a just transition to healthy, environmentally sustainable diets for all. *The Lancet* [Internet]. 29 de julio de 2023 [citado 25 de febrero de 2024];402(10399):352-4. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(23\)01290-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01290-4/abstract)