

**Archivos Latinoamericanos de Nutrición**  
**Revista Oficial de la**  
**Sociedad Latinoamericana de Nutrición**

---

**VOL 71**

**DICIEMBRE 2021**

**Nº 4**

---

**Contenido**

Páginas

**ARTÍCULOS ORIGINALES**

<b>Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (<i>Erythrina edulis</i>)</b> <i>Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Guadalupe Chaquilla-Quilca, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Candy Naya Céspedes Orosco, Yeni Ventura Saldívar, Paola Cortés-Avenidaño.</i> .....	241
<b>Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México</b> <i>Ana Lilia Lozada-Tequeanes, Armando García-Guerra, Fabiola Mejía-Rodríguez, Anabelle Bonvecchio Arenas.</i> .....	252
<b>Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers</b> <i>Pere Riutord Sbert, Bartomeu Riutord Fe, Neus Riutord Fe, Sebastiana Arroyo Bote, Ángel Arturo López González, José Ignacio Ramírez Manent.</i> .....	261
<b>Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola</b> <i>Yazareni José Mercadante Urquía, Ana Carolina Souza Silva, Luciana Neri Nobre.</i> .....	270
<b>Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia</b> <i>José Antonio Roldan Amaro, Marsela Alejandra Álvarez-Izazaga, Nazira Calleja, Eric Uriel Ramírez Sánchez, María del Refugio Carrasco Quintero, José Ángel Ledesma Solano, Adolfo Chávez Villasana.</i> .....	281
<b>Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato</b> <i>Daniela Ramírez-Montoya, Víctor Daniel Calvo-Betancur, Sandra L. Restrepo-Mesa.</i> .....	290
<b>Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas</b> <i>Karina Ruiz-Torres, Diana Laura Hernández de los Ríos, Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo, Jessica Elizabeth Pineda-Lozano, Alma Gabriela Martínez Moreno.</i> .....	300
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES.</b> .....	310
<b>INDICE DE AUTORES.</b> .....	313
<b>INDICE DE MATERIAS.</b> .....	318

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 71

DECEMBER 2021

N° 4

---

### Contents

Pages

#### ORIGINAL ARTICLE

- Effect of sprouting on the nutritional characteristics, bioactive and functional properties of basul (*Erythrina edulis*)**  
*Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Guadalupe Chaquilla-Quilca, Victor Hugo Sarmiento Casavilca, Candy Naya Céspedes Orosco, Yeni Ventura Saldívar, Paola Cortés-Avendaño.* ..... 241
- Stunting and overweight in children under 5y who inhabit the Sierra Tarahumara in northern Mexico**  
*Ana Lilia Lozada-Tequeanes, Armando García-Guerra, Fabiola Mejía-Rodríguez, Anabelle Bonvecchio Arenas.*..... 252
- Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers**  
*Pere Riutord Sbert, Bartomeu Riutord Fe, Neus Riutord Fe, Sebastiana Arroyo Bote, Ángel Arturo López González, José Ignacio Ramírez Manent.*..... 261
- Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola**  
*Yazareni José Mercadante Urquía, Ana Carolina Souza Silva, Luciana Neri Nobre.*..... 270
- COVID-19 mortality in Mexico and metabolic diseases during a critical pandemic year**  
*José Antonio Roldan Amaro, Marsela Alejandra Álvarez Izazaga, Nazira Calleja, Eric Uriel Ramírez Sánchez, María del Refugio Carrasco Quintero, José Ángel Ledesma Solano, Adolfo Chávez Villasana.*..... 281
- Effect of the behavior of maternal weight on the weight of the newborn**  
*Daniela Ramírez-Montoya, Victor Daniel Calvo-Betancur, Sandra L. Restrepo-Mesa.*..... 290
- Chronic caffeine administration prevents postprandial glucose disturbance in rats**  
*Karina Ruiz-Torres, Diana Laura Hernández de los Ríos, Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo, Jessica Elizabeth Pineda-Lozano, Alma Gabriela Martínez Moreno.*..... 300
- INFORMATION FOR AUTHORS**..... 310
- AUTHORS INDEX**..... 313
- SUBJECTS INDEX**..... 318

ALAN-VE ISSN0004-0622

Depósito Legal: pp 199602DF83

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en Archivos).

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to Editor (short comments of general interest or about scientific facts and results previously published in Archives).

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN está registrado en ASEREME e indizado en la siguientes Bases de Datos: LILACS/CD ROM, Abstract on Higiene and Communicable Diseases, Chemical Abstracts, Current Contents, Dairy Science Abstracts, Field Crops Abstracts, Food Science and Technology Abstracts, Horticultural Science Abstracts, Index Veterinarius, MEDLINE, Nutrition Abstracts and Review, Nutrition Research Newsletter, Ornamental Horticulture, Plant Breeding Abstracts, Rice Abstracts, Seed Abstracts, Veterinary Bulletin y Wheat, Barley and Triticale Abstracts, entre otros.

ALAN se edita en Venezuela desde 1992, bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

La Fundación para la Alimentación y Nutrición "José María Bengoa", el Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo, CANIA y el Instituto Nacional de Nutrición colaboran con esta publicación.

**Dirección:** Centro Seguros La Paz, piso 4, Oficina E-41C, sector La California, Avenida Francisco de Miranda, Municipio Sucre, Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 2351824. Apartado 62.778. Chacao, Caracas 1060. Venezuela.

**Correo electrónico:** [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

**Página web:** [www.alanrevista.org](http://www.alanrevista.org)

**Diagramación y montaje:** Ana María Reyes. Teléfono: (0412) 3950405

**Portada:** Chavez & López, Diseño Gráfico. Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 2855529

**Impresión:** Gráficas Jaes, C.A. Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 6316187

## Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia

José Antonio Roldan Amaro<sup>1</sup>, Marsela Alejandra Álvarez Izazaga<sup>1</sup>, Nazira Calleja<sup>2</sup>,  
Eric Uriel Ramírez Sánchez<sup>2</sup>, María del Refugio Carrasco Quintero<sup>1</sup>,  
José Ángel Ledesma Solano<sup>1</sup>, Adolfo Chávez Villasana.<sup>1</sup>

**Resumen: Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia. Objetivo.** Conocer la asociación específica de las enfermedades metabólicas en la mortalidad por COVID-19, ocurrida en México durante el año crítico de la pandemia de marzo 2020 a marzo 2021. **Método.** Se utilizó la base nacional de COVID-19 de la Dirección General de Epidemiología. Se analizaron los casos positivos que presentaron las enfermedades metabólicas: cardiovasculares, hipertensión, diabetes y obesidad. Se realizó un análisis descriptivo para conocer la distribución de los casos fallecidos y no fallecidos. Se empleó la prueba de ji cuadrada para la diferencia de las proporciones. Se utilizaron análisis de regresión logística para conocer la asociación entre las enfermedades metabólicas y la mortalidad por COVID-19 en personas positivas al virus SARS-CoV-2. Los datos fueron ajustados por edad y sexo. **Resultados.** Se observó la asociación de las enfermedades metabólicas en la mortalidad. La diabetes tuvo mayor porcentaje de letalidad 18,4%. Cuando se conjuntaron las enfermedades cardiovasculares y diabetes el porcentaje de letalidad subió a 31,5%; la conjunción de las enfermedades cardiovasculares, con hipertensión y diabetes fue la de mayor porcentaje de letalidad 38,7%. La obesidad fue la que tuvo menor incidencia. **Conclusiones.** Las enfermedades metabólicas en México son un problema de salud pública que afectó la mortalidad por covid-19. Es prioritario atender con políticas públicas preventivas y efectivas en favor de un modelo de consumo alimentario sano, acorde con las necesidades nutrimentales de la población. *Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 281-289.*

**Palabras clave:** enfermedades metabólicas, COVID-19, mortalidad, México.

**Abstract: COVID-19 mortality in Mexico and metabolic diseases during a critical pandemic year. Objective:** To know the specific association of metabolic disease on COVID-19 mortality, occurred during the critical year of the pandemic, from march 2020 to march 2021. **Method:** The Covid-19 national base of the General Directorate of Epidemiology was used. Positive cases of metabolic diseases were analyzed: cardiovascular disease, hypertension, diabetes and obesity. A descriptive analysis was carried out to find out the distribution of deceased and non-deceased cases. The chi-square test was used for the difference in proportions. Logistic regression analysis was used to understand the association between metabolic diseases and COVID 19 mortality in people who tested positive for the SARS-CoV-2 virus. The data were adjusted for age and gender. **Results:** The association of metabolic diseases on mortality was observed. Diabetes had a higher percentage of lethality 18,4%. When cardiovascular disease and diabetes were combined, the fatality rate rose to 31,5%; the combination of cardiovascular diseases, with hypertension and diabetes was the highest percentage of lethality 38,7%. Obesity had the least incidence. **Conclusions:** Metabolic diseases in México are a public health problem that affected COVID-19 mortality. It is a priority to deal with preventive and effective public policies in favor of a healthy food consumption model, in line with the nutritional needs of the population. *Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 281-289.*

**Keywords:** metabolic diseases, COVID-19, mortality, México.

### Introducción

México enfrenta hoy en día, la pandemia global de COVID-19, con un saldo que lo coloca entre los países más afectados del mundo por su número global de muertes, tanto por la epidemia como por el exceso de mortalidad (1). Las causas son multifactoriales por lo

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. (INCMNSZ). México. <sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM).

Autor para la correspondencia: José Antonio Roldan Amaro, E-mail: antonio.roldana@incmnsz.mx

que solo se revisará el impacto de las enfermedades metabólicas: obesidad, cardiovasculares, hipertensión y diabetes en las defunciones del país por COVID-19, dentro del contexto de la morbilidad (2) y mortalidad (3) general del país. El modelo de consumo alimentario ha desempeñado, un papel fundamental en el desarrollo de tales enfermedades, con un predominio de alimentos procesados y ultraprocesados y con déficit de alimentos saludables (4, 5). A poco más de un año desde los primeros decesos en la contabilidad oficial del país y en una epidemia que aún no termina, tratamos de contribuir al análisis de la incidencia de los padecimientos metabólicos en la mortalidad por COVID-19 en México. Lo cual no implica dejar de reconocer otros factores que también impactan en la letalidad como por ejemplo las inequidades sociales que serían tema de otro análisis.

La actual pandemia de COVID-19 no es la primera de alcance global en la historia. En 1918 tuvo lugar la influenza denominada española, con un gran impacto en el número de contagios y muertes en el mundo, lo que constituye el antecedente más importante al respecto. De hecho, difícilmente las defunciones por COVID-19 alcanzarán los 50 millones de muertes totales de la influenza de principios de siglo XX, aunque las 300.000 muertes estimadas entonces en México (6) podrían alcanzarse o superarse en el saldo final cuando termine la epidemia. Al día 17 de noviembre de 2021, en el país se contabilizaron 291.573 defunciones oficiales (7). A la fecha se observa una franca tendencia descendente en la epidemia, para lo cual las vacunas han desempeñado un papel importante. Sin embargo no se descarta un repunte de contagios y por lo tanto no se puede dar por concluida la pandemia.

Las enfermedades metabólicas están directamente relacionadas sin duda con el modelo de consumo alimentario. A principios de 1980, la composición de la alimentación en México comenzó a cambiar de manera drástica y su transformación se aceleró en las décadas posteriores (8). Los cambios ocurridos entonces en la dieta fueron profundos e incluyeron un incremento paulatino del consumo de alimentos

con grasa saturada, azúcar añadida, sal, con deficiencia de nutrimentos y alimentos altamente hipercalóricos. Mientras que paralelamente disminuyó la ingesta de granos integrales, nueces y semillas, frutas, verduras y fibra (9), lo que generó toda una serie de efectos negativos en la salud de la población (10-12). La diabetes mellitus, por ejemplo, pasó a ser, por sí misma, un grave problema de salud pública en México (13).

El dominio de la industria en tecnología de alimentos (14), en diversos micronutrientes y otros compuestos bioactivos, derivó en un empobrecimiento progresivo de la calidad de la dieta (15), fomentando las comorbilidades metabólicas (16). Todos estos factores condujeron a una nueva problemática alimentaria (17). En este contexto, la transición nutricional dio lugar a un problema epidemiológico en México de sobrepeso y obesidad, que ubicó a la población en una delicada situación de vulnerabilidad (18) y que ha colocado al país entre los de mayor prevalencia al respecto en el mundo (19, 20).

En la literatura científica nacional e internacional ya contamos con trabajos sobre investigaciones que evalúan el impacto de las enfermedades del síndrome metabólico en los contagios y la mortalidad por COVID-19. En China, donde tuvo lugar el surgimiento del coronavirus, Xiaoping Chen establece la relación de la hipertensión, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares con el COVID-19 (21); Nanshan Chen enfatiza las distintas comorbilidades como riesgo de enfermar y morir por SARS-CoV-2 (22); Jia acentúa la obesidad en el agravamiento por COVID-19 (23). En el mismo sentido, Stefan establece la conexión entre la obesidad y el deterioro de la salud metabólica en la gravedad por SARS-CoV-2 (24). Smith establece claramente la alteración del metabolismo de la glucosa en pacientes con diabetes, prediabetes y obesidad, con síntomas graves de COVID-19 (25). En Latinoamérica, el trabajo de Hummel, destaca el manejo de la pandemia en Bolivia y la respuesta que ha tenido con respecto al impacto en la morbilidad y mortalidad (26). En México, la comunidad científica ha realizado importantes trabajos sobre la epidemia, algunos de ellos enfocados en la incidencia de las enfermedades metabólicas, como la diabetes y su relación significativa con el coronavirus en pacientes tanto ambulatorios como hospitalizados (27). Otra investigación, ha propuesto un enfoque mecanicista para evaluar el riesgo de complicaciones y letalidad atribuible al COVID-19, a partir de la obesidad y la diabetes en México (28). Ortiz-Brizuela discute sobre las características clínicas y epidemiológicas de pacientes diagnosticados con COVID-19 en la Ciudad de

México (29). Pérez-Sastré estudió la gravedad provocada por la obesidad, la hipertensión, la diabetes, el asma y el tabaquismo, en adultos mexicanos contagiados por COVID-19 (30). En el contexto social, es interesante el trabajo de Suárez sobre la epidemiología de SARS-CoV-2 en México (31).

Si bien estos trabajos han mostrado el efecto de algunas de las enfermedades metabólicas sobre el agravamiento de los síntomas de la COVID-19, esta investigación se circunscribe en su relación con la mortalidad por el SARS-CoV-2. El objetivo fue determinar la asociación específica de las comorbilidades metabólicas en el fallecimiento por COVID-19 en México, durante el año crítico de la pandemia, en pacientes que padecían previamente una, dos, tres o cuatro enfermedades y evaluar el efecto de sus combinaciones específicas.

### **Materiales y métodos**

Se trabajó con la Base Nacional de Datos COVID-19 de México, del sitio web oficial de la Dirección General de Epidemiología (DGE) de la Secretaría de Salud (32). El periodo analizado fue de marzo de 2020 a marzo de 2021, que comprende el año crítico de la pandemia hasta ahora en el país. El total de casos en la base de datos fue de 5.889.318, de los cuales 2.193.639 fueron casos confirmados con el SARS-CoV-2 por el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE); de los mismos se consideraron como casos positivos con el resultado de muestra afirmativo o que se clasificaron por asociación epidemiológica o por dictaminación oficial en el acta de defunción correspondiente. De estos se analizaron 1.369.766 que a su vez se dividieron en dos grupos, los que presentaron alguna enfermedad metabólica (710.447) y aquellos que no presentaron enfermedades o también llamados sanos (659.319) para tener el grupo de comparación. Se excluyeron aquellos casos que no registraban enfermedades metabólicas aunque presentaron otras enfermedades como asma, neumonía, tabaquismo, entre otras.

#### *Definición de variables*

Enfermedades metabólicas. Fueron los casos registrados con hipertensión, diabetes, obesidad o enfermedades cardiovasculares; así como los que presentaban la combinación

de dos, tres o las cuatro enfermedades. Los casos incluidos en los grupos de cada enfermedad metabólica y de cada combinación de ellas fueron independientes entre sí, es decir, no se repitieron en las diferentes combinaciones.

*Variables demográficas.* Edad en años y sexo (hombre o mujer).

*Defunción.* Variable dicotómica “Sí” o “No” hubo defunción.

#### *Análisis estadístico.*

Se realizó un análisis descriptivo para conocer la distribución de los casos en los que sí hubo defunción y en los que no la hubo; se empleó la prueba de ji cuadrada para evaluar si había diferencia significativa en las proporciones, según la enfermedad metabólica.

*Modelación estadística.* Se construyeron cuatro modelos clínicos para predecir la mortalidad por COVID-19 a través de análisis de regresión logística bivariada con la variable defunción como variable dependiente, las enfermedades metabólicas como variables predictoras y el ajuste por edad y sexo, tomando como referencia el sexo femenino y los casos con edad menor de 20 años. En el primer modelo de regresión se incluyeron los casos que sólo presentaron una de las cuatro enfermedades; en el segundo, aquellos con dos enfermedades; en el tercero, los registrados con tres enfermedades metabólicas al mismo tiempo y, finalmente, en el cuarto modelo se incluyeron los casos que presentaron las cuatro enfermedades: cardiovasculares, diabetes, hipertensión y obesidad. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 24.

### **Resultados**

El 18,3% del total de los casos que padecían enfermedades metabólicas, murió por COVID-19; en contraste con el 5,5% del grupo que no tenía enfermedad alguna. Si bien el porcentaje de hombres y mujeres contagiados fue prácticamente el mismo, el número de hombres que murió fue

Tabla 1. Sexo y edad de los participantes positivos al SARS-CoV-2, según condición de defunción, durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Variables	Casos positivos al SARS-CoV-2		Defunciones por COVID-19				Prueba estadística
			No		Si		
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sexo</b>							
Mujer	672.488	49,1	608.079	90,4	64.409	9,6	$\chi^2(1)=$ 8.255,40 $p<0,001$
Hombre	697.278	50,9	595.104	85,3	102.174	14,7	
Total	1.369.766	100,0	1.203.183	87,8	166.583	12,2	
<b>Edad</b>							
0 a 19	44.787	3,3	44.434	99,2	353	0,8	$\chi^2(5)=$ 325.118,43 $p<0,001$
20 a 39	447.515	32,7	440.293	98,4	7.222	1,6	
40 a 59	547.613	40,0	496.361	90,6	51.252	9,4	
60 a 79	285.039	20,8	198.002	69,5	87.037	30,5	
80 a 99	44.535	3,3	23.881	53,6	20.654	46,4	
100 o más	277	0,02	212	76,5	65	23,5	
Total	1.369.766	100,0	1.203.183	87,8	166.583	12,2	
<b>Grupo con enfermedades metabólicas</b>							
Grupo con enfermedades metabólicas	710.447	51,9	580.219	81,8	130.228	18,3	$\chi^2(1)=$ 52.582,83 $p<0,001$
Grupo sin enfermedades metabólicas	659.319	48,1	622.964	94,5	36.355	5,5	

casi el doble que el de las mujeres. Asimismo, los grupos de edad con mayor mortalidad fueron los de 80 a 99 años y los de 60 a 79 años; los grupos de menor edad sumaron el 4,5% del total de fallecidos. Tabla 1.

Los pacientes con enfermedades metabólicas se agruparon en los que tenían solo una, dos, tres o las cuatro enfermedades. El porcentaje de defunciones incrementó directamente con el número de enfermedades padecidas. La diabetes acumuló la mayor letalidad y la obesidad fue la de menor incidencia. La combinación de cardiovasculares y diabetes elevó la mortalidad a más del 30%: las combinaciones con la obesidad resultaron las más bajas. El porcentaje siguió aumentando con tres padecimientos como: hipertensión, diabetes

y cardiovasculares (38,7%). En personas con los cuatro padecimientos metabólicos, el resultado fue similar (37,2%). Todas las comparaciones fueron significativas ( $p \leq 0,001$ ). Tabla 2.

La Tabla 3 muestra los modelos de regresión ajustados por edad y sexo. La diabetes fue la más asociada a la mortalidad (OR=1,43), siguió la obesidad (OR=1,36) y pertenecer al sexo masculino (OR=1,78). La combinación de dos enfermedades, con mayor asociación fue la diabetes y la obesidad (OR=2,28); las enfermedades cardiovasculares y la obesidad (OR=2,06); la hipertensión y diabetes (OR=1,97); y pertenecer al sexo masculino (OR=1,82). Cuando se presentaron tres enfermedades metabólicas a la vez, la combinación con mayor posibilidad de morir fue: hipertensión, diabetes y obesidad (OR=2,54). Finalmente, los casos con las cuatro enfermedades también se asociaron significativamente (OR=2,34). Tabla 3.

Tabla 2. Prevalencias de enfermedades metabólicas de manera individual y sus combinaciones, durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Enfermedades metabólicas a	Casos positivos al SARS-CoV-2 con enfermedades metabólicas		Defunciones por COVID-19				Prueba estadística
	N	%	No		Sí		
			n	%	N	%	$\chi^2(1)$
Una sola enfermedad							
Hipertensión	157.336	22,2	129.283	82,2	28.053	17,8	16.039,97*
Diabetes	105.194	14,8	85.789	81,6	19.405	18,4	11.971,76*
Obesidad	187.192	26,4	173.391	92,6	13.801	7,4	903,58*
Cardiovasculares	8.583	1,2	7.165	83,5	1.418	16,5	1.923,87*
Subtotal	458.305	64,5	395.628	86,3	62.677	13,7	
Combinación de 2 enfermedades							
Hipertensión y Diabetes	107.280	15,1	74.827	69,7	32.453	30,3	69.103,91*
Hipertensión y Obesidad	52.885	7,4	43.418	82,1	9.467	17,9	12.478,82*
Diabetes y Obesidad	25.303	3,6	20.426	80,7	4.877	19,3	8.152,11*
Hipertensión y Cardiovasculares	6.890	1,0	4.760	69,1	2.130	30,9	8.082,47*
Cardiovasculares y Diabetes	2.100	0,3	1.438	68,5	662	31,5	2.680,40*
Cardiovasculares y Obesidad	2.062	0,3	1.655	80,3	407	19,7	792,27*
Subtotal	196.520	27,7	146.524	74,6	49.996	25,4	
Combinación de 3 enfermedades							
Hipertensión, Diabetes y Obesidad	41.026	5,8	28.786	70,2	12.240	29,8	35.379,11*
Hipertensión, Diabetes y Cardiovascular	6.670	1,0	4.092	61,3	2.578	38,7	13.172,90*
Cardiovascular, Obesidad e Hipertensión	3.069	0,4	2.099	68,4	970	31,6	3.911,18*
Cardiovascular, Obesidad y Diabetes	747	0,1	510	68,3	237	31,7	979,10*
Subtotal	51.512	7,3	35.487	68,9	16.025	31,1	
Combinación de 4 enfermedades							
Cardiovascular, Obesidad, Diabetes e Hipertensión	4.110	0,5	2.580	62,8	1530	37,2	7.628,88*
TOTAL	710.447	100	580.219	81,7	130.228	18,3	

<sup>a</sup> La referencia en cada condición del número de enfermedades fue el grupo sin enfermedades metabólicas (sanos) y positivos a COVID-19 donde No falleció = 622.964 (94,5%) y Si falleció= 36.355 (5,5%). \*p= <0,001

Tabla 3. Modelos de regresión para cada una de las enfermedades metabólicas y sus combinaciones durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Enfermedad(es)	B	E.E.	Wald gl=1	Sig.	OR	IC95%
Modelo de regresión con enfermedad única						
Diabetes	0,357	0,009	1.493,94	<0,001	1,43	1,40-1,45
Obesidad	0,307	0,010	937,51	<0,001	1,36	1,33-1,39
Hipertensión	0,014	0,008	2,90	0,088	1,01	0,99-1,03
Cardiovasculares	0,034	0,034	1,01	0,314	1,03	0,97-1,11
Sexo masculino	0,578	0,005	11.678,90	<0,001	1,78	1,76-1,80
Edad >20 años	0,081	0,000	20.403,79	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con dos enfermedades						
Hipertensión y Diabetes	0,681	0,008	7.365,75	<0,001	1,97	1,94-2,01
Hipertensión y Cardiovasculares	0,213	0,029	52,89	<0,001	1,24	1,17-1,31
Hipertensión y Obesidad	0,555	0,013	1.905,19	<0,001	1,74	1,70-1,78
Diabetes y Obesidad	0,825	0,017	2.220,76	<0,001	2,28	2,20-2,36
Cardiovascular y Diabetes	0,527	0,052	103,15	<0,001	1,69	1,53-1,88
Cardiovasculares y Obesidad	0,721	0,063	132,54	<0,001	2,06	1,82-2,33
Sexo masculino	0,602	0,005	12.525,80	<0,001	1,82	1,81-1,84
Edad >20 años	0,078	0,000	189.399,59	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con tres enfermedades						
Hipertensión, Diabetes y Obesidad	0,933	0,012	5.954,19	<0,001	2,54	2,48-2,60
Hipertensión, Cardiovasculares y Diabetes	0,586	0,028	449,32	<0,001	1,80	1,70-1,90
Hipertensión, Cardiovasculares y Obesidad	0,620	0,043	204,27	<0,001	1,86	1,79-2,02
Cardiovascular, Diabetes y Obesidad	0,874	0,087	100,13	<0,001	2,40	2,02-2,84
Sexo masculino	0,602	0,005	12.553,58	<0,001	1,82	1,81-1,84
Edad >20 años	0,080	0,000	205.207,74	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con las cuatro enfermedades						
Cardiovascular, Diabetes, Obesidad e Hipertensión	0,850	0,036	568,58	<0,001	2,34	2,18-2,51
Sexo masculino	0,582	0,005	11.864,06	<0,001	1,79	1,77-1,81
Edad >20 años	0,081	0,000	212.146,27	<0,001	1,08	1,08-1,08

E.E. = Error Estándar; gl = grados de libertad; OR = Odds Ratio; IC = Intervalos de Confianza.

### Discusión

La presente investigación abarcó el año crítico de la pandemia en México de marzo 2020 a marzo 2021, que incluyó el segundo y mayor repunte de la epidemia, ocurrido principalmente durante enero y febrero de 2021. El análisis estadístico sobre de la asociación de las prevalencias de las enfermedades metabólicas en la mortalidad por COVID-19, se comprobó claramente con la conformación del grupo sin enfermedad metabólica alguna, pero positivos al SARS-CoV-2, donde sólo murió el 5,5%, en contraposición con el

grupo de personas con una o más comorbilidades metabólicas en donde se triplicó el porcentaje que falleció a 18,3% (en el caso de una sola enfermedad), y hasta 38.7% con tres enfermedades metabólicas.

Previo a la pandemia, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la hipertensión y la obesidad figuraban entre las principales causas de morbilidad (2) y las enfermedades cardiovasculares y la diabetes se constituían entre las principales causas de mortalidad en el país (3), la obesidad se

encontraba presente en el 36,1% de la población de 20 años y más; la hipertensión, en el 18,4% en población mayor de 20 años, y la diabetes en el 10,3% de esa población (21). Con todo lo anterior, se confirmó que la problemática preexistente de morbilidad y mortalidad previa a la pandemia de COVID-19, donde destacan las comorbilidades metabólicas, resultado de la transición alimentaria hacia un modelo de consumo alimentario con predominio de productos procesados y ultraprocesados, acentuada a partir de la década de 1980, constituyó el cuadro epidemiológico nacional (16), que impactó en la letalidad porcentual actual de la epidemia de COVID-19.

La enfermedad que mayor asociación tuvo en la mortalidad por COVID-19 fue la diabetes, lo cual confirma los hallazgos de Bello et al, que la mencionan como el principal problema de salud en México (13). El 18,4% de las personas con dicho trastorno y positivas al SARS-CoV-2 falleció. Cuando se combinó la diabetes con las comorbilidades metabólicas cardiovasculares el porcentaje de letalidad aumentó casi al doble.

Se confirmó que en la medida que aumentaba el número de enfermedades en las personas positivas al SARS-CoV-2, la mortalidad también aumentó significativamente. La presencia de dos comorbilidades metabólicas prácticamente duplicó el riesgo a morir, siendo la combinación con mayor letalidad la de diabetes con enfermedades cardiovasculares, que aumentó a 31,5%. Las combinaciones de hipertensión y diabetes, e hipertensión con las enfermedades cardiovasculares, también superaron el 30%; sólo la combinación de las enfermedades en cuestión con la obesidad fue menor al 20%, pero muy superior al 5,5% de letalidad del grupo de comparación. De la misma forma, la presencia de tres enfermedades metabólicas en los pacientes positivos a COVID-19 aumentó la letalidad. El incremento porcentual de letalidad en la combinación triple fue de 30%, en promedio. La combinación de mayor letalidad fue la de diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (38,7%). Por último, en los pacientes que tenían los cuatro padecimientos metabólicos y que murieron por COVID-19 se registró también una letalidad muy alta (37,2%).

En contraste, el padecimiento metabólico que menos efecto tuvo en la mortalidad de COVID-19 fue la obesidad, cuyo porcentaje de letalidad fue de 7,4%, muy similar al 5,5% de las personas fallecidas que no tenían trastorno metabólico alguno. Este hallazgo resulta interesante ya

que, de las cuatro enfermedades metabólicas estudiadas, es la que se encuentra más presente en la población (17), además de que representa, de acuerdo con la literatura científica nacional, un grave problema de salud pública (16) que coloca al país entre los primeros lugares de obesidad en el mundo (14). Sin embargo, la explicación a que resultara ser la comorbilidad metabólica de menor letalidad porcentual en cuanto a la mortalidad por Covid-19, podría ser a que el Índice de Masa Corporal (IMC) con el cual se diagnóstica actualmente la obesidad, es un indicador limitado. Hoy día el sistema de clasificación o estadificación de Edmonton es más preciso y usado en el mundo para medir obesidad y particularmente el impacto que tiene con la mortalidad (33).

La transición alimentaria y nutricional acentuada en la década de los 80 en México, explica los cambios en la ingesta de las familias mexicanas. Las dietas de los hogares incrementaron paulatinamente el consumo de productos procesados, caracterizados por su bajo aporte de nutrimentos y altos niveles de energía, grasas saturadas, azúcares, sal y bebidas azucaradas; que al mismo tiempo disminuyeron los niveles de ingesta de frutas, verduras, leguminosas, granos integrales, nueces y semillas, reportados en la ENIGH (6). La relación que existe entre la mala alimentación y las enfermedades metabólicas que da sustento al síndrome metabólico, se encuentra ampliamente documentado en el trabajo realizado en 21 países, por Swaminathan (9).

Las defunciones en tiempos de la pandemia por COVID-19 en México ha representado un gran problema, así como el exceso de mortalidad, que surge como efecto colateral de la misma, donde suman ya una cifra mucho mayor a los 400.000 decesos (1). Por último en relación al número de decesos en hombres que fue casi el doble en comparación con las mujeres, no tenemos una explicación científica convincente. Por lo que estamos trabajando en nuevas investigaciones que profundicen sobre las razones al respecto en México.

### Conclusiones

La presencia epidémica de las comorbilidades metabólicas en México, su incidencia y asociación en la mortalidad por COVID-19, expresada en los trabajos de la comunidad científica, van acordes a los resultados encontrados en el presente estudio. Queda de manifiesto que las enfermedades metabólicas en México representan un problema de salud pública que es fundamental atender prioritariamente, con políticas públicas más enfáticas y efectivas en favor de un modelo de consumo alimentario sano, acorde con las necesidades nutrimentales de la población.

Sin embargo, aun cuando el análisis de la mortalidad por COVID-19, lo centramos en la asociación de las comorbilidades metabólicas, no debemos olvidar la existencia de otros factores que también desempeñan un papel capital en la gravedad de la letalidad de la pandemia en nuestro país, como la pobreza, la condición rural, la infraestructura deteriorada del sistema de salud, la falta de personal sanitario calificado, la actividad física que incide en la obesidad y sobrepeso, entre otros. No obstante, reconocemos como parte de las limitaciones del manuscrito la ausencia de dicha información, dado que la base de datos oficial con la que trabajamos, es básicamente clínica y por lo tanto, no tiene tales datos, por lo cual no se incluyeron en el análisis.

### Agradecimientos

Se agradece a la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Salud del Gobierno de México, por la base de datos actualizada de COVID-19, sin la cual no hubiera sido posible la realización del manuscrito.

### Financiación

El presente trabajo no recibió algún tipo de financiamiento.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno.

### Referencias

1. Gobierno de México. Exceso de mortalidad en México, <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico;2020> [consultada 13/04/2021].
2. SUIVE/DGE/Secretaría de Salud/Estados Unidos Mexicanos. Veinte principales causas de enfermedad Nacional, [https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales\\_nacional.html;2019](https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html;2019) [consultada 15/03/2021].
3. INEGI. Características de las defunciones registradas en México durante 2018, <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2019.pdf;2019> [consultada 15/03/2021].
4. Torres F, Rojas A. Obesidad y salud pública en México: transformación del patrón hegemónico de oferta-demanda de alimentos. *RPD* 2018; 49. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.193.63185>.
5. 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. *Lancet*. 2019; 393(10170):447-492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4.
6. Johnson NP, Mueller J. Updating the accounts: global mortality of the 1918-1920 "Spanish" influenza pandemic. *Bull Hist Med*. 2002;76(1):105-15. doi: 10.1353/bhm.2002.0022
7. Secretaría de Salud. Base de datos COVID-19 en México, <https://datos.covid-19.conacyt.mx/;2019> [consultada 17/11/2021].
8. Popkin BM, Reardon T. Obesity and the food system transformation in Latin America. *Obes Rev*.2018; 19(8):1028-1064. doi:10.1111/obr.12694.
9. INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018: descripción de la base de datos, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh18\\_descriptor\\_archivos\\_fd\\_ns.pdf;2018](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh18_descriptor_archivos_fd_ns.pdf;2018) [consultada 13/03/2021].
10. Aguirre P. Alimentación humana: el estudio científico de lo obvio. *Salud Colect*. 2016; 12:463-472. doi:10.18294/sc.2016.1266.
11. Castellanos-Gutiérrez A, Sánchez-Pimienta TG, Batis C, Willett W, Rivera JA. Toward a healthy and sustainable diet in Mexico: where are we and how can we move forward? *Am J Clin Nutr*. 2021. doi:10.1093/ajcn/nqaa411.
12. Swaminathan S, Dehghan M, Raj JM, Thomas T, Rangarajan S, Jenkins D, *et al*. Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in Prospective Urban and Rural Epidemiology study: prospective cohort study. *BMJ* 2021:m4948. doi:10.1136/bmj.m4948.
13. Bello-Chavolla OY, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Hernández-Ávila M. Epidemiology of diabetes mellitus in Mexico. *Nutr Rev*. 2017; 75 (suppl 1):4-12. doi: 10.1093/nutrit/nuw030.
14. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev*. 2012; 70:3-21. doi:10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x.
15. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Washington, DC: OPS, 2015.

16. Barquera S, Rivera JA. Obesity in Mexico: rapid epidemiological transition and food industry interference in health policies. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2020; 8(9):746-747. doi:10.1016/S2213-8587(20)30269-2.
17. Rivera JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío T, Aguilar CA, Hernández G, *et al.*, editores. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2018. 271 p.
18. Shamah-Levy T, Campos-Nonato I, Cuevas-Nasu L, Hernández-Barrera L, Morales-Ruán MDC, Rivera-Dommarco J, *et al.* Sobre peso y obesidad en población mexicana en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100k. *Salud Publica Mex* 2019; 61:852. doi:10.21149/10585.
19. Barquera S, Hernández-Barrera L, Trejo-Valdivia B, Shamah T, Campos-Nonato I, Rivera-Dommarco J. Obesidad en México, prevalencia y tendencias en adultos. Ensanut 2018-19. *Salud Pública Mex.* 2020; 62(6):682-692. doi:10.21149/11630.
20. Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Romero-Martínez M, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, *et al.* Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.
21. Chen X, Hu W, Ling J, Mo P, Zhang Y, Jiang Q, *et al.* Hypertension and Diabetes Delay the Viral Clearance in COVID-19 Patients. *Med Rxiv* 2020:2020.03.22.20040774. doi.org/10.1101/2020.03.22.20040774.
22. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet.* 2020; 395(10223):507-513. doi:10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
23. Jia X, Yin C, Lu S, Chen Y, Liu Q, Bai J, *et al.* Two things about COVID-19 might need attention. *Preprints.* 2020:2020020315. doi:10.20944/preprints202002.0315.v1.
24. Stefan N, Birkenfeld AL, Schulze MB. Global pandemics interconnected - obesity, impaired metabolic health and COVID-19. *Nat Rev Endocrinol.* 2021; 17(3):135-149. doi:10.1038/s41574-020-00462-1.
25. Smith SM, Boppana A, Traupman JA, Unson E, Maddock DA, Chao K, *et al.* Impaired glucose metabolism in patients with diabetes, prediabetes, and obesity is associated with severe COVID-19. *J Med Virol.* 2021; 93(1):409-415. doi:10.1002/jmv.26227.
26. Hummel C, Knaul FM, Touchton M, Guachalla VXX, Nelson-Núñez J, Boulding C. Poverty, precarious work, and the COVID-19 pandemic: lessons from Bolivia. *Lancet Glob Health.* 2021;9: e579-e581. doi:10.1016/S2214-109X(21)00001-2. Erratum in: *Lancet Glob Health.* 2021; 9:e408.
27. Hernández-Jiménez S, García-Ulloa AC, Almeda-Valdes P, Díaz-Pineda M, Lara-Sánchez C, Rodríguez-Dávila F, *et al.* Comparison of Clinical Characteristics and Outcomes between Outpatients and Hospitalized Patients with Diabetes and COVID-19. *DOIJ* 2021; 6. doi:10.23880/doi-16000243.
28. Bello-Chavolla OY, Bahena-López JP, Antonio-Villa NE, Vargas-Vázquez A, González Díaz A, Márquez-Salinas A, *et al.* Predicting mortality due to SARS-CoV-2: A mechanistic score relating obesity and diabetes to COVID-19 outcomes in Mexico. *Endocrinology (including Diabetes Mellitus and Metabolic Disease);* 2020. doi:10.1101/2020.04.20.20072223.
29. Ortiz-Brizuela E, Villanueva-Reza M, González-Lara MF, Tamez-Torres KM, Román-Montes CM, Díaz-Mejía BA, *et al.* Clinical and epidemiological characteristics of patients diagnosed with COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City: a prospective cohort study. *Rev Invest Clin.* 2020; 72(3):165-177. doi:10.24875/RIC.20000211. Erratum in: *Rev Invest Clin.* 2020; 72(4):252-258.
30. Pérez-Sastré MA, Valdés J, Ortiz-Hernández L. Clinical characteristics, and severity of COVID-19 among Mexican adults. *Gac Med Mex.* 2020; 156:373-381. doi:10.24875/GMM.M20000424.
31. Suárez V, Suarez M, Oros S, Ronquillo de Jesús E. Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Rev Clín Esp.* 2020; 220:463-71. doi:10.1016/j.rce.2020.05.007.
32. Secretaría de Salud. Base de datos COVID-19 en México, <https://datos.covid-19.conacyt.mx/2019> [consultada 05/04/2021].
33. Raj S, Padwal, Nicholas M, Pajewski, David B, Allison, Arya M. Using the Edmonton obesity staging system to predict mortality in a population-representative cohort of people with overweight and obesity. *CMAJ* 2011, 2011, 183(14). doi:10.1503/cmaj.110387.

Recibido: 23/06/2021  
Aceptado: 12/11/2021