

Consumo y principales fuentes alimentarias de polifenoles en egresados de la Licenciatura en Nutrición de una universidad pública del sureste de México

Consumption and main dietary sources of polyphenols in graduates of a bachelor's degree in Nutrition from a public university in southeastern Mexico

Jesús Enrique Marín-Canul¹, Mirza Mut-Martín², Astrid Selene Espinoza-García³, Odette Pérez-Izquierdo⁴, María Luisa Ávila-Escalante⁵, José Luis Góngora-Alfaro⁶, Irma Isela Aranda-González^{7*}

¹ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Orcid: 0000-0001-7568-9330.

² Departamento de Neurociencias, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán. Orcid: 0000-0001-9369-3667.

³ Independiente. Orcid: 0000-0002-0276-0420.

⁴ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Orcid: 0000-0002-4145-1639.

⁵ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Orcid: 0000-0002-0727-7032.

⁶ Departamento de Neurociencias, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán. Orcid: 0000-0003-1914-1826.

^{7*} Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. C.P. 97000. Tel. +52 (999) 924-0554. irma.aranda@correo.uady.mx. Orcid: 0000-0001-7700-8666

*Autor de correspondencia

Resumen

Estudios sobre el consumo de polifenoles (PF) en mexicanos, incluyendo profesionales de la salud, son escasos. El objetivo fue determinar el consumo total y subtipo de PF en egresados de la Licenciatura en Nutrición de una universidad pública del sureste de México. Se utilizó un recordatorio de 24 horas (RD-24) como instrumento de recolección de datos, así como la base de datos Phenol-Explorer y la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Adicionalmente, se identificaron alimentos con mayor contenido de PF y alimentos ausentes en las bases de datos. El consumo de PF fue variable (1216 mg/día promedio), mayor a lo reportado a nivel nacional y a nivel estatal, e incluso mayor a lo reportado en algunos países europeos, superando la cantidad asociada a menor riesgo cardiovascular (1170 mg/día). El consumo de flavonoides y ácidos fenólicos fue bajo, mientras que el consumo de lignanos y estilbenos fue infrecuente. Algunos alimentos locales están ausentes en las bases de datos.

Palabras clave: Ácido fenólico; estilbenos; fenoles; flavonoides; lignanos.

Abstract

There are few studies on polyphenol (PF) consumption in Mexicans, including health professionals. The objective was to determine the consumption of total polyphenols and subclasses in graduates of the bachelor's degree in Nutrition of a public university in southeastern Mexico. A 24-h dietary recall (RD-24) was used as a data collection instrument; as well, the Phenol-Explorer and the United States Department of Agriculture (USDA) databases were used. Additionally, foods with higher PF content and foods absent in the databases were identified. The consumption of total polyphenols was variable (1216 mg/day in average), but it was higher than that reported in Mexico, in Yucatan, and even in some European countries, exceeding the amount associated with lower cardiovascular risk (1170 mg/day). The consumption of flavonoids and phenolic acids was low, while the consumption of lignans and stilbenes were infrequent. Some local foods are absent from the databases used.

Keywords: Phenolic acid; stilbenes; phenols; flavonoides; lignans.

Recibido: 02 de mayo de 2023

Aceptado: 04 de julio de 2023

Publicado: 13 de septiembre de 2023

Cómo citar: Marín-Canul, J. E., Mut-Martín, M., Espinoza-García, A. S., Pérez-Izquierdo, O., Ávila-Escalante, M. L., Góngora-Alfaro, J. L., & Aranda-González, I. I. (2023). Consumo y principales fuentes alimentarias de polifenoles en egresados de la Licenciatura en Nutrición de una universidad pública del sureste de México. *Acta Universitaria* 33, e3863. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2023.3863>

Introducción

La cuantificación del consumo de alimentos ricos en polifenoles (PF), los cuales son componentes bioactivos responsables de brindar color, olor, sabor y textura a los alimentos vegetales, ha destacado dentro de la comunidad científica en los últimos años (Tsao, 2010). Se ha reportado que los PF son capaces de conferir efectos benéficos a la salud debido a sus propiedades vasodilatadoras, antitrombóticas, antiinflamatorias, antilipémicas, antiaterogénicas, antiapópticas, cardioprotectoras y antioxidantes (Di Lorenzo *et al.*, 2021; Durazzo *et al.*, 2019).

Los PF son una extensa familia de metabolitos de origen vegetal con uno o más grupos hidroxilos (OH) unidos a uno o más anillos aromáticos (Durazzo *et al.*, 2019). La clasificación de los PF se conforma en cinco tipos o familias: flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos, estilbenos y otros PF. En la Figura 1 se muestran las familias y los subtipos que abarca cada una (Neveu *et al.*, 2010; Rothwell *et al.*, 2013). Las principales fuentes de PF son las frutas, verduras y bebidas derivadas de plantas como té, café, vino tinto, jugos de frutas, chocolate, semillas, frutos secos y cereales (Lund, 2021).

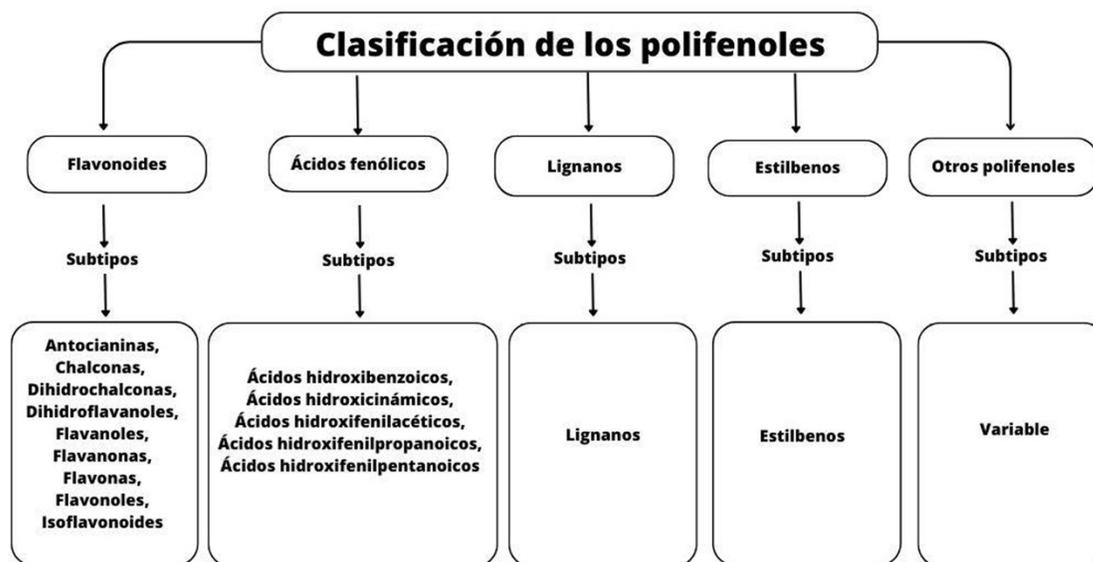


Figura 1. Clasificación de los polifenoles por tipos y subtipos.
Fuente: Elaboración propia con base en Neveu *et al.* (2010) y Rothwell *et al.* (2013).

Dentro de la gastronomía mexicana y yucateca también existen alimentos ricos en PF como el chicozapote (*Manilkara zapota*), que tiene alto contenido de flavonoles, ácido cinámico y catequinas; granos y semillas, entre los cuales se encuentra el cacahuate (*Arachis hypogaea*); la chía (*Salvia hispanica*), que contienen ácido hidroxicinámico, flavonoles, catequinas, epicatequinas, resveratrol, quercetina, kaempferol y ácido clorogénico; además de especias y condimentos como el achiote (*Bixa orellana*), azafrán (*Crocus sativus*), cilantro (*Coriandrum sativum*), clavo (*Syzygium aromaticum*), comino (*Cuminum cyminum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), jengibre (*Zingiber officinale*), laurel (*Laurus nobilis*), orégano (*Origanum vulgare*), perejil (*Petroselinum crispum*) y tomillo (*Thymus*); los cuales son esenciales para dar sazón (aroma, sabor y/o color) a los alimentos y contienen ácidos fenólicos, taninos y flavonoides (Delgado, 2015; Mercado-Mercado *et al.*, 2013).

El contenido de los PF en los alimentos es variable, ya que, además del origen genético, también existen factores extrínsecos o agroambientales (región geográfica, medio de cultivo, biodisponibilidad, recolección, disponibilidad y/o ausencia de nutrientes en el suelo) que influyen en el contenido polifenólico total en los alimentos (Manach *et al.*, 2004).

Diversos estudios epidemiológicos señalan que los PF pueden disminuir el riesgo de enfermedades crónicas, las cuales son patologías de larga duración y progresión lenta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), las enfermedades crónicas encabezan las principales causas de muerte a nivel mundial. Se ha estimado que alrededor de 41 millones (71%) de personas pierden la vida anualmente por algún tipo de estas patologías, siendo las más representativas las enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias y diabetes, las cuales reportan 17.9, 9.0, 3.9 y 1.6 millones de fallecimientos a nivel mundial, respectivamente (OMS-OPS, 2022).

Los posibles mecanismos por los cuales los PF tienen efectos benéficos sobre la salud son diversos. La quercetina y el resveratrol modulan el calcio intracelular en células endoteliales, lo que ayuda a la vasodilatación de los vasos sanguíneos; los flavonoides y antocianinas disminuyen la oxidación de lípidos en lipoproteínas de baja densidad (LDL), evitando el inicio y progresión del aterosclerosis; los flavonoides incrementan la síntesis de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y evitan la inflamación; mientras que la teasinensina A induce la apoptosis en células tumorales (Quiñones *et al.*, 2012). La catequina, epicatequina, quercetina y resveratrol disminuyen la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés) al donar un átomo de hidrógeno y hacer a la molécula estable (Bincy *et al.*, 2018); adicionalmente, aumentan la expresión y actividad de enzimas antioxidantes tales como catalasa, superóxido dismutasa, glutatión reductasa y glutatión peroxidasa, evitando el estrés oxidativo que está relacionado con múltiples patologías (González-Jiménez *et al.*, 2015).

En México solo existe un reporte del consumo de PF, y éste señala que Yucatán es el estado con menor consumo a nivel nacional (Zamora-Ros *et al.*, 2018). No obstante, en dicho estudio se empleó un instrumento de frecuencia de alimentos y una sola base de datos (Phenol Explorer) para analizar la dieta; esto podría subestimar el consumo de PF, al no considerar alimentos regionales.

Dado que el consumo de PF se relaciona con beneficios en la salud, se esperaría que profesionales de la salud, específicamente del área de nutrición, tengan un consumo elevado de estos metabolitos. En la actualidad no existen estudios acerca del consumo de PF en estudiantes o egresados del área de nutrición, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el consumo de polifenoles totales y sus familias en egresados de la Licenciatura en Nutrición de una Universidad pública del sureste de México, utilizando un recordatorio dietético de 24 horas (RD-24), la base de datos Phenol-Explorer y la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), así como identificar los alimentos con mayor contenido polifenólico por porción de consumo y alimentos ausentes en dichas bases de datos.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio de carácter observacional, descriptivo y transversal. La muestra fue no probabilística, a conveniencia, conformada por 38 participantes (ocho hombres y 30 mujeres) egresados de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en el 2021, con un rango de edad de 22 a 28 años, procedentes de Yucatán y sus municipios. Se excluyeron a los participantes que no residían en Yucatán.

Mediante correo electrónico se invitó a los egresados a participar en la investigación. Los que aceptaron participar proporcionaron sus datos de contacto y se les envió dos documentos: una breve explicación del proyecto y una carta de consentimiento informado que debían firmar y enviar a los investigadores. En común acuerdo con el investigador principal y cada participante, se programó una entrevista de aproximadamente 20 a 30 minutos de duración, que se llevaría a cabo mediante Microsoft Teams® para aplicar el RD-24 en una sola ocasión. Las citas fueron programadas exclusivamente de martes a viernes, excluyendo fines de semana (sábado y domingo) y días festivos, que están contraindicados para realizar el RD-24 (Salvador *et al.*, 2015). Durante la entrevista se explicó nuevamente en qué consistía el proyecto y se aclararon las dudas de los participantes.

El instrumento de RD-24 tenía los datos de identificación (folio, sexo, edad, localidad y día de aplicación) y los datos dietéticos (tiempo de comida, hora y lugar donde se ingirió el alimento, platillo e ingredientes en gramos, mililitros, tazas o porciones), de acuerdo con el Sistema Mexicano de Equivalentes (SMAE) (Pérez *et al.*, 2014).

La información recabada fue registrada en una base de datos (Microsoft-Excel® versión 16.75.2). Con la información del contenido de PF reportado en la base de datos Phenol-Explorer versión 3.6 (2015) y la base de datos de la USDA versión 3.3 (2018), se calculó el consumo diario de PF totales y por subtipo (flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos y otros PF).

El contenido de PF totales fue calculado a partir de la información disponible en la base de datos PE en la sección del método de Folin-Ciocalteu, mientras que los subtipos de PF se calcularon a partir de la información declarada en Phenol-Explorer, en el apartado de la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). En los casos en que el alimento no se encontró en Phenol-Explorer, se consultó la base de datos de la USDA. El contenido de PF totales y subtipos se registró en mg/100 g de peso fresco (FW) para cada alimento y posteriormente se calculó en mg/día para cada participante (Haytowitz *et al.*, 2018; Neveu *et al.*, 2010).

Respecto a las especias mexicanas, se tomó como referencia la porción equivalente referida en el SMAE y se calculó la cantidad de una pizca mediante una balanza analítica. Lo anterior se hizo por triplicado para cada especie, y los datos fueron promediados. De esta manera, se consideró que una pizca de clavo de olor, tomillo y anís estrellado tuvieron un peso promedio de 0.068 g, mientras que el orégano, canela, azafrán, pimienta negra y diente de ajo tuvieron un peso de 0.08 g, 0.125 g, 0.134 g, 0.136 g y 3.75 g, respectivamente. Estas cantidades fueron empleadas cuando los participantes señalaron consumir una pizca de alguna especie.

Adicionalmente, se identificaron los alimentos que fueran una fuente importante de PF. En diversas publicaciones se destacan ciertos alimentos que, si bien su contenido de PF en 100 g es elevado, el consumo es bajo (por ejemplo, las especias); por el contrario, otros alimentos tienen un contenido moderado de PF, pero su consumo es mayor porque se consume la pieza entera o taza.

Para lograr lo anterior, se identificaron alimentos con mayor contenido de PF en peso fresco (mg/100 g) y posteriormente se calculó el contenido por equivalente de alimento (mg/eqv). Un alimento equivalente es "aquella porción (o ración) del comestible en el que su aporte nutrimental es similar a los de su mismo grupo tanto en calidad y cantidad de uno o dos macronutrientes, lo que permite que puedan ser intercambiables entre sí" (Boatella, 2017). Finalmente, se identificaron los alimentos ausentes en las bases de datos Phenol-Explorer y USDA.

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva por medio de Microsoft-Excel® y Graphpad-Prism® (versión 8.0).

Aspectos bioéticos

Este estudio se considera una investigación sin riesgo, ya que no se hizo ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas o sociales de los participantes, de acuerdo con el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud: Título Segundo, Capítulo I, Artículo 17 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2014). Por lo anterior, los participantes fueron informados de los objetivos del proyecto y firmaron la carta de consentimiento informado.

Resultados

La población estudiada ($n = 38$) estuvo conformada por ocho hombres (21%) y 30 mujeres (79%) con una edad promedio (\pm D.E.) de 23.5 (\pm 1.5) años. En cuanto a las características generales de los participantes, 34 (89.5%) reportaron vivir en Mérida, capital del estado de Yucatán, mientras que solo cuatro (10.5%) participantes refirieron habitar en otro municipio: Motul, Yaxcabá, Izamal y Muna. Los datos sociodemográficos se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos sociodemográficos de los participantes del estudio ($n = 38$).

VARIABLES	CATEGORÍA	n (%)
Sexo	Hombre	8 (21.1)
	Mujer	30 (78.9)
Localidad de procedencia	Otro municipio	4 (10.5)
	Mérida	34 (89.5)
Nivel educativo	Universitario	38 (100)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de estadística descriptiva del consumo de PF totales y sus familias se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadística descriptiva del consumo (mg/día) de polifenoles totales y subtipos en egresados de la Licenciatura en Nutrición.

Polifenoles (n)	Media \pm DE	Mediana	Máximo	Mínimo
Totales (38)	1216 \pm 834	994	3608	172
Flavonoides (38)	121 \pm 104	105	484	3
Ácidos fenólicos (38)	34 \pm 36	23	199	1
Lignanós (8)	0.4 \pm 0.3	0.3	0.9	0.1
Estilbenos (7)	2.1 \pm 3.9	0.71	10.88	0.05
Otros (31)	13.3 \pm 9.6	12.3	36.5	0.02

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 2, el consumo promedio (\pm D.E) de los PF totales fue de 1216 mg/día \pm 834 mg/día, en donde el consumo máximo fue de 3608 mg/día y el mínimo de 172 mg/día. Cabe destacar que 11 personas (28.9%) tuvieron un consumo por encima de la media, pero el 71% estuvieron por debajo del promedio (Figura 2). Dada la dispersión de los datos, se calculó la mediana de consumo, que fue de 994 mg/día.

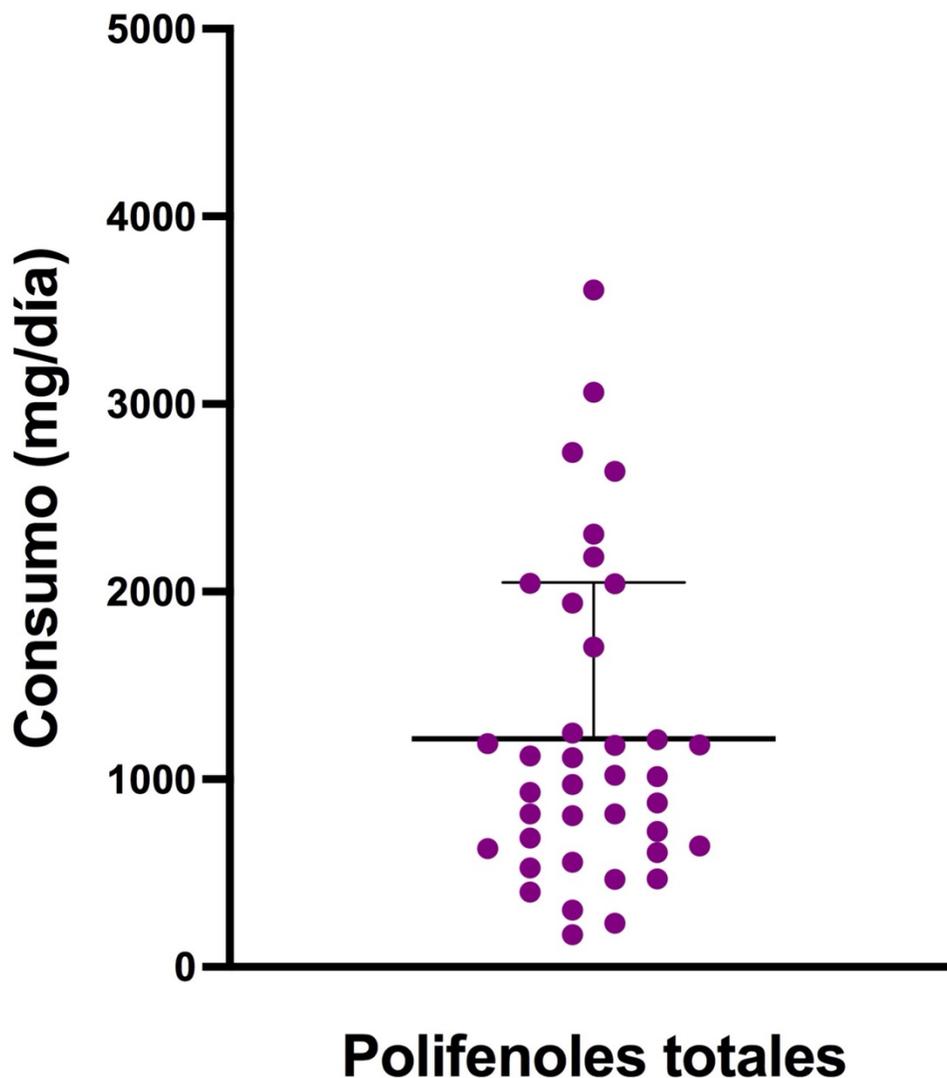


Figura 2. Consumo individual de polifenoles totales (mg/día). Los datos representan el consumo individual (círculos morados), así como el promedio (barra horizontal) \pm D.E. de polifenoles totales ($n = 38$) reportados en el recordatorio dietético de 24 horas.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se presenta el consumo individual de flavonoides y la distribución en una gráfica de caja y bigotes, en donde los bigotes representan los valores más bajos y altos, mientras que la caja representa el primer cuartil, la mediana y el tercer cuartil. Se puede observar que 10 personas (26.3%) tuvieron un consumo por encima del cuartil superior y nueve personas (23.6%) tuvieron un consumo por debajo del cuartil inferior. Los 19 participantes (50%) restantes se encontraron entre los cuartiles superior e inferior.

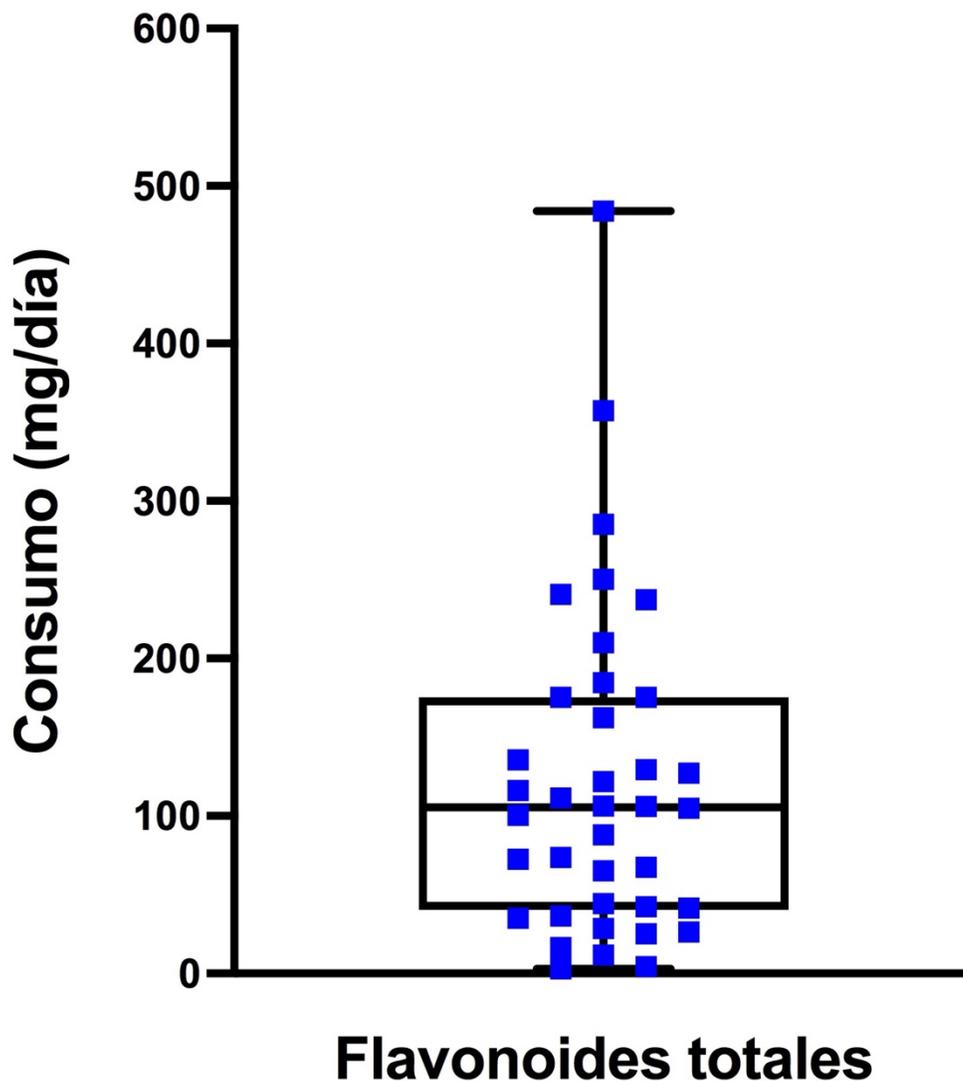


Figura 3. Consumo de flavonoides totales (mg/día). Los datos (cuadrados azules) representan el consumo individual ($n = 38$), así como la distribución de la población (mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil), según lo reportado en el recordatorio dietético de 24 horas.
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al consumo de los ácidos fenólicos (Figura 4), nueve personas tuvieron una ingestión por encima del cuartil superior y otras nueve personas estuvieron por debajo del cuartil inferior, lo que representa el 23.7% en cada caso. Sin embargo, aquí se puede observar el caso de un participante cuyo consumo fue de 198.8 mg/día, lo que es casi nueve veces la mediana del grupo (22.7 mg/día).

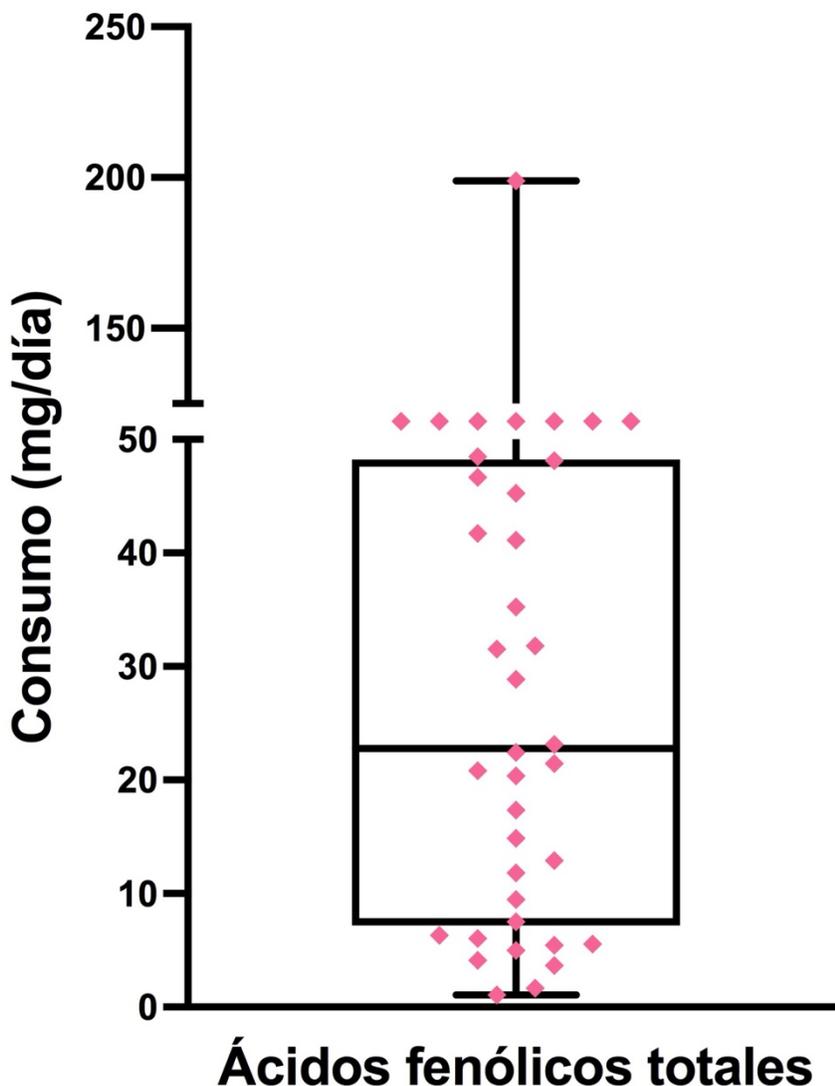


Figura 4. Consumo de ácidos fenólicos totales (mg/día). Los datos (rombos rosados) representan el consumo individual ($n = 38$), así como la distribución de la población (mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil), según lo reportado en el recordatorio dietético de 24 horas.
Fuente: Elaboración propia.

El consumo de otros tipos de PF diferentes a los cuatro principales (flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos y estilbenos), descritos anteriormente, estuvo presente únicamente en 31 individuos (82%), en donde el consumo promedio fue de $13.2 \text{ mg/día} \pm 9.6 \text{ mg/día}$ y una mediana de 12.3 mg/día .

La distribución del consumo de otros PF se puede observar en la Figura 5, en donde siete participantes (18.4%) tuvieron un consumo por arriba del tercer cuartil; siete participantes (18.4%) por arriba de la mediana; cinco participantes (13.2%) igual a la mediana; cuatro participantes (10.6%) por debajo de la mediana, pero encima del cuartil inferior; un participante (2.6%) en el cuartil inferior; y siete participantes (18.4%) por debajo del cuartil inferior.

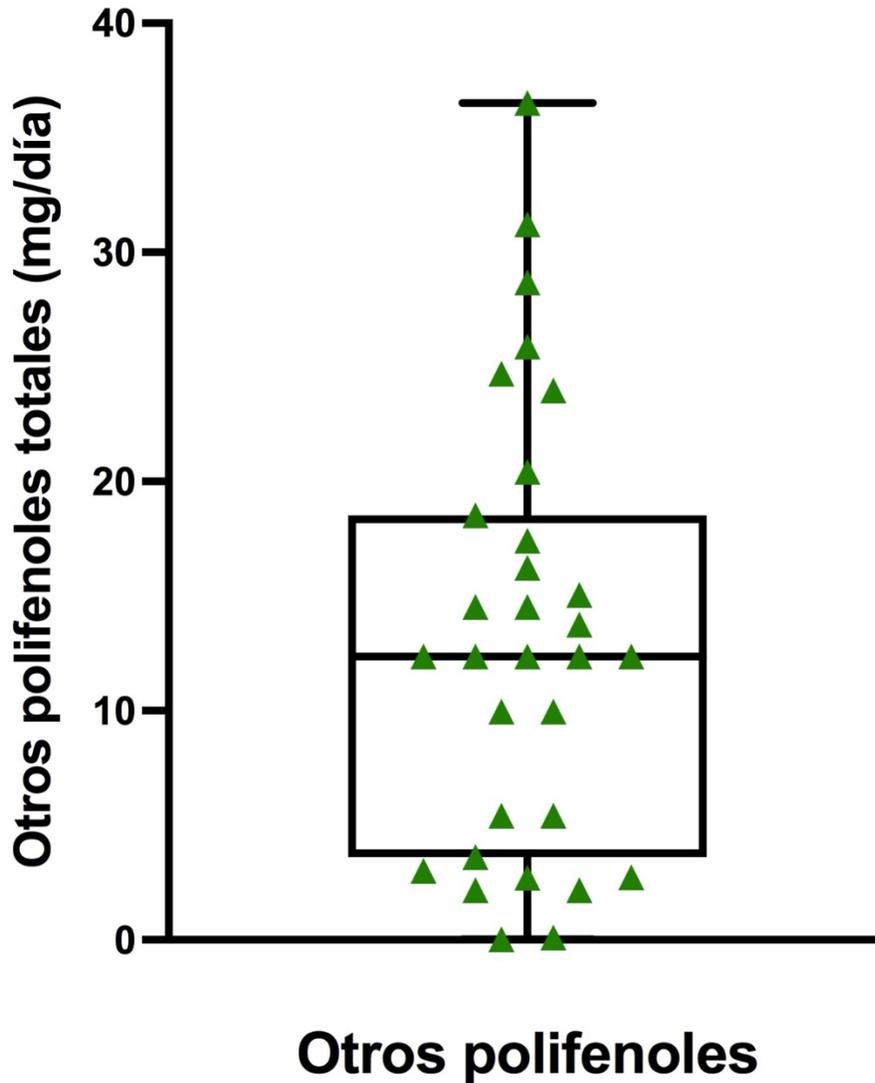


Figura 5. Consumo de otros polifenoles totales (mg/día). Los datos (triángulos verdes) representan el consumo individual ($n = 31$), así como la distribución de la población (mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil). En la gráfica se excluyeron a los participantes con un consumo de 0 mg/día ($n = 7$).
Fuente: Elaboración propia.

El consumo de lignanos entre los egresados de la Licenciatura en Nutrición no fue muy común, ya que únicamente se registró en ocho participantes (21%). Excluyendo los datos de las personas que no consumieron lignanos, la ingesta promedio fue de $0.4 \text{ mg/día} \pm 0.3 \text{ mg/día}$ (mediana de 0.3 mg/día). Similar a lo anterior, se observó que el consumo de estilbenos fue ingerido únicamente por siete individuos (18%), con un promedio de consumo de $2.1 \text{ mg/día} \pm 3.9 \text{ mg/día}$, mientras que los 31 participantes (81%) restantes no incluyeron este tipo de metabolitos en su dieta (Tabla 2).

En la Tabla 3 se encuentran los principales alimentos ricos en PF totales (mg/eqv) consumidos por egresados en la Licenciatura en Nutrición.

Tabla 3. Alimentos con alto contenido de polifenoles (mg/equivalente) consumidos por los egresados de la Licenciatura en Nutrición.

Grupo de alimento	Alimentos con alto contenido de polifenoles	
	100-200 mg/Equivalente	>200 mg/Equivalente
Frutas	Pera (<i>Pyrus communis</i>)	Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)
	Melón (<i>Cucumis melo L</i>)	Manzana (<i>Malus domestica</i>)
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)
	Piña (<i>Ananas Comosus L</i>)	Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i>)
	Uva verde (<i>Vitis vinifera</i>)	Arándano (<i>Vaccinium macrocarpon</i>)
		Ciruela pasa (<i>Prunus domestica</i>)
Verduras	Calabaza local (<i>Cucurbita moschata</i>)	
	Brócoli (<i>B. oleracea var. italica</i>)	
	Coliflor (<i>B. oleracea var. botrytis</i>)	Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>)
	Pimiento rojo, verde y amarillo (<i>Capsicum annuum</i>)	
	Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	
	Repollo (<i>B. oleracea var. capitata</i>)	
Cereales	Elote (<i>Zea mays</i>)	
Leguminosas	-	Frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
		Lenteja (<i>Lens culinaris</i>)
Aceites	Nuez (<i>Juglans regia</i>)	
Azúcar	-	Cocoa (<i>Theobroma cacao</i>)
Alimentos libres de energía	-	Alcaparra (<i>Capparis spinosa</i>)
Bebidas alcohólicas	-	Vino tinto

Nota: El contenido de polifenoles fue calculado de acuerdo con el consumo registrado en el recordatorio de 24 horas y analizado con las bases de datos Phenol-Explorer (2015) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2018). La clasificación de los alimentos y las porciones equivalentes corresponden al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE).

Fuente: Elaboración propia.

Los alimentos consumidos con mayor contenido polifenólico (>200 mg/eqv) fueron frutas, como la ciruela pasa, arándano, fresa, kiwi, durazno, naranja, mandarina y manzana; espinaca (297.7 mg/eqv) en el grupo de las verduras; y leguminosas como las lentejas (1294 mg/eqv) y el frijol negro (1043 mg/eqv). Otros alimentos con alto contenido de PF fueron la alcaparra, cocoa y vino tinto, con un valor de 612 mg/eqv, 562.4 mg/eqv y 430.9 mg/eqv, respectivamente.

Cabe destacar que otros alimentos, como pimientos (rojo, verde y amarillo), brócoli, coliflor, calabaza local, cilantro, repollo, pera, melón, guayaba, piña, uva verde, elote y nuez, también son buena fuente de PF, pero en menor concentración (100 mg/eqv–200 mg/eqv).

Aunque los egresados de la Licenciatura en Nutrición manifestaron consumir especias mexicanas como orégano, ajo, canela, clavo de olor, tomillo, anís estrellado, pimienta negra molida y azafrán, que son reconocidos por su alto contenido de PF, el consumo de estos alimentos es bajo, por lo que cuando se expresa por equivalente ya no estuvieron entre las principales fuentes dietéticas.

Finalmente, en la Tabla 4 se presentan aquellos alimentos consumidos que no están presentes en las bases de datos Phenol-Explorer y USDA. Se excluyeron los alimentos industrializados, derivados cárnicos y lácteos porque no contienen PF, debido a que no son de origen vegetal. Destaca que algunos alimentos de origen vegetal como el plátano macho, mamey, chayote, chile habanero, jícama, pepitas de calabaza, flor de jamaica y alga nori no se encontraron en las bases de datos Phenol-Explorer y/o USDA.

Tabla 4. Alimentos de origen vegetal ausentes en las bases de datos Phenol-Explore (2015) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2018).

Grupo de alimento	Alimentos
Verduras	Chayote (<i>Sechium edule</i>)
	Chile habanero (<i>Capsicum chinens</i>)
	Jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>)
Frutas	Mamey (<i>Pouteria sapota</i>)
	Plátano macho o rosado (<i>Musa balbisiana</i>)
Aceite y grasas con proteínas	Pepitas de calabaza (semillas de <i>Cucurbita moschata</i>)
Alimentos libres de energía	Flor de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)
Alimentos ausentes en SMAE	Alga nori (<i>Porphyra umbilicales</i>)

Nota: Los alimentos fueron clasificados de acuerdo con el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE).
Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Los efectos benéficos de los PF sobre la salud, particularmente en enfermedades crónicas no transmisibles y neurodegenerativas, están ampliamente documentados.

El consumo promedio de PF totales y por tipo es variable en cada país. Diversos estudios epidemiológicos realizados en el continente europeo reportan que el consumo en España es de 1365.1 mg/día; en Finlandia es de 863 mg/día; en Polonia es de 989 mg/día; y en Dinamarca, Alemania, Grecia, Italia, Noruega, Suecia, Países Bajos y Reino Unido va de 584 mg/día a 1786 mg/día (Cereceres *et al.*, 2018; Del Bo' *et al.*, 2019; Navarro *et al.*, 2017; Ovaskainen *et al.*, 2008).

En cuanto a países del continente americano, se reporta un consumo de 717 mg/día, 694 mg/día, 402 mg/día y 377.5 mg/día para Canadá, Estados Unidos, México y Brasil, respectivamente (Del Bo' *et al.*, 2019; Zamora-Ros *et al.*, 2016). En países del continente asiático, Malasia y Japón reportaron un consumo de 2770.7 mg/día y 759 mg/día, respectivamente (Del Bo' *et al.*, 2019; Taguchi *et al.*, 2020).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el consumo de PF promedio en egresados de la Licenciatura en Nutrición de una universidad pública fue de 1216 mg/día, lo cual resulta superior a lo reportado en varios países como Polonia, Finlandia, Canadá, Estados Unidos, Brasil y Japón, aunque esto no supera a países como Dinamarca (1786 mg/día) o Malasia (2770.7 mg/día) (Cereceres *et al.*, 2018; Ovaskainen *et al.*, 2008; Taguchi *et al.*, 2020; Zamora-Ros *et al.*, 2016).

En México, en un estudio de cohorte realizado por Zamora-Ros *et al.* (2018) en maestras mexicanas (≥ 25 años) de 12 entidades federativas, se obtuvo que el consumo promedio de PF totales fue de 694 mg/día, siendo Yucatán el estado con el consumo más bajo (536 mg/día), lo cual fue superado por lo encontrado en este trabajo (Zamora-Ros *et al.*, 2016).

Los flavonoides totales (121.2 mg/día) destacaron por ser los principales PF incluidos en la dieta cotidiana de los participantes, lo que coincide con otros reportes. Sin embargo, cuantitativamente es menor a lo reportado por Zamora-Ros *et al.* (2018) (235 mg/día) y Chun *et al.* (2007) (189.7 mg/día), pero mayor a lo reportado con población finlandesa (33 mg/día) (Chun *et al.*, 2007; Ovaskainen *et al.*, 2008; Zamora-Ros *et al.*, 2018).

Los subtipos de flavonoides en la dieta de los egresados de la Licenciatura en Nutrición fueron flavanonas, flavan-3-oles, flavanones y antocianinas, lo que discrepa con los subtipos flavanoles y flavanonas encontrados en el estudio de maestras mexicanas (Zamora-Ros *et al.*, 2016). Sin embargo, existe semejanza a lo ingerido por los estadounidenses y finlandeses en el consumo de flavan-3-oles, flavanonas, flavanoles, flavonoles, antocianidinas, flavonas e isoflavonas (Ovaskainen *et al.*, 2008; Zamora-Ros *et al.*, 2016).

El consumo de ácidos fenólicos reportado para maestras mexicanas y finlandeses resultó ser de 361 mg/día y 641 mg/día, respectivamente, lo cual es superior a lo reportado por egresados de la Licenciatura en Nutrición (33.5 mg/día) (Ovaskainen *et al.*, 2008; Zamora-Ros *et al.*, 2016). Respecto a otros PF, el consumo en egresados de la Licenciatura en Nutrición fue apenas de 13.3 mg/día, lo que es menor comparado con la población finlandesa (641 mg/día) (Ovaskainen *et al.*, 2008). Los otros tipos de PF no pudieron ser comparados en los estudios de maestras mexicanas y estadounidenses, pues no reportaron dicha información (Chun *et al.*, 2007; Zamora-Ros *et al.*, 2016).

Los lignanos y estilbenos son poco consumidos. Por ejemplo, Zamora-Ros *et al.* (2018) reportaron un consumo de apenas 0.07 mg/día y 0.55 mg/día, respectivamente, mientras que otros estudios no lo incluyen (Chun *et al.*, 2007; Ovaskainen *et al.*, 2008). Aunque el consumo promedio de lignanos y estilbenos (0.36 mg/día y 2.1 mg/día, respectivamente) en los egresados de la Licenciatura en Nutrición es mayor a lo reportado por Zamora-Ros *et al.* (2018), se debe considerar que la ingestión de estos metabolitos no fue consumida por la población en general.

Las diferencias en la ingestión reportada por diversos países sobre los diferentes subtipos de PF pueden estar asociadas a las diversas metodologías aplicadas en cada estudio, en donde destaca el tipo de instrumento para la recopilación de la información dietética y la base de datos empleada (Del Bo' *et al.*, 2019).

Los dos instrumentos de evaluación dietética más empleados, el cuestionario de frecuencia de alimentos (FFQ, por sus siglas en inglés) y el RD-24 horas, tienen como objetivo recolectar información sobre el consumo de alimentos. El FFQ recaba información dietética mediante una lista de alimentos ya establecidos previamente, en donde su principal desventaja es la posibilidad de omisión de algunos alimentos con PF. Por otra parte, el RD-24 en ocasiones tiende a subestimar o sobreestimar la ingesta dietética, ya que los individuos pueden no recordar con claridad lo consumido el día anterior a la aplicación (Pérez *et al.*, 2015; Salvador *et al.*, 2015). Sin embargo, dada la diversidad de alimentos en la región yucateca, consideramos que es más adecuado el uso de RD-24 para estimar el consumo de PF.

Por otra parte, existen diferentes bases de datos para la estimación de PF. Sin embargo, la base de datos Phenol-Explorer (<http://phenol-explorer>) y USDA (<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/methods-and-application-of-food-composition-laboratory/>) (Haytowitz *et al.*, 2018; Neveu *et al.*, 2010) son las más empleadas, ya sea de manera individual o bien una combinación de ambas bases, como lo realizado en este estudio. A pesar de lo anterior, existieron algunos alimentos de origen vegetal que no se encontraron en las bases de datos de Phenol-Explorer y USDA.

Las principales fuentes dietéticas de PF totales en egresados de la Licenciatura en Nutrición fueron similares a lo reportado en México en cuanto a las frutas, como mandarina, naranja y manzana (Zamora-Ros *et al.*, 2016). Respecto a los subtipos de PF, las frutas cítricas, frutos rojos (arándanos), manzanas, vino, leguminosas, derivados de semillas y productos de cereales fueron las principales fuentes, como lo reportado en estadounidenses y finlandeses (Chun *et al.*, 2007; Ovaskainen *et al.*, 2008). De igual manera, estos resultados coinciden con lo publicado en países mediterráneos y en países no mediterráneos, cuyas principales fuentes son frutas (sin especificar) y bebidas alcohólicas (vino tinto) (Zamora-Ros *et al.*, 2016).

Entre las discrepancias en las fuentes alimentarias se encontraron el café y té, cuyo consumo es alto en finlandeses, estadounidenses, brasileños y japoneses, así como el jugo de naranja en las maestras mexicanas, pero no para la población estudiada (Chun *et al.*, 2007; Del Bo' *et al.*, 2019; Ovaskainen *et al.*, 2008; Taguchi *et al.*, 2020; Zamora-Ros *et al.*, 2016).

El consumo de PF en la última década resultó ser de gran interés para toda la comunidad científica. Del Bo' *et al.* (2019) señala que un consumo >1170 mg/día de PF totales se relaciona de manera inversa con la manifestación de eventos cardiovasculares (ECV) y otras causas de mortalidad, mientras que una ingestión >2632 mg/día provee una mayor protección contra eventos suscitados por diabetes mellitus tipo 2 (DM-2) (Del Bo' *et al.*, 2019). Tomando en consideración lo anterior, la población estudiada tiene un consumo de PF totales que conferiría protección contra eventos cardiovasculares, pero no para DM-2.

Por otra parte, el consumo de flavonoides totales ha sido relacionado con múltiples beneficios, aunque las cifras son variadas. Un estudio señala que un consumo entre 360 mg/día a 800 mg/día está asociado con disminución en la mortalidad por eventos cardiovasculares, entre 115 mg/día y 944 mg/día se relaciona a menor riesgo de ECV, 585 mg/día indica menor riesgo para DTM-2 y >640 mg/día está relacionado con una mejor función endotelial (Del Bo' *et al.*, 2019). En este sentido, considerando que el consumo de flavonoides en la población fue 129.6 mg/día \pm 114.1 mg/día, esto apenas entra en el rango para menor riesgo de ECV.

Tresserra-Rimbau *et al.* (2014) reportaron una asociación significativa entre el consumo de flavanoles (263 mg/día), lignanos (0.94 mg/día) y ácidos hidroxibenzoicos (36.1 mg/día) con una mejor salud o protección contra ECV (Tresserra-Rimbau *et al.*, 2014), lo cual es mayor a lo ingerido por la población estudiada.

Entre los estilbenos, una molécula representativa es el resveratrol, sobre la cual Lefèvre-Arbogast *et al.* (2018) reportaron en su cohorte de 1329 adultos franceses que el resveratrol tiene un efecto protector sobre el envejecimiento cognitivo y la enfermedad de Alzheimer (AD). El consumo de 200 mg/día a 2000 mg/día aumentaron la conectividad del hipocampo y la memoria, y redujeron los niveles de β -amiloide en plasma en pacientes con AD (Lefèvre-Arbogast *et al.*, 2018). Respecto al resveratrol, aunque esta molécula en específico no se cuantificó en el presente trabajo, la cantidad es muy superior a los estilbenos totales, por lo que no se esperaría un efecto neuroprotector en esta población.

Es importante reconocer que hacen falta estudios que relacionen el consumo de cierta cantidad de ácidos fenólicos, estilbenos y lignanos sobre enfermedades crónicas no transmisibles y/o neurodegenerativas, por lo que la relevancia del presente estudio radica en que, debido a los múltiples beneficios de los polifenoles sobre la salud, es importante conocer el consumo de estos en diferentes zonas geográficas de México y los diferentes sectores de la población.

Esta investigación presentó diversas fortalezas, entre las que vale la pena mencionar el uso de dos bases de datos ampliamente utilizadas (Phenol-Explorer y USDA). De igual manera, resalta la utilización del instrumento RD-24, pues permitió abarcar alimentos consumidos como frutas tropicales y/o especias mexicanas que no se reportan en un cuestionario ya predeterminado (como lo es el FFQ). Entre las limitaciones están la posible subestimación de ingestión de PF debido a la ausencia de alimentos en las bases de datos, la muestra reducida del estudio y la aplicación del RD-24 en un solo día. Es preciso tener en cuenta que la información obtenida en el RD-24 fue auto referida por egresados de la Licenciatura en Nutrición, lo cual puede introducir un sesgo de deseabilidad social. Cabe destacar que los resultados obtenidos en este estudio no corresponden a una muestra representativa de la población en general.

Conclusiones

Se cuantificó el consumo de polifenoles en 38 egresados de la Licenciatura en Nutrición de una universidad pública del sureste de México mediante un RD-24, reportando un consumo de 1216 mg/día, cifra mayor a lo reportado previamente para México y Yucatán, así como para diferentes países, y que representaría un factor protector cardiovascular. A pesar de lo anterior, el consumo de flavonoides y ácidos fenólicos fue bajo, mientras que otros polifenoles, lignanos y estilbenos fueron poco consumidos.

Adicionalmente, se identificaron alimentos ricos en polifenoles, como son frutas y verduras, además de los alimentos base de la comida mexicana, como son el maíz, el frijol y la calabaza. Sin embargo, destaca la ausencia de alimentos en las bases de datos Phenol-Explorer y USDA, lo que podría subestimar el consumo de polifenoles.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los participantes del estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Bincy, B., Priya, A., & Ranjit, V. (2018). Antioxidant and anticancer properties of berries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(15), 2491–2507. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1329198>
- Boatella, J. (2017). Relaciones nutricionales: del equivalente nutritivo a las listas de intercambio. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(3), 300–309. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.3.195>
- Cereceres, A., García, J. R., Álvarez, E., & Rodríguez-Tadeo, A. (2018). Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor. *Nutrición Hospitalaria*, 36(2). doi: <https://doi.org/10.20960/nh.2171>
- Chun, O. K., Chung, S. J., & Song, W. O. (2007). Estimated dietary flavonoid intake and major food sources of U.S. adults. *The Journal of Nutrition*, 137(5), 1244–1252. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/137.5.1244>

- Del Bo', C., Bernardi, S., Marino, M., Porrini, M., Tucci, M., Guglielmetti, S., Cherubini, A., Carrieri, B., Kirkup, B., Kroon, P., Zamora-Ros, R., Hidalgo, N., Andres-Lacueva, C., & Riso, P. (2019). Systematic review on polyphenol intake and health outcomes: is there sufficient evidence to define a health-promoting polyphenol-rich dietary pattern? *Nutrients*, *11*(6), 1355. doi: <https://doi.org/10.3390/nu11061355>
- Delgado, M. K. (2015). Perspectiva actual de los polifenoles en México. *Entretexos*, *7*(21), 1–12. doi: <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.201521404>
- Di Lorenzo, C., Colombo, F., Biella, S., Stockley, C., & Restani, P. (2021). Polyphenols and human health: the role of bioavailability, *Nutrients*, *13*(1), 273. doi: <https://doi.org/10.3390/nu13010273>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (02 de abril de 2014). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf
- Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E. B., Cicala, C., Caiazzo, E., Izzo, A. A., Novellino, E., & Santini, A. (2019). Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. *Phytotherapy Research*, *33*(9), 2221–2243. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.6419>
- González-Jiménez, F. E., Hernández-Espinoza, N., Cooper-Bribiesca, B. L., Núñez-Bretón, L. C., & Reyes-Reyes, M. (2015). Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas. *Vertientes. Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, *18*(1). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/vertientes/article/view/51730>
- Haytowitz, D. B., Wu, X., & Bhagwat, S. (2018). *USDA database for the flavonoid content of selected foods, release 3.3*. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/flav>
- Lefèvre-Arbogast, S., Gaudout, D., Bensalem, J., Letenneur, L., Dartigues, J., Hejblum, B. P., Féart, C., Delcourt, C., & Samieri, C. (2018). Pattern of polyphenol intake and the long-term risk of dementia in older persons. *Neurology*, *90*(22), e1979. doi: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005607>
- Lund, M. N. (2021). Reactions of plant polyphenols in foods: Impact of molecular structure. *Trends in Food Science & Technology*, *112*, 241–251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.056>
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *79*(5), 727–747. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Mercado-Mercado, G., de la Rosa, L., Wall-Medrano, A., López, J. A., & Álvarez-Parrilla, E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutrición Hospitalaria*, *28*(1). doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>
- Navarro, I., Periago, M. J., & García, F. J. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, *21*(4), 320–326. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- Neveu, V., Perez-Jimenez, J., Vos, F., Crespy, V., du Chaffaut, L., Mennen, L., Knox, C., Eisner, R., Cruz, J., Wishart, D., & Scalbert, A. (2010). Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*, *2010*, 1-9. doi: <https://doi.org/10.1093/database/bap024>
- Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud (OPS-OMS). (2022). *Enfermedades no transmisibles*. <http://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>
- Ovaskainen, M., Törrönen, R., Koponen, J. M., Sinkko, H., Hellström, J., Reinivuo, H., & Mattila, P. (2008). Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *The Journal of Nutrition*, *138*(3), 562–566. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/138.3.562>
- Pérez, A. B., Castro, A. L., Palacios, B., & Flores, I. (2014). *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes* (4ta Edición).
- Pérez, C., Aranceta, J., Salvador, G., & Varela-Moreiras, G. (2015). Food frequency questionnaires. *Nutricion Hospitalaria*, *31*(3), 49–56. doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8751>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Alexandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, *27*(1). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009#:~:text=Los compuestos fenólicos son el,de enfermedades cardiovasculares1%2C2
- Rothwell, J. A., Perez-Jimenez, J., Neveu, V., Medina-Rejon, A., M'Hiri, N., García-Lobato, P., Manach, C., Knox, C., Eisner, R., Wishart, D. S., & Scalbert, A. (2013). Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. *Database*, *2013*, bat070. doi: <https://doi.org/10.1093/database/bat070>

- Salvador, G., Serra-Majem, L., & Ribas-Barba, L. (2015). What and how much do we eat? 24-hour dietary recall method. *Nutrición Hospitalaria*, 31(3), 46–48. doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8750>
- Taguchi, C., Kishimoto, Y., Fukushima, Y., Kondo, K., Yamakawa, M., Wada, K., & Nagata, C. (2020). Dietary intake of total polyphenols and the risk of all-cause and specific-cause mortality in Japanese adults: the Takayama study. *European Journal of Nutrition*, 59(3), 1263–1271. doi: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02136-9>
- Tresserra-Rimbau, A., Rimm, E. B., Medina-Remón, A., Martínez-González, M. A., de la Torre, R., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Gómez-Gracia, E., Lapetra, J., Arós, F., Fiol, M., Ros, E., Serra-Majem, L., Pintó, X., Saez, G. T., Basora, J., Sorlí, J. V., Martínez, J. A., Vinyoles, E., ... Lamuela-Raventós, R. M. (2014). Inverse association between habitual polyphenol intake and incidence of cardiovascular events in the PREDIMED study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(6), 639–647. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.12.014>
- Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12), 1231–1246. doi: <https://doi.org/10.3390/nu2121231>
- Zamora-Ros, R., Biessy, C., Rothwell, J. A., Monge, A., Lajous, M., Scalbert, A., López-Ridaura, R., & Romieu, I. (2018). Dietary polyphenol intake and their major food sources in the Mexican Teachers' Cohort. *British Journal of Nutrition*, 120(3), 353–360. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114518001381>
- Zamora-Ros, R., Knaze, V., Rothwell, J. A., Hémon, B., Moskal, A., Overvad, K., Tjønneland, A., Kyrø, C., Fagherazzi, G., Boutron-Ruault, M.-C., Touillaud, M., Katzke, V., Kühn, T., Boeing, H., Förster, J., Trichopoulou, A., Valanou, E., Peppas, E., Palli, D., ... Scalbert, A. (2016). Dietary polyphenol intake in Europe: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *European Journal of Nutrition*, 55(4), 1359–1375. doi: <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0950-x>