

Estimación de la calidad antioxidante de la dieta de estudiantes universitarios mexicanos

Total antioxidant capacity of the diet vs. redox balance

Tamara Y. Forbes-Hernández¹ Greity Betancourt²

Tania Bilbao³ Daliannis Rodríguez⁴

Mario A. García^{5*}

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estimar la calidad antioxidante de la dieta en un grupo de jóvenes mexicanos. Los datos de su alimentación se recopilaron durante tres días con la utilización del Recordatorio de 24 h. El procesamiento se hizo mediante el sistema automatizado CERES. También se determinaron el contenido de energía y nutrientes, así como, la adecuación según los valores de referencia. Se calculó la capacidad antioxidante total (CAT) de la dieta y los grupos de alimentos de mayor contribución a la misma. La dieta se caracterizó por un bajo consumo de frutas, vegetales y leguminosas y un adecuado consumo de lácteos, cereales y carnes (fundamentalmente carnes rojas y embutidos). El aporte energético de la dieta fue insuficiente (83,28 %) y las proteínas y las grasas estuvieron en exceso, mientras que los carbohidratos apenas alcanzaron el 52,91 % de su adecuación. El grupo de Jugos y bebidas fue el de mayor contribución antioxidante en la dieta, seguido de los grupos Cereales y viandas y Frutas y vegetales. El desayuno fue el evento de mayor contribución a la CAT del día.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, dieta, balance redox, estrés oxidativo.

Abstract

The objective of this work was to estimate the antioxidant quality of the diet in a group of young Mexicans. Their feeding data was collected over three days using the 24-hour Reminder. The processing was done using the automated CERES system. The energy and nutrient content, as well as the adequacy according to the reference values, were also determined. The total antioxidant capacity (TAC) of the diet and the food groups with the highest contribution to it was calculated. The diet was characterized by a low consumption of fruits, vegetables and legumes and an adequate consumption of dairy products, cereals and meats (mainly red meat and sausages). The energy intake of the diet was insufficient (83.28%) and proteins and fats were in excess, while carbohydrates barely reached 52.91% of their adequacy. The Juices and beverages group was the one with the highest antioxidant contribution in the diet, followed by the Cereals and viands and Fruits and vegetables groups. Breakfast was the event with the greatest contribution to CAT of the day.

Keywords: Antioxidant capacity, diet, redox balance, oxidative stress.

*Dirección para correspondencia: mario.garcia@utm.edu.ec

Artículo recibido el 12-12-2020 Artículo aceptado el 21-04-2021 Artículo publicado el 15-05-2021

Fundada 2016 Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Introducción

Un antioxidante es una sustancia con la capacidad de secuestrar directamente o prevenir indirectamente la formación de moléculas prooxidantes, básicamente asociadas a las denominadas especies reactivas de oxígeno (ERO). El estrés oxidativo surge de una generación aumentada de ERO,

¹ Universidad de Vigo, PhD in Scienze Biologiche e Cliniche Specialistiche, Departamento de Química Analítica y Alimentaria, Grupo de Nutrición y Ciencia Alimentaria, Vigo, España, tamaraforbe@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7021-9276>

² Universidad de La Habana, Licenciada en Ciencias Alimentarias, Instituto de Farmacia y Alimentos, La Habana, Cuba

³ Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, taniabilbaoreb@yahoo.com

⁴ Universidad de La Habana, MSc. Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Farmacia y Alimentos, La Habana, Cuba, dalyc92@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0389-740X>

⁵ Universidad Técnica de Manabí, PhD en Ciencias de los Alimentos, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Portoviejo, Manabí, Ecuador, marioifal@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0304-9665>

pero también de una descomposición del sistema de defensa antioxidante, lo que conduce al desequilibrio entre la aparición de ERO y la capacidad del organismo para contrarrestarlas. El estrés oxidativo es responsable del daño celular, a veces irreparable, que está además implicado en una cascada de enfermedades degenerativas, enfermedades cardiovasculares, cáncer y envejecimiento. En esta situación, el sistema de defensa endógeno, que incluye enzimas antioxidantes y compuestos no enzimáticos (glutatión, vitaminas, coenzima Q y otros), necesita ayuda externa para disminuir/modular los efectos negativos del exceso de ERO. Esta ayuda exógena está representada por los antioxidantes alimentarios presentes en frutas y hortalizas u otras fuentes del reino vegetal¹.

Se han utilizado varios materiales vegetales como vehículo para aportar antioxidantes a la dieta. Por ejemplo, el pimiento constituye una de las fuentes de ascorbato más importantes, aunque la provisión global de vitamina C tras su ingesta depende de la variedad y estado de madurez². Además, en algunos casos, esta aportación antioxidante se complementa con algunos compuestos funcionales que, en el caso de la pimienta, incluyen capsaicina, un alcaloide exclusivo de esta especie con diversas propiedades terapéuticas².

La variedad y estado de madurez son claves relevantes en el contenido de antioxidantes (ascorbato, polifenoles y flavonoides) de otras frutas presentes en la dieta, como los cítricos, manzanas y uvas; esta capacidad antioxidante es extensa para cualquiera de sus partes, ya sea pulpa, semillas y pelado o no^{3,4,5}. Se comprobó que los aguacates son ricos en α -tocoferol y tococromanoles, dependiendo de la variedad y condiciones de almacenamiento⁶. Las plantas también se utilizan para elaborar bebidas enriquecidas con antioxidantes como el té. Se ha descrito que el tipo de té, ya sea blanco, verde, negro o rojo, es esencial para la preparación de Kombucha, una bebida preparada a partir de té fermentado⁷. También, el metabolismo antioxidante de la estevia, edulcorante extraído directamente de la planta original sin ninguna transformación, está influenciado por la aclimatación de las plantas cuando se exponen a condiciones *ex vitro*⁸. Considerando lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estimar la calidad antioxidante de la dieta de un grupo de estudiantes universitarios mexicanos.

Metodología

Teniendo en cuenta un plan de muestreo de inspección por atributos⁹, se seleccionaron aleatoriamente 35 estudiantes del último año de las carreras de la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Se elaboró un modelo de encuesta de recordatorio de 24 horas y su reproducción, validación y aplicación se realizó en México.

Con los datos de la encuesta y las tablas del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes¹⁰, se convirtieron en gramos las cantidades de alimentos consumidos reportadas. La determinación de la ingestión de energía y nutrientes se hizo mediante el empleo del sistema automatizado CERES versión 1.02¹¹.

Los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) utilizados para la determinación de los porcentajes de adecuación fueron de 10 a 15 % de proteínas, 25 a 30 % de grasas, 60 a 70 % de carbohidratos¹². Se trabajó con el promedio ponderado de energía recomendada (ec. 1), teniendo en cuenta el sexo, edad y actividad física de los individuos.

$$\text{Energía ponderal recomendada} = \frac{A+B}{\text{Total de individuos}} \text{ (ec. 1)}$$

Donde:

A: número de personas del sexo femenino por la energía requerida según características fisiológicas.

B: número de personas del sexo masculino por energía requerida según características fisiológicas.

Los valores individuales de capacidad antioxidante de los alimentos consumidos informados en las encuestas fueron calculados a partir de Halvorsen et al.¹³. Se determinó a todas las variables dependientes la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

Las edades de los jóvenes encuestados estuvieron comprendidas entre los 18 y 22 años de edad, de ellos 26 (74,28 %) fueron mujeres. En la Tabla 1 se presentan las cantidades medias consumidas por grupos de alimentos y eventos del día de la población evaluada. Resaltó el bajo consumo de frutas y hortalizas por los individuos, los cuales ingirieron menos de la mitad de los 400 g/día recomendados por la OMS/FAO¹⁴.

Tabla 1. Cantidades medias consumidas por grupos de alimentos y eventos del día

Grupos de alimentos (g)	Desayuno	Merienda	Almuerzo	Comida	Cena	Total del día
Frutas y hortalizas	54,42	18,31	18,14	43,28	-	134,17 (18,25)
Leguminosas	-	8,57	9,14	6,85	-	24,57 (1,18)
Carnes rojas	29,28	17,85	20,42	29,28	27,14	124 (5,31)
Carnes blancas	13,57	3,71	10,85	8,02	-	36,17 (4,21)
Huevo	12,85	10,28	-	-	-	23,14 (1,81)
Azúcares	5,85	-	3,37	12,34	5,85	27,42 (3,84)
Grasas	0,80	-	-	-	-	0,80 (0,29)
Cereales y viandas	75,97	19,85	18,85	82,05	24,40	221,14 (28,77)
Lácteos	145,82	24,65	-	29,08	55,88	255,45 (23,46)
Jugos y bebidas	38,82	13,40	38,28	64,00	16,02	170,54 (36,09)
Sopas y cremas	-	-	-	59,25	-	59,25 (11,04)

Valores medios (desviación estándar).

El insuficiente consumo de frutas y hortalizas se asoció a un limitado aporte de vitaminas, minerales y otros fitoquímicos de interés beneficiosos para la salud. Por esta razón, este grupo poblacional estaría privado del efecto protector que brindan estos alimentos frente a enfermedades crónicas y cardiovasculares. La ingestión de leguminosas, por su parte, también fue muy pobre. Aunque se consumieron en tres de los cinco eventos del día, las cantidades ingeridas fueron muy pequeñas.

El consumo de carnes resultó adecuado, aunque predominaron las carnes rojas y embutidos; principalmente carne de res, jamón y hamburguesas. Estos hábitos no se correspondieron con las recomendaciones nutricionales generales, que promueven un mayor consumo de carnes blancas, como pollo y pescado por ser más saludables. Las carnes rojas generalmente se asocian con un mayor consumo de grasas saturadas y los embutidos pueden ser fuente de aditivos alimentarios con consecuencias perjudiciales para la salud. El consumo de huevo fue bajo.

Como comportamiento positivo se encontró poco consumo de azúcares y grasas. Aspectos favorables para prevenir la aparición de enfermedades como la diabetes y obesidad. Sin embargo, es necesario resaltar que, en el caso de las grasas, su valor solo incluye la grasa añadida a las preparaciones culinarias; mientras que la grasa no visible presente en los alimentos quedó reflejada en el aporte y adecuación de este nutriente en las dietas.

La ingestión promedio de viandas y cereales fue aceptable, aunque el mayor consumo se correspondió a los cereales; pues de vianda solo se consumió papa y por muy pocos encuestados. Se destacó el consumo frecuente de tortillas de maíz, arroz, pan y cereales para el desayuno, propio de la cultura mexicana. También el consumo de lácteos fue adecuado, favoreciendo el aporte de proteínas, vitaminas y minerales. Mientras que, el contenido de jugos y bebidas fue bajo; si bien este comportamiento es beneficioso en el caso de las bebidas carbonatadas, no lo es para los jugos de frutas, cuyo consumo debería estimularse y aumentarse. De manera general el consumo de sopas y cremas fue escaso.

Teniendo en cuenta la edad y actividad física del grupo de jóvenes estudiados, el consumo de energía diario recomendado para cada individuo fue de 1 989 kcal para las mujeres y 2 328 kcal para los hombres. El ponderado de energía recomendado por evento, así como los valores medios de su consumo y porcentajes de adecuación se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Consumo y adecuación de energía

Evento	Energía (kcal)	Recomendación ponderal (kcal)	Adecuación (%)
Desayuno	508,76	415,2	122,53
Merienda	194,00	207,6	93,44
Almuerzo	327,80	622,8	52,63
Comida	482,62	622,8	77,49
Cena	215,71	207,6	103,90
Total del día	1728,89	2076,0	83,28

De manera general, el aporte energético del día fue deficiente relacionado fundamentalmente con una insuficiente contribución de los eventos almuerzo y comida, cuando debieron ser los eventos de mayor aporte. Este comportamiento se atribuyó a que la mayoría de estos individuos se encontraban en la universidad en esos horarios y no realizaron uno de esos eventos. En este sentido, prefirieron reforzar el desayuno y merienda matutina, donde el primero sobrepasó los requerimientos; mientras que, el segundo cumplió.

Además, la insuficiencia energética encontrada también se correspondió con el escaso consumo de cereales, viandas, grasas y azúcares discutidos en los resultados de la Tabla 1; pues estos grupos son los principales contribuyentes en el aporte energético de cualquier dieta. La cena, evento que se corresponde con una merienda nocturna según sus hábitos alimentarios, también cumplió con las recomendaciones energéticas y se consumieron principalmente leche, cereales y pan tostado. La baja ingesta energética puede influir con frecuencia en la disminución del rendimiento físico y mental del individuo, en el peso corporal e ingesta de micronutrientes. Por estas razones, es necesario garantizar una dieta variada que incluya alimentos con alta densidad de nutrientes¹⁵.

El consumo y adecuación de proteínas, grasas y carbohidratos se presentan en la Tabla 3, donde se apreció que al final del día ninguno de los macronutrientes cumplió con su recomendación. Las proteínas y grasas fueron insuficientes por exceso, mientras que los carbohidratos apenas alcanzaron el 52,91 % de su adecuación. Este último macronutriente en particular, solo alcanzó los valores recomendados durante el desayuno, en los otros eventos su consumo fue muy pobre. La afectación crítica fue en el almuerzo. También en este evento el consumo de proteínas fue deficiente, corroborándose el almuerzo como el evento de menor aporte calórico, respecto a los resultados de la Tabla 2.

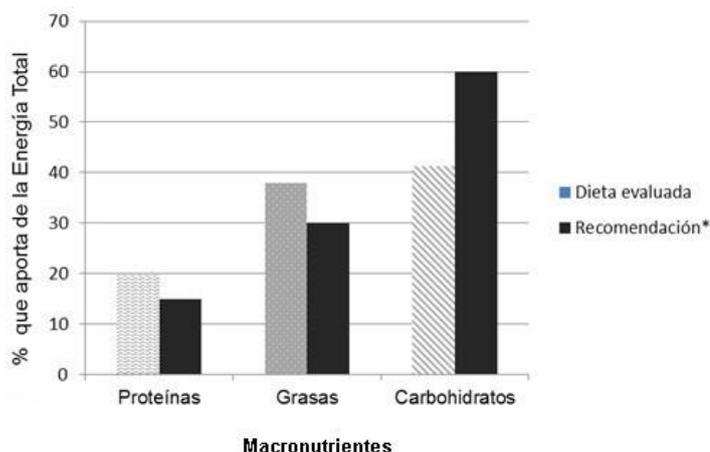
Tabla 3. Consumo y adecuación de macronutrientes en la dieta de los encuestados

Evento	Proteínas (g)	R	Adec (%)	Grasas (g)	R	Adec (%)	Carbohidratos (g)	R	Adec (%)
Desayuno	24,03	12,45	193,01	18,01	12,92	139,39	61,84	67,47	91,66
Merienda	10,60	6,22	170,41	7,51	6,46	116,25	20,81	33,74	61,68
Almuerzo	13,99	16,88	83,87	19,00	19,38	98,03	24,33	101,21	24,04
Comida	23,74	16,88	142,32	19,29	19,38	99,53	52,50	101,21	51,87
Cena	13,46	6,22	216,39	9,25	6,46	143,19	19,02	33,74	56,37
Total del día	85,82	62,68	136,31	73,06	64,59	113,11	178,50	337,35	52,91

Valores medios (desviación estándar).

Adec – adecuación, R – recomendación diaria ponderal para la población estudiada, calculada sobre la base de un 12 % de la energía aportada por las proteínas, 65 % por los carbohidratos y 25 % por los lípidos¹⁶.

Se demostró un desequilibrio en cuanto a la contribución de cada macronutriente a la energía total del día, lo cual puede corroborarse en la Figura 1.



*Recomendación: valores máximos permisibles para los lípidos y las proteínas, y valores mínimos recomendados para carbohidratos.

Figura 1. Distribución porcentual calórica de las dietas. *Recomendación: valores máximos permisibles para los lípidos y proteínas y valores mínimos recomendados para carbohidratos.

Se observó que tanto las proteínas como las grasas superaron el límite superior de su RAM, aportando mayor cantidad de energía que la que le corresponde en una dieta correcta. Este exceso suplió el insuficiente aporte calórico de los carbohidratos, con valor menor al límite inferior de su RAM. La desventaja de emplear las proteínas como fuentes primarias de energía condiciona su desvío de la función principal como componente estructural en la renovación de tejidos y síntesis de otras proteínas corporales (enzimas, hormonas). Tanto las proteínas como las grasas mostraron predominio de origen animal, con valores de 69,97 % para el primero y 58,47 % el segundo. Estos valores no se correspondieron con las recomendaciones sugeridas de 50:50 y 40:60 para proteínas y grasas animal y vegetal respectivamente. La grasa animal en exceso puede ocasionar problemas de hipertensión, diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares. Se recomienda consumir aceites de origen vegetal como los aceites de oliva, girasol y sésamo.

En la Tabla 4 se muestran los porcentajes de adecuación para las vitaminas del complejo B. Las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina aportadas por la dieta cumplieron con su porcentaje de adecuación para el día completo; sin embargo, la piridoxina y el ácido fólico fueron deficientes. La deficiencia de las vitaminas mencionadas se relacionó con el bajo consumo de frutas, hortalizas, huevo y cereales.

Tabla 4. Adecuación de las vitaminas del complejo B en las dietas

Evento	Vitamina (mg)				
	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Piridoxina	Ácido fólico
Desayuno	0,36	0,50	7,03	0,44	38,93
Porcentaje de adecuación	141,73	166,66	203,41	107,31	19,46
Merienda	0,16	0,20	3,38	0,18	10,30
Porcentaje de adecuación	125,98	133,33	195,60	87,80	10,30
Almuerzo	0,30	0,18	2,72	0,26	29,03
Porcentaje de adecuación	78,74	40,00	52,46	42,27	9,67
Comida	0,29	0,40	3,34	0,43	47,54
Porcentaje de adecuación	76,11	88,88	64,42	69,91	15,84
Cena	0,18	0,25	2,05	0,25	17,31
Porcentaje de adecuación	141,73	166,66	118,63	121,95	17,31
Total del día	1,29	1,53	18,52	1,56	143,11
Porcentaje de adecuación	101,57	102	107,17	76,09	14,31

Los bajos consumos, tanto de vitamina B6 como de ácido fólico, se asociaron con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares tales como: infartos, enfermedad vascular periférica y enfermedades coronarias. Se ha demostrado la relación de las vitaminas con la regulación de las concentraciones de homocisteína en sangre, factor indicativo de posibles patologías vasculares¹⁷.

Por su parte, la niacina ejerce un efecto protector frente a estas enfermedades, pues reduce tanto el colesterol sérico como los triglicéridos a partir de su acción antilipolítica. Se ha reportado que consumir dosis entre 1 a 3 g/día reduce el colesterol LDL en suero y aumenta el colesterol HDL en suero¹⁸.

Las vitaminas C, A y E son particularmente importantes por su papel antioxidante en la prevención de ECNT al proteger a los lípidos y otros componentes de las células del daño oxidativo. Existió un consumo suficiente al final del día para las vitaminas A y C, no así de la E, que fue crítico (Tabla 5).

Tabla 5. Adecuación de las vitaminas antioxidantes en las dietas

Evento	Vitamina (mg)		
	C	A**	E
Desayuno	23,12	100,07	1,47
Porcentaje de adecuación	146,60	95,17	49,00
Merienda	6,12	30,26	0,77
Porcentaje de adecuación	77,61	57,56	51,33
Almuerzo	7,79	74,49	1,09
Porcentaje de adecuación	32,93	47,32	24,22
Comida	33,74	357,79	1,50
Porcentaje de adecuación	142,66	226,86	33,33
Cena	6,84	42,23	0,51
Porcentaje de adecuación	86,74	80,33	34,00
Total del día	77,61	604,84	5,34
Porcentaje de adecuación	98,42	115,05	35,6

** Expresada en µg.

Los bajos valores de vitamina E en la dieta se asociaron a la ausencia o pobre presencia en los menús de aceites vegetales (germen de trigo, girasol, soya, maíz), mantequilla, huevo entero, arroz integral, mayonesa, germen de trigo, nueces y cereales integrales; considerados las fuentes principales de este micronutriente.

En la Tabla 6 se presentan los valores de los minerales contenidos en las dietas, observándose que únicamente el zinc cumplió con las recomendaciones establecidas para el día completo; el resto de los minerales se encontraron deficientes por exceso o defecto. Valores superiores a lo recomendado presentaron el calcio y fósforo, aun cuando para ambos elementos el consumo en el almuerzo fue crítico.

Tabla 6. Porcentaje de adecuación de los minerales en la dieta

Evento	Minerales (mg)				
	Calcio	Fósforo	Hierro	Cobre	Zinc
Desayuno	358,54	440,02	3,31	0,53	3,16
Porcentaje de adecuación	224,08	275,01	91,94	0,29	143,63
Merienda	99,26	179,06	1,97	0,26	1,57
Porcentaje de adecuación	124,07	220,07	109,44	0,28	142,72
Almuerzo	71,95	181,23	2,12	0,30	1,94
Porcentaje de adecuación	29,97	75,51	39,25	0,11	58,78
Comida	249,03	347,39	3,46	0,41	3,04
Porcentaje de adecuación	103,76	144,74	64,07	0,15	92,12
Cena	170,15	212,29	1,54	0,29	1,94
Porcentaje de adecuación	212,68	265,36	85,55	0,32	176,36
Total del día	948,93	1 359,99	12,40	1,79	11,65
% A	118,61	169,99	68,88	0,198	105,90

El consumo de hierro y cobre fue deficiente, los porcentajes de adecuación para este último resultaron alarmantes; su consumo en todos los eventos del día fue ínfimo. La situación se agravó por la ausencia en la dieta de alimentos como hígado, frutos secos, legumbres y cereales integrales, que son una fuente de este mineral.

Los minerales al igual que otros nutrientes dietéticos son esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las funciones vitales. Su importancia radica en que intervienen en la formación de tejidos duros como los dientes y huesos, así como, en acciones físico-químicas y bioquímicas.

En el caso particular del cobre, interviene como cofactor de metaloenzimas que actúan como oxidorreductasas, participa en los mecanismos de defensa antioxidante, en la hematopoyesis y formación ósea, evidenciándose la necesidad de incrementar su consumo en este grupo poblacional.

Por otra parte, una deficiencia de hierro pudiera traer como consecuencia anemia por deficiencia de este elemento, una de las enfermedades nutricionales más comunes en los países subdesarrollados y en vías de desarrollo. Se precisa un cambio en la conducta alimentaria dirigida al consumo de una mayor variedad de frutas, vegetales y otros alimentos en sentido general; de manera que se cumplan con los requerimientos de estos nutrimentos.

En la Tabla 7 se presenta el potencial antioxidante que proporcionaron los alimentos incluidos en la dieta según los grupos de alimentos con que se trabajaron. Se pudo apreciar que entre las frutas y hortalizas la de mayor contribución a la capacidad antioxidante total fue la nuez (0,18 mmol/g consumidos), seguido del aguacate (0,05 mmol/g consumidos), lechuga (0,04 mmol/g consumidos), manzana (0,03 mmol/g consumidos) y piña (0,03 mmol/g consumidos).

La nuez no es de los alimentos con mayor consumo dentro de este grupo; sin embargo, su potencial antioxidante resultó ser el mayor. Consecuentemente, aunque se ingirió en pequeñas cantidades fue la que más contribuyó. En el caso de las otras frutas y hortalizas, destacaron tanto por su potencial antioxidante como por su consumo promedio por la población.

Tabla 7. Capacidad antioxidante de los alimentos reportados en las dietas

Grupos de alimentos	Alimentos	Consumo promedio (g)	Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	Capacidad antioxidante total (mmol/g consumidos)
Lácteos	Leche	138,88	0,05	0,07
	Yogur	84,00	0,03	0,03
	Batido de frutas	35,00	0,10	0,03
	Queso gouda	3,71	0,03	0,001
	Queso fundido	0,85	0,06	0,0005
	Queso blanco	1,71	0,03	0,0005
	Queso manchego	0,85	0,06	0,0005
	Queso crema	1,71	0,03	0,0005
	Queso Patagrás	0,85	0,06	0,0005
	Helado de chocolate	5,71	0,50	0,02
Sopas y cremas	Sopa de pollo	27,77	0,02	0,007
	Sopa de vegetales	31,20	0,04	0,01
	Crema de queso	7,14	0,05	0,003
Bebidas y jugos	Jugo de naranja	54,00	0,56	0,30
	Jugo de toronja	21,00	0,11	0,02
	Jugo de papaya	6,85	0,04	0,002
	Jugo de mandarina	7,00	0,61	0,04
	Jugo de piña	15,57	1,85	0,28
	Refresco de manzana	15,14	0,71	0,10
	Coca cola	16,14	0,04	0,007
	Café	13,02	1,24	0,16

Tabla 7 (Cont.). Capacidad antioxidante de los alimentos reportados en las dietas

Grupos de alimentos	Alimentos	Consumo promedio (g)	Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	Capacidad antioxidante total (mmol/g consumidos)
Frutas y hortalizas	Tomate	10,28	0,15	0,01
	Nuez	1,42	13,12	0,18
	Aguacate	13,42	0,41	0,05
	Plátano	15,14	0,16	0,02
	Melón	8,57	0,04	0,003
	Cebolla	7,14	0,23	0,01
	Piña	5,42	0,60	0,03
	Lechuga	20,00	0,20	0,04
	Papaya	20,85	0,04	0,008
	Manzana	9,60	0,40	0,03
	Zanahoria	2,85	0,03	0,0009
	Naranja	9,42	0,02	0,002
	Toronja	2,85	0,11	0,003
	Limón	1,42	0,004	0,00005
	Pepino	5,71	0,43	0,02
Leguminosas	Frijoles negros	21,14	0,28	0,06
	Frijoles blancos	3,42	0,10	0,003
Carnes rojas	Jamón	63,00	0,13	0,08
	Chuletas fritas	1,71	0,24	0,004
	Res	33,71	0,13	0,04
	Salchichas	1,422	0,29	0,004
	Hamburguesas	27,42	0,13	0,03
Carnes blancas	Pollo	25,88	0,16	0,04
	Cerdo	5,71	0,24	0,01
	Pechuga de pollo	2,85	0,12	0,003
	Gallina	0,85	0,35	0,002
	Sardina	0,85	0,09	0,0007
Huevo	Huevo	28,85	0,03	0,01
Azúcares	Chocolate	3,51	7,27	0,25
	Azúcar	0,68	0,004	0,00002
	Pastel	1,37	0,07	0,001
	Galleta con chocolate	0,85	1,28	0,01
	Gelatina	11,42	0,02	0,002
	Buñuelo	1,28	0,31	0,003
	Cabezote	1,22	0,04	0,0004
	Galleta dulce	0,14	1,004	0,001
Grasas y aceites comestibles	Aceite de soya	0,80	0,53	0,004
	Aceite de oliva	0,80	0,22	0,001
Cereales y viandas	Galletas de sal	7,65	0,28	0,02
	Arroz	28,57	0,03	0,009
	Tortilla de maíz	43,14	0,07	0,03
	Pan	55,00	0,30	0,16
	Espaguetis	25,14	0,02	0,005
	Frita de pollo	2,11	0,14	0,003
	Empanada	35,45	0,14	0,52
	Cereal de maíz	10,17	0,14	0,14
	Cereal de avena	12,8	0,83	0,10
	Fritura de maíz	1,65	0,39	0,006
	Ensalada fría	2,85	0,02	0,0006
	Papa	3,42	0,18	0,006
	Tamal	7,14	0,27	0,19

Resultó interesante que el pepino, cebolla y toronja, alimentos con buenas capacidades antioxidantes, no son muy consumidos; contrariamente la papaya tuvo el mayor consumo promedio y su capacidad antioxidante intrínseca es pobre.

Por su parte, las leguminosas no son consideradas una buena fuente de compuestos antioxidantes, no obstante, destacó que los frijoles negros fueron los que más contribuyeron a la capacidad antioxidante. Otro grupo que no constituye una fuente rica en antioxidantes son las carnes y embutidos, y aunque el jamón fue de amplio consumo en la población y el de mayor contribución del grupo, su aporte en antioxidante no fue elevado. El huevo tampoco aportó significativamente a la capacidad antioxidante de la dieta.

Con respecto a los alimentos incluidos en el grupo de azúcares, el de mayor aporte antioxidante fue, según lo esperado, el chocolate; pues es un alimento con buen potencial antioxidante y con altos niveles de consumo. No obstante, dentro de este grupo el alimento más consumido fue la gelatina, pero su contribución a la capacidad antioxidante es poca. El consumo de los aceites de soya y oliva fue similar en la población, sin embargo, el de soya presentó la mayor capacidad antioxidante, por tanto, la mayor contribución.

También se observó que, entre los cereales y viandas, aquellos de mayor capacidad antioxidante: cereal de avena (0,83 mmol/100 g), fritura de maíz (0,39 mmol/100 g) y pan (0,30 mmol/100 g); no coinciden en su totalidad con los de mayor contribución a la CAT de la dieta: empanadas (0,52 mmol/g consumidos), tamal (0,16 mmol/g consumidos) y pan (0,16 mmol/g consumidos), lo cual está dado por el tamaño de las porciones en que son ingeridos unos y otros respectivamente. La empanada, por ejemplo, fue el alimento de mayor contribución, se asoció fundamentalmente a las cantidades de consumo y no a su potencial antioxidante.

En el caso de los lácteos, la leche obviamente fue la de mayor aporte a la CAT pues su consumo es muy superior respecto al resto de los alimentos incluidos en este grupo. Según pudo observarse en la Tabla 7, entre las bebidas y jugos de frutas reportados en las dietas, el de mayor contribución a la CAT fue el jugo de naranja (0,30 mmol/g consumidos); tanto por ser el de mayor consumo en la población (54 g) como por tener el mayor potencial antioxidante (0,56 mmol/100 g). Por otro lado, le siguió el jugo de piña, sin embargo, este producto no se encontró entre los tres primeros alimentos con mayor consumo dentro de este grupo. En tercer lugar, se posicionó el café (0,16 mmol/g consumidos), bebida rica en compuestos antioxidantes (1,24 mmol/100 g) y con alta frecuencia de consumo de acuerdo a los hábitos alimentarios de los mexicanos. La capacidad antioxidante de las sopas y cremas reportadas en las dietas y según se apreció no es un grupo con una contribución significativa.

En general, de los alimentos consumidos por los estudiantes, los de mayor capacidad antioxidante en orden descendiente fueron nuez (13,12 mmol/100 g), chocolate (7,27 mmol/100 g), jugo de piña (1,85 mmol/100 g), galleta con chocolate (1,28 mmol/100 g), café (1,24 mmol/100 g) y galleta dulce (1,004 mmol/ 100 g); sin embargo, los principales contribuyentes al aporte antioxidante global de la dieta, no coincidieron en su totalidad con los mencionados.

La capacidad antioxidante de la dieta depende no solo del potencial individual de cada alimento sino también de su ingesta. En este sentido, se incluyeron entre los principales contribuyentes al tamal, pan, cereal de maíz y cereal de avena; que no destacaron por sus valores de capacidad antioxidante, pero se ingieren en cantidades considerables. La contribución global de cada grupo de alimentos a la capacidad antioxidante total de la dieta diaria se resumió en la Tabla 8.

Tabla 8. Aporte a la capacidad antioxidante del día de cada grupo de alimentos

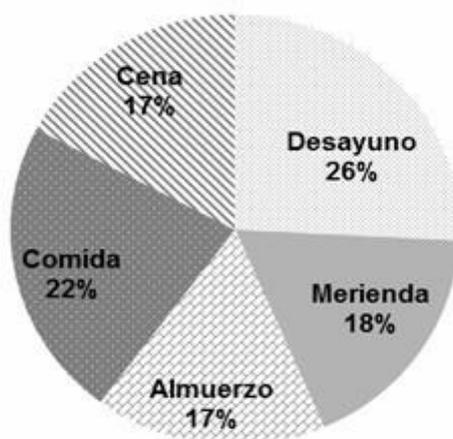
Grupos de alimentos	Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	Porcentaje que representa del total del día	Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	Porcentaje que representa del total del día
Frutas y hortalizas	0,46	16,14	2,54	21,11
Leguminosas	0,06	2,37	0,37	3,08
Carnes rojas	0,20	7,13	-	-
Carnes blancas	0,06	2,33	-	-
Huevo	0,01	0,40	-	-
Azúcares	0,32	11,18	-	-
Grasas	0,006	0,21	0,12	0,99
Cereales y viandas	0,50	17,59	0,73	6,07
Lácteos	0,17	6,15	-	-
Jugos y bebidas	1,02	35,59	7,78	64,67
Sopas y cremas	0,02	0,91	-	-
Total del día	2,86	100	12,03	100

Se compararon con la contribución de algunos de estos grupos en la dieta mediterránea, la cual es conocida por ser un patrón de referencia de dieta sana y rica en antioxidantes. Tanto en la dieta evaluada como en la dieta mediterránea, el grupo de mayor contribución a la capacidad antioxidante total del día fue el grupo de jugos y bebidas. Asimismo, se alternaron en el segundo y tercer puesto el grupo de cereales y viandas y frutas y hortalizas en una y otra dieta, respectivamente.

No obstante, el aporte antioxidante de la dieta evaluada considerando todos los grupos de alimentos, fue relativamente bajo (2,86 mmol/g consumidos); valor muy inferior al reportado para la dieta mediterránea española (12,03 mmol/g consumidos)¹⁹.

El potencial antioxidante de la dieta mediterránea española está asociado a la presencia frecuente y abundante de alimentos como el vino tinto, cerveza, frutos secos y una amplia gama de frutas y hortalizas; alimentos ausentes en la dieta de la población analizada, a pesar de que están disponibles en la dieta del mexicano.

Al analizar por eventos alimentarios, lógicamente el desayuno fue el de mayor contribución a la capacidad antioxidante total del día (Figura 2), pues justamente, es en ese momento del día donde se consumieron con mayor frecuencia los grupos de alimentos que más contribuyeron. El resto de los eventos contribuyeron de forma similar a la capacidad antioxidante total del día.

**Figura 2.** Contribución de cada evento a la capacidad antioxidante total de la dieta.

Conclusiones

La dieta se caracterizó por un bajo consumo de frutas, hortalizas y leguminosas; mientras que, fue adecuado el consumo de lácteos, cereales y carnes (fundamentalmente carnes rojas y embutidos). El aporte energético de la dieta fue insuficiente (83,28 %), dado principalmente por una pobre contribución de los eventos almuerzo (52,63 %) y comida (77,49 %). Las proteínas y grasas fueron insuficientes por exceso, y los carbohidratos apenas alcanzaron el 52,91 % de su adecuación. La ingesta de tiamina, riboflavina, niacina y vitaminas antioxidantes C y A fue adecuada, mientras que, la piridoxina y ácido fólico estuvieron deficientes. La adecuación para la vitamina E fue crítica (35,60 %). Los minerales hierro y cobre presentaron ingestas inferiores al 70 % de adecuación y el consumo de calcio y fósforo estuvo en exceso. El zinc fue el único que cumplió con las recomendaciones. Los alimentos con mayor contribución a la capacidad antioxidante total tanto por su potencial antioxidante como por las cantidades ingeridas fueron el jugo de piña (0,28 mmol/g consumidos), chocolate (0,25 mmol/g consumidos), nuez (0,18 mmol/g consumidos) y café (0,16 mmol/g consumidos). El grupo de jugos y bebidas fue el de mayor contribución antioxidante en la dieta, seguido de los grupos cereales y viandas y frutas y hortalizas. La capacidad antioxidante total alcanzada por el consumo de alimentos mostró ser baja respecto a los valores antioxidantes que se alcanzan con la dieta mediterránea. El desayuno fue el evento de mayor contribución a la capacidad antioxidante total del día; mientras que, el resto de los eventos contribuyeron de forma similar.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Palma JM, Seiquer I. To Be or Not to Be... An Antioxidant? That Is the Question. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(12):1234. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9121234>
2. Palma JM, Terán F, Contreras-Ruiz A, Rodríguez-Ruiz M, Corpas FJ. Antioxidant profile of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits containing diverse levels of capsaicinoids. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(9):878. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9090878>
3. Benbouguerra N, Richard T, Saucier C, Garcia F. Voltammetric behavior, flavanol and anthocyanin contents, and antioxidant capacity of grape skins and seeds during ripening (*Vitis vinifera* var. Merlot, Tannat, and Syrah). *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(9):800. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9090800>
4. Costanzo G, Iesce MR, Naviglio D, Ciaravolo M, Vitale E, Arena C. Comparative studies on different citrus cultivars: A revaluation of waste mandarin components. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(6):517. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9060517>
5. Zielińska D, Turemko M. Electroactive phenolic contributors and antioxidant capacity of flesh and peel of 11 apple cultivars measured by Cyclic Voltammetry and HPLC-DAD5 MS/MS. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020; 9(11):1054. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9111054>
6. Vincent C, Mesa T, Munné-Bosch S. Identification of a new variety of avocados (*Persea americana* Mill. CV. Bacon) with high vitamin E and impact of cold storage on tocopherols composition. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(5):403. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9050403>
7. Bendokas V, Stanys V, Mažeikienė I, Trumbeckaitė S, Baniene R, Liobikas J. Anthocyanins: From the field to the antioxidants in the body. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(9):819. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9090819>
8. Fratianni F, d'Acerno A, Cozzolino A, Spigno P, Riccardi R, Raimo F, Pane C, Zaccardelli M, Tranchida Lombardo V, Tucci M, et al. Biochemical characterization of traditional varieties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) of the Campania region, Southern Italy. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2020;9(6):556. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9060556>

9. NC 2859-1:2003. Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos parte 1: esquemas de muestreo indexado por el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote a lote (ISO 2859-1:1999, IDT) [Internet]. Disponible en: <https://fddocuments.ec/document/nc-iso-2859.html>
10. Secretaría de salud. Guía de Alimentos para la Población Mexicana. [Internet]. Disponible en: <http://fisiologia.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2019/02/2-Valoraci%C3%B3n-nutricional-Anexos.pdf>
11. Rodríguez A, Mustelier H. Sistema automatizado Ceres+ para la evaluación del consumo de alimentos. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición [Internet]. 2013;23(2):208-20. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2013/can132b.pdf>
12. Casanueva E, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P. Nutriología Médica. 3ra ed. Editorial Médica Panamericana S.A. [Internet]. 2009. Disponible en: <https://editorial.tirant.com/es/libro/nutriologiamedica-9789687988740>
13. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillips KM, Bøhn SK, Holte K, Jacobs DR, Blomhoff R. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. Am J Clin Nutr [Internet]. 2006;84(1):95-135. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16825686/>
14. OMS/FAO. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta OMS/FAO. [Internet]. Disponible en: http://ruandi.org.uy/wp-content/uploads/2014/05/NyS_Doc_13_WHO_TRS_916_spa.pdf 2003 [consultada 2021.02.21]
15. Arbonés G, Carbajal A, Gonzalvo B, González-Gross M, Joyanes M, Marques-Lopes I, Martín ML, Martínez A, Montero P, Núñez C, Puigdueta I, Quer J, Rivero M, Roset MA, Sánchez-Muniz FJ, Vaquero MP. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores: Grupo de trabajo "Salud pública" de la Sociedad Española de Nutrición (SEN). Nutr Hosp [Internet]. 2003;XVIII(3):109-37. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v18n3/revision.pdf>
16. Bourges H, Chávez A, Arroyo P. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana. Publicación L-17 de la División de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". [Internet]. 1970. Disponible en: <http://www.nutricionemexico.com/biblioteca/PUBLICACIONES/Recomendaciones%20de%20Nutrimentos%20para%20la%20Poblacion%20Mexicana.pdf>
17. Robinson S, Jaccard C, Persaud C, Jackson AA, Jequier E, Schutz Y. Protein turnover and thermogenesis in response to high-protein and high-carbohydrate feeding in men. Am J Clin Nutr [Internet]. 1990;52(1):72-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/52.1.72>
18. Meyer-Ficca M, Kirkland JB. Niacin. Adv Nutr [Internet]. 2016;7(3):556-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3945/an.115.011239>
19. Saura-Calixto F, Goñi I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. Food Chem [Internet]. 2006;94(3):442-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.033>