



ORIGINAL

## Relación entre el perfil oxidativo y el índice de diversidad de la dieta en adultos mayores de una zona urbano-marginal de Costa Rica



Natalia Valverde Vindas <sup>a,\*</sup>, Silvia Quesada <sup>b</sup>, Jorge Granados Zúñiga <sup>b</sup>, Marianela Vargas Umaña <sup>c</sup>, Norma Lau Sanchez <sup>d</sup> y Georgina Gómez <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

<sup>b</sup> Departamento de Bioquímica, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

<sup>c</sup> Departamento de Análisis Clínicos, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

<sup>d</sup> Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

RESUMEN

*Historia del artículo:*

Recibido el 4 de octubre de 2022

Aceptado el 29 de mayo de 2023

On-line el 12 de julio de 2023

*Palabras clave:*

Envejecimiento

Estrés oxidativo

Diversidad de la dieta

**Antecedentes y objetivo:** A mayor edad, mayor producción de especies reactivas de oxígeno y mayor estrés oxidativo, lo que se relaciona con el deterioro de la salud. Esta investigación analizó la relación entre el perfil oxidativo y el índice de diversidad de la dieta en una población urbano-marginal de adultos mayores de Costa Rica.

**Métodos:** Se trabajó con 88 adultos mayores a quienes se les determinó diversos marcadores de estrés oxidativo, niveles séricos de glucosa, perfil lipídico y algunos micronutrientes. Además, se calculó el índice de masa corporal y se determinó el índice de diversidad de la dieta (IDD).

**Resultados:** Se evidenció peroxidación lipídica y oxidación del ADN, un porcentaje de capacidad antioxidante plasmática total (% CAPT) promedio de  $39,54 \pm 10,67\%$ , el cual disminuyó con la edad. El 67% de los participantes presentó alteración en la glucemia, un 73% una o varias alteraciones en los niveles de lípidos sanguíneos, un 55% niveles insuficientes de vitamina D y un 68,6% presentó exceso de peso. El IDD promedio fue de 4,91 puntos, lo que indica que la dieta es poco diversa. No se encontró relación entre el IDD y el estado nutricional, ni entre el estado nutricional y el estrés oxidativo, ni entre las variables bioquímicas y el estrés oxidativo.

**Conclusión:** Los adultos estudiados presentaron un alto grado de estrés oxidativo, un elevado porcentaje de exceso de peso y un bajo IDD. Un mayor IDD se asoció con una menor concentración sanguínea de MDA y un mayor porcentaje de CAPT.

© 2023 SEGG. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Relationship between the oxidative profile and the diet diversity index in older adults in an urban-marginal area of Costa Rica

ABSTRACT

*Keywords:*

Aging

Oxidative stress

Dietary diversity

**Background and objective:** The older we get, the greater the production of reactive oxygen species and therefore the greater the oxidative stress, which is related to the deterioration of the health of older adults. This study analyzed the relationship between the oxidative profile and the dietary diversity index in an urban-marginal population of older adults in Costa Rica.

**Methods:** Eighty-eight older adults were studied and various markers of oxidative stress, serum glucose levels, lipid profile, and some micronutrients were determined. In addition, the body mass index (BMI) was calculated and the dietary diversity index (DDI) was determined.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [natalia.valverdevindas@ucr.ac.cr](mailto:natalia.valverdevindas@ucr.ac.cr) (N. Valverde Vindas).

**Results:** Lipid peroxidation and DNA oxidation, a mean plasma antioxidant capacity percentage of  $39.54 \pm 10.67\%$ , which decreased with age, were evidenced. 67% of the participants had alterations in glycemia, 73% had one or more alterations in blood lipid levels, 55% had insufficient vitamin D levels, and 68.6% were overweight. The average IDD was 4.91 points, indicating that the diet was not very diverse. No relationship was found between IDD and nutritional status, between nutritional status and oxidative stress, nor between biochemical variables and oxidative stress.

**Conclusion:** The adults studied presented high oxidative stress, a high percentage of overweight, and a low IDD. A higher IDD was associated with a lower blood concentration of MDA and a higher % PAC.

© 2023 SEGG. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El estrés oxidativo es el desequilibrio entre los agentes prooxidantes y los sistemas antioxidantes del organismo, donde se produce un exceso de radicales libres o una disminución de la efectividad de los mecanismos para controlarlos y/o eliminarlos<sup>1</sup>. La producción excesiva de especies reactivas de oxígeno provoca daño en los lípidos, ADN y proteínas alterando sus funciones, lo que conduce a la disfunción celular y a la interrupción de procesos vitales<sup>2</sup>. Una de las teorías sobre el envejecimiento se fundamenta en la pérdida de funcionalidad asociada a la edad debida a la acumulación de daños en las macromoléculas por acción de las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno<sup>3</sup>.

Costa Rica es un país con un proceso de envejecimiento poblacional acelerado; se estima que 8 de cada 100 habitantes tiene 65 años o más y que en 2050 se espera que sean 21 de cada 100 habitantes. Entre 2008 y 2019 esta población aumentó en un 59%. La Región Central es el área geográfica con mayor cantidad de personas adultas mayores<sup>4</sup>.

Las dietas diversas se asocian con una mayor concentración sanguínea de marcadores antioxidantes, ya que reflejan un mayor consumo de vegetales, frutas y productos de grano entero, los cuales poseen un bajo aporte calórico y un alto contenido de vitaminas, minerales, carotenoides, polifenoles y otros compuestos bioactivos que inciden en la disminución del estrés oxidativo<sup>5</sup>. Se ha reportado que una dieta más diversa contribuye a un proceso de envejecimiento más saludable en los adultos mayores<sup>6</sup>.

Estudios preliminares relacionados con el índice de diversidad de la dieta revelan que la alimentación costarricense no es variada, ya que el 35,6% de la población costarricense tiene una alimentación monótona, y que la diversidad de la dieta es menor en grupos de mayor edad y de menor nivel socioeconómico<sup>7</sup>.

El propósito de este estudio es determinar si existe una relación entre el perfil oxidativo y el índice de la diversidad de la dieta en una muestra de adultos mayores de una zona urbano-marginal de San José, Costa Rica.

## Metodología

La muestra estuvo constituida por personas adultas mayores de Los Guido, de Desamparados, una zona urbano-marginal de la provincia de San José, Costa Rica, quienes participaron en el proyecto «Situación de la persona adulta mayor en Los Guido, Desamparados» del Instituto de Investigaciones en Salud de la Universidad de Costa Rica. Todos los participantes firmaron un Consentimiento Informado y la investigación contó con el aval del Comité Ético-Científico de la Universidad de Costa Rica.

Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 65 años, vivir en Los Guido de Desamparados, ser participante activo del proyecto «Situación de la persona adulta mayor en Los Guido, Desamparados» y tener disposición para participar de forma voluntaria en el estudio.

Esta muestra se seleccionó por azar simple, con el 95% de confianza y el 5% de error permisible, a partir de un total de 801

personas adultas mayores residentes en el área. El presente estudio incluyó a 88 personas de la muestra total del proyecto. Los participantes en su mayoría vivían con sus familias, presentaban un extracto socioeconómico bajo a muy bajo, con problemas de acceso a los alimentos debido a dicha condición.

### Medidas antropométricas

Se tomó el peso y la talla corporal para la determinación el índice de masa corporal (IMC [kg/m<sup>2</sup>]). Para la clasificación de IMC se usaron los criterios de la Organización Panamericana de la Salud para adultos mayores<sup>8</sup>.

### Consumo de alimentos

Se preguntó sobre la frecuencia de consumo de frutas, vegetales, lácteos, huevos y carnes, embutidos, panes, cereales y otras harinas, leguminosas, bebidas, dulces, repostería, grasas y azúcar. Estos datos fueron posteriormente convertidos a consumo en gramos por día y a partir de esta información se calculó el índice de diversidad de la dieta (IDD) siguiendo la metodología de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)<sup>9</sup>. Para este fin los alimentos reportados fueron agrupados en 10 grupos: 1) granos, cereales, raíces y tubérculos blancos; 2) leguminosas/legumbres; 3) nueces y semillas; 4) lácteos; 5) carnes, aves y pescado; 6) huevos; 7) vegetales verde oscuro; 8) frutas y vegetales ricos en vitamina A; 9) otros vegetales; y 10) otras frutas. Al consumo de al menos 15 gramos al día de cada grupo se le asignó 1 punto, y 0 a un consumo menor, para una puntuación máxima de 10 puntos. A mayor puntuación mayor diversidad de la dieta. Se consideró una dieta diversa aquella que incluyera al menos 5 de los grupos evaluados (IDD  $\geq 5$ )<sup>9</sup>.

### Análisis bioquímico

Se tomó una muestra de sangre venosa de aproximadamente 10 ml en tubos sin anticoagulante con el fin de determinar la glucemia, el perfil lipídico (colesterol total, colesterol-LDL, colesterol-HDL y triglicéridos) y la concentración plasmática de folato, hierro, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina D.

### Marcadores de estrés oxidativo

Se recolectó una muestra adicional de 7 ml de sangre en tubos con EDTA como anticoagulante, con el fin de medir el grado de peroxidación lipídica y la capacidad antioxidante plasmática (CAPT), y una muestra de orina para la determinación de la oxidación del ADN.

### Peroxidación lipídica

Como indicador de la peroxidación lipídica se determinó la concentración plasmática de malondialdehído (MDA) a través de la medición de las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS) con el método de Uchiyama & Mihara con

**Tabla 1**

Niveles sanguíneos de glucemia, perfil lipídico, micronutrientes y marcadores de estrés oxidativo en adultos mayores de una zona urbano-marginal de Costa Rica (2019-2020)

	Valor de referencia	Total (n = 88)		Hombres (n = 22)		Mujeres (n = 66)		p*
		Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	
Edad (años)		74,5	5,6	74,8	4,9	74,4	5,9	0,786
Marcadores bioquímicos								
Glucemia (mg/dl)	70-110 <sup>a</sup>	113	46	107	17	115	52	0,514
Colesterol total (mg/dl)	< a 200 <sup>b</sup>	193	41	181	42	197	39	0,106
C-LDL (mg/dl)	< a 130 <sup>b</sup>	109	35	109	31	109	36	0,990
C-HDL (mg/dl)	< a 40 <sup>b</sup>	64	14	40	11	48	14	0,022
Triglicéridos (mg/dl)	< a 150 <sup>b</sup>	181	94	154	57	190	101	0,116
Valores de micronutrientes								
Folato (ng/ml)	5-25 <sup>c</sup>	17,11	1,83	16,27	2,26	17,35	1,63	0,733
Vitamina B12 (pg/ml)	160-950 <sup>c</sup>	400,29	236,45	363,24	257,03	410,62	231,60	0,469
Vitamina D (ng/ml)	30 a 50 <sup>d</sup>	26,76	11,39	22,43	7,25	27,97	12,07	0,076
Hierro ( $\mu$ g/dl)	60-150 <sup>c</sup>	90	28	106	34	85	24	0,003
Marcadores de estrés oxidativo								
MDA ( $\mu$ mol/l)	5,0 <sup>e</sup>	5,14	3,67	4,25	1,90	5,44	4,05	0,188
CAPT (%)	-	39,54	10,67	40,81	7,57	39,13	11,53	0,525
8-OHdG (ng/ml) <sup>f</sup>	-	87,85	52,81	84,50	53,02	88,90	53,09	0,733

DE = desviación estándar

Los datos en negrita son los que presentan significancia estadística.

<sup>a</sup> Asociación Americana de Diabetes (ADA)<sup>13</sup> y Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD)<sup>14</sup>.<sup>b</sup> Panel de Tratamiento para Adultos III del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol<sup>15</sup>.<sup>c</sup> Referencia de Laboratorio Clínico<sup>16</sup>.<sup>d</sup> The Endocrine Society's Clinical Guidelines Subcommittee<sup>17</sup>.<sup>e</sup> Bakhtiari et al.<sup>11</sup><sup>f</sup> Muestra de orina.<sup>\*</sup> Prueba «t» de Student.

modificaciones<sup>10</sup>. Para esto se mezclaron 0,25 ml de plasma con 0,25 ml de ácido tricloroacético (TCA, 35%) y 0,25 ml de buffer Tris-HCl (50 mmol/l, pH 7,4), tras incubar durante 10 min a temperatura ambiente se agregó 0,5 ml de ácido tiobarbitúrico (TBA, 0,75%) y se llevó a ebullición 45 min. Después de que se enfriase se le agregó 0,5 ml de TCA al 70% y se centrifugó a 2.500 × g por 15 min, se midió la absorbancia a 532 nm. Los resultados se expresan como  $\mu$ mol/l de MDA utilizando para esto su coeficiente de extinción molar  $1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . De acuerdo con Bakhtiari et al. se considera estrés oxidativo cuando la concentración de MDA es mayor o igual a 5,0  $\mu$ mol/l<sup>11</sup>.

#### Oxidación del ADN

La medida de la concentración en orina de 8-hidroxி-2-desoxiguanosina (8OH-dG) fue utilizada como indicador del daño oxidativo al ADN, se realizó por medio de un ELISA competitivo DNA/RNA Damage EIA Kit (Cayman Chemical Company, #589320).

#### Capacidad antioxidante total

La capacidad antioxidante plasmática (CAPT) fue analizada de acuerdo con el método de Janaszewska y Bartosz con modificaciones<sup>12</sup>. Las proteínas de la muestra de plasma se precipitaron con ácido perclórico 3%, después de centrifugar a 13.000 × g por 15 min a 4 °C el sobrenadante se diluyó 1:10 con PBS y se incubó con 500  $\mu$ L de 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH, 0,1 mmol/l) por 20 min en oscuridad, la absorbancia fue medida a 517 nm y los resultados se expresaron como porcentaje de la actividad con respecto al control sin plasma.

#### Análisis estadístico

La glucemia, el perfil lipídico y los valores plasmáticos de vitaminas, la concentración de MDA ( $\mu$ mol/l), de 8OH-dG (ng/ml), el porcentaje de reducción de DPPH y el IDD se presentan como promedios ± desviación estándar. Los valores se compararon entre hombres y mujeres por medio de la prueba de «t» Student. Para el análisis de la relación de los marcadores de estrés oxidativo los

participantes fueron categorizados en tertiles según su puntuación de IDD (T1 = 0-4 puntos; T2 = 4-6 puntos, T3 ≥ 6 puntos).

La concentración de MDA ( $\mu$ mol/l), de 8OH-dG (ng/ml) y el porcentaje PAC se comparó entre los tertiles de IDD mediante la prueba de análisis de varianza y Tukey post-hoc para determinar las diferencias entre los grupos. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 22. Se consideró significativa una p < 0,05.

#### Resultados

La muestra del estudio fue de 88 adultos mayores, 22 hombres y 66 mujeres, con edades entre los 65 y los 95 años, con un promedio de 74,5 años (74,8 años en los hombres y 74,4 años en las mujeres).

En la tabla 1 se muestran los valores séricos de la glucemia, colesterol total, colesterol-LDL, colesterol-HDL, triglicéridos, vitamina B12, vitamina D, folatos y hierro, así como la concentración sérica de malondialdehído, concentración urinaria de 8-hidroxி-2-desoxiguanosina y la CAPT de los participantes.

En cuanto a las enfermedades con diagnóstico médico reportadas por los participantes se encontró que el 25,0% padecía diabetes mellitus y el 59,1% hipertensión arterial. Sin embargo, al evaluar los resultados de los exámenes de sangre se encontró que el 67% de los adultos mayores presentó valores de glucemia alterados, específicamente un 42% presentó niveles entre 100 y 125 mg/dl y un 13% niveles por encima de 126 mg/dl. En cuanto al perfil lipídico se encontró que un 73,8% tuvo al menos una o más variables alteradas, específicamente un 42% mostró hipercolesterolemia, un 34% hipoalfalipoproteinemia, un 23% niveles de colesterol LDL altos y un 62,5% hipertrigliceridemia.

Los valores séricos de los micronutrientes evaluados se encontraron dentro de los rangos de normalidad, a excepción de la vitamina D, donde el 55% de los participantes presentó niveles insuficientes.

Por otro lado, las mujeres tuvieron valores mayores de colesterol HDL ( $48 \pm 14 \text{ mg/dl}$  vs.  $40 \pm 11 \text{ mg/dl}$ , p < 0,050) y menores valores de hierro sérico ( $85 \pm 24 \text{ } \mu\text{g/dl}$  vs.  $106 \pm 34 \text{ } \mu\text{g/dl}$ , p < 0,050).

Al evaluar los grupos de alimentos consumidos por los participantes se encontró que el grupo consumido con mayor frecuencia

**Tabla 2**

Índice de diversidad de la dieta en adultos mayores de una zona urbano-marginal de Costa Rica (2019-2020)

	Índice de diversidad de la dieta			Porcentaje de participantes que cumplen con una dieta diversa		
	Promedio	DE	p*	n	%	p**
Total (n=88)	4,91	2,11		51	57,95	
Hombres (n=22)	4,68	1,76	0,562	10	45,45	0,170
Mujeres (n=66)	4,99	2,23		41	62,12	

DE = desviación estándar.

\* Prueba de «t» de Student.

\*\* Chi cuadrado.

**Tabla 3**

Estado nutricional de los adultos mayores de una zona urbano-marginal de Costa Rica (2019-2020)

Índice de masa corporal	Total (n=83)		Hombres (n=20)		Mujeres (n=63)	
	N	%	N	%	N	%
Normal	22	24,7	6	27,3	16	23,9
Sobrepeso	30	33,7	4	18,2	26	38,8
Obesidad	20	22,5	7	31,8	13	19,4
Obesidad mórbida	11	12,4	3	13,6	8	11,9

fue el de los granos, cereales y tubérculos blancos, mientras que las nueces y las semillas fue el grupo con menor frecuencia de consumo. Los grupos de alimentos que aportan antioxidantes, como los vegetales de hojas verdes, las frutas y los vegetales ricos en vitamina A, otros vegetales y otras frutas fueron reportados por menos del 50% de los participantes.

El IDD promedio fue de  $4,9 \pm 2,1$  puntos y el 57,95% de los participantes cumplen con una dieta diversa (IDD > 5 puntos)<sup>9</sup> (**tabla 2**).

Se observó que el 68,8% de la muestra presentó exceso de peso, un 33,7% de los participantes se encontraba en la condición de sobrepeso, un 22,5% con obesidad y un 12,4% con obesidad mórbida (**tabla 3**). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar por sexo.

Al analizar la relación entre el IDD y el perfil oxidativo se observó que los sujetos con una mayor diversidad de la dieta (tercilio 3) presentaron menores concentraciones de MDA y mayores porcentajes de CAPT ( $p \leq 0,0001$  y  $p = 0,020$  respectivamente), sin embargo, este comportamiento no se presentó con la concentración de 8-OHDG, como se muestra en la **tabla 4**.

## Discusión

Este estudio analizó la relación entre el perfil oxidativo y el índice de diversidad de la dieta en una población de adultos mayores de una zona urbano-marginal de San José, Costa Rica. Se observó que un 67% de los participantes presentó valores por encima del rango normal de glucemia; esto podría ser causado por los cambios propios del envejecimiento, como alteraciones en el metabolismo de los hidratos de carbono, la disminución de la secreción de insulina y la resistencia a la insulina<sup>18</sup>.

La hipertrigliceridemia fue la principal alteración observada. Glei et al. refieren que los triglicéridos aumentan con la edad y, por lo tanto, podrían ser un buen biomarcador del envejecimiento<sup>19</sup>. Esta asociación la describen también Xia et al., indicando que, además de los triglicéridos, el colesterol LDL también aumenta con la edad, y que por el contrario el colesterol HDL y el colesterol total disminuyen<sup>20</sup>. Presentar niveles de lípidos sanguíneos alterados conlleva un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas como síndrome metabólico, diabetes mellitus y obesidad y contribuye *per se* al aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares<sup>21,22</sup>.

Por su parte los niveles insuficientes de vitamina D encontrados podrían ser atribuidos en parte a la dieta poco diversa y a la baja ingesta de alimentos fuente de vitamina D debido a su situación socioeconómica limitada; además, las personas adultas mayores en general son consideradas un grupo etario con mayor riesgo de desarrollar deficiencia de vitamina D debido a la disminución de la actividad de la enzima 1- $\alpha$ -hidroxilasa renal, al descenso de la función renal y a la reducción de hasta un 30% de la capacidad de la piel para sintetizar la vitamina D, condiciones que se presentan después de los 70 años de edad<sup>23</sup>.

La concentración promedio de MDA observada en este estudio es mayor a la obtenida en estudios similares<sup>24</sup>. Conforme aumenta la edad y el proceso de envejecimiento avanza, este marcador presenta una tendencia al alza, y esto se potencia si el estado nutricional y la alimentación del individuo son inadecuados, debido a un menor aporte de antioxidantes provenientes de la dieta que minimicen el efecto del estrés oxidativo<sup>25</sup>.

Dainy et al. determinaron que el nivel de LDL oxidados y la concentración de MDA fue mayor en adultos mayores ( $3,63 \pm 0,77 \mu\text{mol/l}$ ) que en adultos de edad media ( $3,38 \pm 0,58 \mu\text{mol/l}$ )<sup>26</sup>, lo cual es esperable puesto que los niveles de LDL oxidadas continúan incrementándose conforme avanza la edad, y esto contribuye a que se potencie la peroxidación lipídica y los niveles de MDA aumenten al ser un producto secundario de este proceso.

La peroxidación lipídica se intensifica durante el envejecimiento, provocando una alteración de la fluidez de la membrana, un aumento de la permeabilidad inespecífica y la inactivación de las enzimas de membrana, lo que puede contribuir al daño que se presenta en esta etapa de la vida<sup>27</sup>. Yavuzer et al. señalaron que tanto la hipertensión como el envejecimiento están asociados con una mayor peroxidación lipídica e identificaron hidroperóxidos y sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico como marcadores sensibles, tanto para la hipertensión como para el envejecimiento<sup>28</sup>.

Uno de los marcadores que mejor refleja el daño oxidativo del ADN es la 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHDG)<sup>29</sup>. En esta investigación la concentración urinaria promedio de 8-hidroxi-2'-fue mayor a la reportada en estudios similares<sup>27</sup> y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos. Sin embargo, Gan et al. reportaron que las mujeres de más de 61 años presentaron niveles de 8-OHDG significativamente mayores que los hombres, y además ratificaron que este marcador aumenta con la edad<sup>30</sup>.

**Tabla 4**

Relación entre el IDD y el perfil oxidativo en adultos mayores de una zona urbano-marginal de Costa Rica (2019-2020)

	Tertil 1 IDD < 4 (n = 38)		Tertil 2 IDD 4-6 (n = 25)		Tertil 3 IDD > 6 (n = 21)		p*
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	
MDA ( $\mu\text{mol/l}$ )	7,06	4,23	4,36	2,85	2,87	1,06	<0,001
CAPT (%)	36,23	11,65	40,56	10,76	43,94	6,47	0,020
8-OHdG (ng/dl)	84,20	46,75	77,86	59,20	107,33	51,03	0,121

DE = desviación estándar.

\* Prueba ANOVA. Los datos en negrita son resultados que se obtuvieron mediante la prueba ANOVA.

Con respecto al porcentaje de CAPT este fue mayor que el que se determinó en estudios similares. Pandey et al., en su estudio con adultos con diabetes mellitus, observaron que el porcentaje de CAPT de los adultos con diabetes fue menor que en el grupo control, y por lo tanto quien presente este tipo de enfermedad crónica tendrá menor CAPT<sup>31</sup>. Otras investigaciones también reportan que la CAPT disminuye con la edad, por el incremento de radicales libres que se presentan durante la etapa de envejecimiento y otros factores asociados. Así mismo, los sistemas antioxidantes endógenos y exógenos también pueden verse deteriorados con el envejecimiento, disminuyendo la capacidad del cuerpo de contrarrestar el estrés oxidativo<sup>32</sup>.

Se determinó un IDD promedio para la muestra de  $4,91 \pm 2,11$  puntos de un máximo de 10 puntos, lo cual es un valor por debajo del criterio de corte recomendado para una dieta diversa ( $\text{IDD} \geq 5$ ). Tomando en cuenta que no existe en el país datos sobre IDD en población adulta mayor, no es posible compararlo con estudios previos en población costarricense mayor de 65 años. Sin embargo, para costarricenses entre los 15 y 65 años de edad Gómez-Salas et al. determinaron un IDD de 4,97 puntos, que fue significativamente mayor en los hombres que en las mujeres y aumentó conforme se incrementó el poder adquisitivo<sup>7</sup>. Lo anterior refleja que la diversidad de la dieta de los adultos mayores de este estudio es poco diversa y se comporta muy similar al resto de la población costarricense.

Cano-Ibáñez et al. señalan que cuanto mayor sea el IDD menor es el riesgo de desarrollar deficiencias nutricionales, ya que este índice refleja la adecuación de micronutrientes de la dieta; así mismo demostraron que factores como ser del sexo masculino, cualquier otro estado civil excepto el matrimonio, ser fumador y la ingesta de alcohol se asocian a menor puntuación de IDD<sup>33</sup>.

Otros estudios han demostrado que un nivel socioeconómico y educativo bajo también se relacionan con IDD bajos<sup>34</sup>; en el caso de los participantes de esta investigación estas 2 condiciones se cumplen, ya que los adultos mayores viven en un área urbano-marginal con limitaciones económicas, acceso y disponibilidad a los alimentos limitada y, por lo tanto, una marcada inseguridad alimentaria que repercute en sus patrones alimentarios y estado de salud general.

De igual forma se evidenció una baja frecuencia de consumo de grupos de alimentos fuente de proteínas de origen animal (carne de res, cerdo, pescado, etc.), lácteos, nulo consumo de semillas y menos del 50% reportó el consumo de frutas y vegetales, lo que evidencia que el consumo de alimentos ricos en antioxidantes es bajo, y esto se muestra en concordancia con la puntuación de IDD obtenida. Zhao et al. refieren un IDD promedio de 4,46 puntos en adultos mayores de China y una asociación fuerte entre una diversidad dietética deficiente con una función cognitiva deteriorada, tendencia que aumentó en adultos de más de 70 años<sup>35</sup>.

En relación con el estado nutricional se observó que el 68,6% de los participantes presentó exceso de peso, lo cual concuerda con la realidad general del país. En el Estudio Latinoamericano de Salud y Nutrición (2020) se reportó que en 2015 la prevalencia de exceso de peso en el país alcanzó un 68,5% en las personas de 20 a 65 años<sup>36</sup>, y en la última encuesta de nutrición del Ministerio de Salud realizada

(2008-2009) el porcentaje de adultos mayores con exceso de peso fue del 59%<sup>37</sup>, lo que evidencia que el problema siguen en aumento. Los sujetos con una mayor diversidad de la dieta (tertil 3) presentaron menores concentraciones de MDA y mayores porcentajes de CAPT ( $p \leq 0,0001$  y  $p = 0,020$  respectivamente), lo que indicaría una posible relación entre estas variables.

Al respecto Narmaki et al. señalaron que existe una asociación inversa entre el consumo de frutas y verduras y la concentración de LDL oxidadas (LDL-Ox) en adultos jóvenes, y que además el consumo de frutas y verduras está asociado positivamente con la CAPT, considerando además que conforme aumenta la edad el nivel de LDL-Ox y peroxidación lipídica es mayor<sup>5</sup>. Además, Zhang y Zhao determinaron que quienes tienen dietas más diversas tienen mayor probabilidad de reducir el estado inflamatorio y estrés oxidativo experimentado durante el envejecimiento y por presencia de otras comorbilidades, lo que contribuye al final a tener una vejez más sana y saludable<sup>6</sup>.

Diетas diversas que incluyan alimentos fuente de antioxidantes y que permitan cubrir los requerimientos nutricionales de macro y micronutrientes contribuyen a mantener un equilibrio entre la generación de especies reactivas de oxígeno y sistemas endógenos y exógenos antioxidantes, contrarrestando el estrés oxidativo<sup>38,39</sup>. Sin embargo, los adultos mayores evaluados viven en condiciones urbano-marginales y de inseguridad alimentaria nutricional, que repercute en su alimentación, su estado nutricional y salud, afectando su calidad de vida. Es necesario realizar mayor investigación en población adulta mayor en el país.

Una de las fortalezas de este estudio es que, hasta nuestro conocimiento, es el primero en el país en analizar marcadores sanguíneos de estrés oxidativo en población adulta mayor de bajo estrato socioeconómico y relacionarlo con la alimentación de los participantes. Sin embargo, el estudio también presenta algunas limitantes; por ejemplo, no se contó con un grupo control de adultos jóvenes o adultos mayores de otros estratos socioeconómicos, esto debido a que el análisis se enmarcó en el estudio «Situación de la persona adulta mayor en Los Guido, Desamparados», lo que determinó la muestra a utilizar. Por otro lado, los marcadores como el MDA, si bien reflejan la peroxidación de los lípidos, no representan el amplio espectro de moléculas oxidantes en plasma.

## Conclusión

Los resultados de esta investigación sugieren una posible relación entre la peroxidación lipídica, la capacidad antioxidant plasmática y el índice de la diversidad de la dieta en una población adulta mayor de bajo nivel socioeconómico.

## Financiación

El estudio fue financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Corrales LC, Ariza MMM. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. NOVA. 2012;10:213–25.
2. Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarin E, et al. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: Back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. Front Physiol. 2020;11:1–21, <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>.
3. Belenguer Vareá Á, Mohamed Abdelaziz K, Avellana Zaragoza JA, Borrás Blasco C, Sanchis Aguilar P, Viña Ribes J. El estrés oxidativo como predictor de longevidad; estudio de casos y controles. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2015;50:16–21, <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2014.05.011>.
4. Universidad de Costa Rica, CPP, PIAM C. II Informe Estado de La Persona Adulta Mayor En Costa Rica; 2020.
5. Narmaki E, Siassi F, Fariba K, Qorbani M, Shiraseb F, Ataie-Jafari A, et al. Dietary diversity as a proxy measure of blood antioxidant status in women. Nutrition. 2015;31:722–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2014.12.012>.
6. Zhang J, Zhao A. Dietary diversity and healthy aging: A prospective study. Nutrients. 2021;13:1–15, <http://dx.doi.org/10.3390/nu13061787>.
7. Gómez-Salas G, Quesada-Quesada D, Chinnock A, Noguiera-Previdelli A. Diversidad de la dieta en la población urbana costarricense: resultados del estudio Latinoamericano de Nutrición y Salud. Revista Científica CPNCR. 2020;1: 26–38.
8. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Manual de educación gerontológica para el personal de atención primaria de salud: aspectos clínicos en la atención a los adultos mayores; Washington, D.C. 2002.
9. FAO & FHI 360. Minimum Dietary Diversity for Women- A Guide to Measurement.; 2016. [consultado Mar 2020] Disponible en: [www.fao.org/publications%OA](http://www.fao.org/publications%OA) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306919217301902>.
10. Uchiyama M, Miura M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. Anal Biochem. 1978;86:271–8, [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(78\)90342-1](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(78)90342-1).
11. Bakhtiari A, Hajian-Tilaki K, Omidvar S, Amiri FN. Association of lipid peroxidation and antioxidant status with metabolic syndrome in Iranian healthy elderly women. Biomed Rep. 2017;7:331–6, <http://dx.doi.org/10.3892/br.2017.964>.
12. Janaszewska A, Bartosz G. Assay of total antioxidant capacity: Comparison of four methods as applied to human blood plasma. Scand J Clin Lab Invest. 2002;62:231–6, <http://dx.doi.org/10.1080/003655102317475498>.
13. Association AD. Introduction: Standards of medical care in diabetes - 2022. Diabetes Care. 2022;45:2021–2.
14. Asociación Latinoamericana de Diabetes. Guías ALAD sobre el diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 con medicina basada en evidencia. Edición 2019 ALAD. 2019:118–118, [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16483-5\\_167](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16483-5_167).
15. National Cholesterol Education Program. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). J Am Med Assoc. 2001;285:2486–97, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.285.19.2486>.
16. Laposata M. Clinical laboratory reference values. Laboratory medicine: The diagnosis of disease in the clinical laboratory. McGraw Hill. 2018:xvi–xxxi. Disponible en: [https://books.google.com/books/about/Laposata\\_s\\_Laboratory\\_Medicine\\_Diagnosis.html?id=G3Z0uAEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Laposata_s_Laboratory_Medicine_Diagnosis.html?id=G3Z0uAEACAAJ)
17. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline. J Clin Endocrinol Metabol. 2011;96:1911–30, <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2011-0385>.
18. Lerman-Garber I, Rosales-Calderón M. Cambios en la tolerancia a la glucosa en el anciano. Rev Invest Clin. 2010;62:312–7.
19. Glei D, Goldman N, Lin YH, Weinstein M. Age-related changes in biomarkers: Longitudinal data from a population-based sample dana. Res Aging. 2011;33:312–26, <http://dx.doi.org/10.1177/0164027511399105>.
20. Xia X, Chen W, McDermott J, Jackie Han JD. Molecular and phenotypic biomarkers of aging. F1000Res. 2017;6, <http://dx.doi.org/10.12688/f1000research.106921>.
21. Mendrick DL, Diehl AM, Topor LS, Dietert RR, Will YA, La Merrill M, et al. Metabolic syndrome and associated diseases: From the bench to the clinic. Toxicol Sci. 2018;162:36–42, <http://dx.doi.org/10.1093/toxsci/kfx233>.
22. Vona R, Gambardella L, Cittadini C, Straface E, Pietraforte D. Biomarkers of oxidative stress in metabolic syndrome and associated diseases. Oxid Med Cell Longev. 2019;2019, <http://dx.doi.org/10.1155/2019/8267234>.
23. Herrera-Vázquez A, Avendaño-Vázquez E, Torres-Alarcón CG. Deficiency of vitamin D in elderly adults with hip fracture. Med Inter Mex. 2019;35:669–75, <http://dx.doi.org/10.24245/mim.v35i5.2523>.
24. Escalante Gómez C. Impacto de la terapia de reemplazo hormonal sobre el perfil oxidativo/antioxidativo de la mujer posmenopáusica: una posible opción para la prevención de enfermedades. Universidad de Costa Rica; 2011.
25. Akila VP, Harishchandra H, D'Souza V, D'Souza B. Age related changes in lipid peroxidation and antioxidants in elderly people. Indian J Clin Biochem. 2007;22:131–4, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02912896>.
26. Dainy NC, Kusharto CM, Madanijah S, Nasrun MWS, Turana Y. Nutritional status, physical activity, oxidative stress, and cognitive function in pre elderly and elderly. Jurnal Gizi dan Pangan. 2018;13:117–22, <http://dx.doi.org/10.25182/jgp.2018.13.3.117-122>.
27. Hardiany NS, Sucitra S, Paramita R. Profile of malondialdehyde (MDA) and catalase specific activity in plasma of elderly woman. Health Sci Indonesia. 2020;10:132–6, <http://dx.doi.org/10.22435/hsj.v12i2.2239>.
28. Yavuzer H, Yavuzer S, Cengiz M, Erman H, Doventas A, Balci H, et al. Biomarkers of lipid peroxidation related to hypertension in aging. Hypertension Res. 2016;39:342–8, <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2015.156>.
29. Guo C, Li X, Wang R, Yu J, Ye M, Mao L, et al. Association between oxidative DNA damage and risk of colorectal cancer: Sensitive determination of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine by UPLC-MS/MS analysis. Sci Rep. 2016;6:1–9, <http://dx.doi.org/10.1038/srep32581>.
30. Gan W, Liu Xle, Yu T, Zou YG, Li TT, Wang S, et al. Urinary 8-oxo-7,8-dihydroguanosine as a potential biomarker of aging. Front Aging Neurosci. 2018;10:1–8, <http://dx.doi.org/10.3389/fnagi.2018.00034>.
31. Pandey KB, Mishra N, Rizvi SI. Protein oxidation biomarkers in plasma of type 2 diabetic patients. Clin Biochem. 2010;43:508–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2009.11.011>.
32. Goraca A, Skibská B. Plasma antioxidant status in healthy smoking and non-smoking men. Bratisl Lek Listy. 2005;106:301–6.
33. Cano-Ibáñez N, Gea A, Martínez-González MA, Salas-Savadó J, Corella D, Dolors Zomaño M, et al. Dietary diversity and nutritional adequacy among an older Spanish population with metabolic syndrome in the PREDIMED-plus study: A cross-sectional analysis. Nutrients. 2019;11, <http://dx.doi.org/10.3390/nu11050958>.
34. Fukuda Y, Ishikawa M, Yokoyama T, Hayashi T, Nakaya T, Takemi Y, et al. Physical and social determinants of dietary variety among older adults living alone in Japan. Geriatr Gerontol Int. 2017;17:2232–8, <http://dx.doi.org/10.1111/ggi.13004>.
35. Zhao Z, Gong W, Liu L, Wang M, Tang Z, Mohammaditursun N, et al. Urinary 8-hydroxydeoxyguanosine is a better biomarker of aging in non-smokers. Traditional Medicine and Modern Medicine. 2018;01:43–51, <http://dx.doi.org/10.1142/s2575900018500039>.
36. Kovalsky I, Fisberg M, Gómez G, Pareja R, Yépez García MC, Cortés Sanabria LY, et al. Energy intake and food sources of eight Latin American countries: Results from the Latin American Study of Nutrition and Health (ELANS). Public Health Nutr. 2018;21:2535–47, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980018001222>.
37. Ministerio de Salud de Costa Rica. Encuesta Nacional de Nutrición Costa Rica, 2008–2009; 2009.
38. Ávila-Escalante ML, Coop-Gamas F, Cervantes-Rodríguez M, Méndez-Iturbide D, Aranda-González II. The effect of diet on oxidative stress and metabolic diseases, clinically controlled trials. J Food Biochem. 2020;44:1–16, <http://dx.doi.org/10.1111/jfbc.13191>.
39. Bohn T. Carotenoids and markers of oxidative stress in human observational studies and intervention trials: Implications for chronic diseases. Antioxidants. 2019;8:1–44, <http://dx.doi.org/10.3390/antiox8060179>.