

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 68

JUNIO 2018

Nº 2

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

- Efectos del ayuno en sujetos que realizan el Ramadan sobre la calidad de vida y su relación con la diabetes y la hipertensión.**
Raul Guerrero Morilla; Verónica Espigares Dorado; Jesús Ramírez Rodrigo..... 103

PERSPECTIVA

- Ecuaciones antropométricas para el cálculo de grasa corporal en adultos jóvenes**
Arnulfo Ramos-Jiménez, Rosa P. Hernández-Torres, Miguel Murguía-Romero..... 111

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Bioquímica Nutricional

- Influencia del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas**
Nataly Bernuy, María Elena Villanueva, Silvia Suárez, Carlos Vilchez..... 122

- Efecto del consumo de pulpa de *Carica papaya* sobre la glicemia y peso de ratones normo e hiperglicémicos por aloxano**
Miguel A. Campuzano-Bublitz, Laura E. Rolón, Larissa M. Vera, María L. Kennedy..... 132

Nutrición y Obesidad

Desarrollo y validación de escalas para medir el valor que las mujeres dan a la saciedad y a la alimentación: un factor crítico para el tratamiento de la obesidad

María del Carmen Caamaño; Jorge R. Palacios; Pablo Parás; Jorge L. Rosado..... 141

Concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina en escolares después de la implementación del modelo de prevención de obesidad infantil “Póngale Vida”

Raquel Arriola Aguirre, Xinia Fernández Rojas, Georgina Gómez Salas 152

Ciencia de Alimentos

Incremento del valor nutrimental, actividad antioxidante y potencial inhibitorio de α -glucosida en brownies a base de leguminosas cocidas

Jesús J. Rochín Medina, Karina Ramírez, Jesús G. Rangel-Peraza, Jesús Aguayo-Rojas..... 164

LatinFoods. Composición de Alimentos

Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México.

Laura Virginia Madrigal-Ambriz, Julia Verónica Hernández-Madrigal, María Elena Carranco-Jáuregui, María de la Concepción Calvo-Carrillo, Rosa de Guadalupe Casas-Rosado..... 175

FE DE ERRATAS..... 184

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 185

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 68

JUNE 2018

N° 2

Contents

Pages

GENERAL ARTICLES

**Fasting's effects on people in Ramadan about their quality of life
and the relationship with diabetes and hypertension**

Raul Guerrero Morilla; Verónica Espigares Dorado; Jesús Ramírez Rodrigo..... 103

PERSPECTIVE

Anthropometric equations for calculating body fat in young adults

Arnulfo Ramos-Jiménez, Rosa P. Hernández-Torres, Miguel Murguía-Romero..... 111

RESEARCH PAPERS

Nutritional Biochemistry

**Influence of the consumption of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the
accumulation of adipose tissue and antioxidant activity in tissues of obese rats.**

Nataly Bernuy, María Elena Villanueva, Silvia Suárez, Carlos Vilchez..... 122

**Effect of consumption of *Carica papaya* pulp on glycaemia and weight of
normo and alloxan induced hyperglycemic mice**

*Miguel A. Campuzano-Bublitz, Laura E. Rolón, Larissa M. Vera,
María L. Kennedy.....* 132

Nutrition and Obesity

Development and validation of scales to measure women’s eating and satiation values: a critical factor in the treatment of obesity

María del Carmen Caamaño; Jorge R. Palacios; Pablo Parás; Jorge L. Rosado..... 141

Blood concentrations of leptin and adiponectin in school children after the implementation of the model of prevention of childhood obesity “Póngale Vida”

Raquel Arriola Aguirre, Xinia Fernández Rojas, Georgina Gómez Salas 152

Food Science

Increase in nutritional value, antioxidant activity and inhibitory potential of α -glucoside in brownies from cooked legumes.

Jesús J. Rochín Medina, Karina Ramírez, Jesús G. Rangel-Peraza, Jesús Aguayo-Rojas..... 164

LatinFoods. Food Composition

Physical and nutritional characterization of tuber meal of “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) of Actopan, Veracruz, Mexico.

Laura Virginia Madrigal-Ambriz, Julia Verónica Hernández-Madrigal, María Elena Carranco- Jáuregui, María de la Concepción Calvo-Carrillo, Rosa de Guadalupe Casas-Rosado 175

ERRATUM..... 184

INFORMATION FOR AUTHORS 185

Efectos del ayuno en sujetos que realizan el Ramadan sobre la calidad de vida y su relación con la diabetes y la hipertensión.

Raul Guerrero Morilla¹; Verónica Espigares Dorado¹; Jesús Ramírez Rodrigo¹.

¹Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Granada en Ceuta. España.

RESUMEN: El precepto islámico del Ramadán (R), impone a las personas que lo practican importantes modificaciones fisiológicas debido a las restricciones hídricas y dietéticas a lo largo del día y durante un mes, lo que tiene una especial repercusión física e intelectual de los musulmanes. El objetivo del presente estudio es describir los efectos del ayuno del Ramadán en la calidad de vida, así como, su repercusión en la Diabetes e Hipertensión. Participaron un total de 44 sujetos, 22 hombres y 22 mujeres. Con edades comprendidas entre los 14-80 años residentes en Tetuán y Ceuta. En un diseño de grupo único, creando subgrupos en función del sexo o patología. Las mediciones principales son las 8 escalas que miden los 36 ítems del cuestionario SF-36. Durante el R se evidencia en hombres y mujeres un mayor deterioro de la función física, siendo también significativa una disminución de la percepción de salud mental en el sexo masculino. En las personas diabéticas la percepción de disminución de la calidad de vida es mayor en relación a los parámetros físicos, así como en la salud mental y salud en general. Los sujetos hipertensos presentaron de forma significativa peores valores en los ítems de salud física y mental. El mes de R, en el conjunto de la población, provoca una menor percepción de la calidad de vida, más pronunciada en el caso de las mujeres. En concreto, los diabéticos y los hipertensos, estudiados, perciben una menor calidad de vida que en condiciones normales en cuanto a función física y rol físico se refiere.

Palabras clave: Ramadan, ayuno, diabetes, hipertensión, calidad de vida.

SUMMARY. Fasting's effects on people in Ramadan about their quality of life and the relationship with diabetes and hypertension The Islamic precept of Ramadan (R) imposes on individuals who practice it important physiological modifications due to the hydric and dietetic restrictions along a whole month plus a day, all of which have a crucial repercussion over the physical and intellectual performance of Muslim. The objective of this study was to describe the effects of fasting during R in quality of life and its relationship with pathologies such as diabetes and hypertension. It took part 44 individuals, 22 men and 22 women with an age among 14 and 80 year old, from Tetuan and Ceuta. A model in only one group, making sub-models according to sex and pathology. The main measuring are the eight scales that measure 36 items in the SF-36 survey. During R we can see worst results in both men and women in relation with physical function. We can also observe a decrease in the perception of mental health in male sex the perception is even higher in diabetic people in relation to physical parameters, as in mental health in general. Worst values show individuals suffering of hypertension in their perception of physical and mental health. This month of R in the population as a whole causes a less perception in quality of life which is even worst in the case of women. Being concrete, diabetic and hypertension people receive a less quality of life than in normal conditions talking about physical role and function.

Key words: Ramadan, fasting, diabetes, hypertension, quality of life.

INTRODUCCIÓN

El noveno mes lunar es considerado sagrado por las personas que profesan la religión islámica. El Ramadan (R) difiere de otros ayunos en el

carácter intermitente del mismo, donde durante 29-30 días, se produce una alternancia entre la abstinencia de ingerir cualquier sustancia líquida o sólida, de fumar y realizar determinadas

actividades durante el periodo diurno y una ingesta sin limitaciones durante la fase nocturna, en un entorno dependiente de factores culturales y religiosos.

El sentido tradicional, familiar y religioso de este periodo no puede ser desligado de los cambios fisiológicos y emocionales que se producen entre los practicantes.

El mes de R tiene repercusión en numerosos aspectos entre los practicantes se pueden destacar variaciones en la dieta, observándose un aumento de la ingesta de hidratos de carbono y proteínas, en detrimento de la ingesta de grasas (1), que implicarían ajustes en los mecanismos fisiológicos de control de la homeostasis energética, en forma de respuestas y adaptaciones endocrino-metabólicas (2). Así como, ajustes en los mecanismos de regulación hidrosalinos, provocados por la absoluta privación de líquidos durante el periodo diurno (3).

En relación con la percepción de la calidad de vida (4), muestra que durante el mes del R, los estados mentales negativos como la ansiedad, el hastío, la soledad, tensión y el miedo suelen desaparecer parcialmente durante el ayuno. Algunos estudios, muestran una disminución del sueño REM (Rapid eye movement) sin impacto en otras fases del sueño (5).

Por otra parte, algunos autores (6) muestran que el número de horas diarias dormidas durante el ayuno, descienden en un 7% con respecto al resto de los periodos.

Algunos estudios ponen en valor que más de la mitad de los practicantes del R afirman no tener problemas de estado de ánimo para realizar alguna actividad, ni se consideran irritables (7). Sin embargo otros autores ponen en valor un aumento de la irritabilidad durante el mes del R (8).

El R el 60% de las personas diabéticas que cumplen con el precepto presentan episodios de hipoglucemia (9). En relación a las personas

que padecen hipertensión sorprende el limitado conocimiento científico que se tiene en la actualidad, si bien, algunos autores muestran un descenso de la presión arterial durante el mes de R. (10,11)

Considerando la repercusión que tiene el R en las personas que lo practican, el objetivo del presente estudio es evaluar el impacto de esta práctica religiosa con los factores que determinan la calidad de vida, para acercarnos a la realidad de las personas que cumplen con este precepto y su relación con la hipertensión y la diabetes.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Diseño: Se realizó un diseño longitudinal de grupo único, sobre el que se efectuaron mediciones comunes para todos los sujetos en dos sesiones; una en la semana tercera de R; y otra, en situación basal, 6 meses después de R. En cada una de ellas se cumplimentó la versión española del cuestionario SF 36 (SF-36 Health Survey), compuesto por 36 ítems, cuyas principales características de medición son (12):

- Funcionamiento físico
- Rol Físico
- Dolor corporal
- Salud general
- Vitalidad
- Funcionamiento Social
- Rol emocional
- Salud mental

Muestra: La muestra de conveniencia cuasi-aleatorizada, se compuso de 44 sujetos, elegidos entre los voluntarios presentados, pertenecientes a la cultura musulmana y que practicaban el precepto del R; 22 pertenecientes al sexo masculino y 22 al femenino, todos ellos residentes en las ciudades de Ceuta y Tetuán (Marruecos), con edades comprendidas entre los 14 y 80 años

y sin patologías conocidas y Los sujetos fueron convenientemente informados y firmaron su consentimiento para la realización del estudio.

Cabe destacar que en la muestra 10 hombres y 10 mujeres sin patología conocida. 6 hombres y 5 mujeres estaban diagnosticados como diabéticos y 5 hombres y 8 mujeres como hipertensos.

Procedimiento: Los sujetos fueron categorizados mediante anamnesis previa.

Los cuestionarios se realizaron:

- Prueba 1: Durante la 3ª semana de ayuno de R
- Prueba 2: 6 meses después de R, en condiciones normales sin ayuno.

El cuestionario fue entregado a los sujetos, para que lo rellenaran, durante finales de la 2ª semana de ayuno. Fueron instruidos para que lo cumplimentaran de forma efectiva, así mismo, durante la elaboración del mismo, un investigador estuvo presente para poder aclarar posibles dudas sobre el mismo.

Tratamiento estadístico: Para el tratamiento estadístico de los datos se recurrió a criterios no paramétricos, utilizando el paquete informático SPSS 24.0 La razón para optar por el método más restrictivo se debe, por una parte, al tamaño reducido de la muestra y, por otra, la dispersión mostrada por alguna de las variables, para las que un test previo de normalidad evidenciaba puntuaciones extremas.

Para comprobar la normalidad de la muestra se ha usado la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias pareadas se ha contratado con el test de Wilcoxon y cuando se trata de pruebas independientes, el de Mann-Whitney.

Se ha considerado como límite de significación el valor de la probabilidad $p < 0,05$. En las ocasiones en que el valor de p está entre 0,05 y 0,1, se hace notar como indicios de significación estadística.

RESULTADOS

En relación con el sexo (Tabla 1), en periodo de no R, los resultados evidencian un diferencia significativa ($p < 0,050$), entre hombres y mujeres, en la dimensión salud mental, en la que las mujeres obtienen peores resultados que los hombres. Durante el mes de R, se mantiene esta diferencia en relación con esta dimensión, apareciendo además indicios de significación en la escala de dolor corporal ($p = 0,059$).

Dentro del mismo sexo se observa, en hombres, que durante el R se producen modificaciones en Rol Físico, Vitalidad ($p < 0,050$) y Salud Mental ($p < 0,010$) que muestran peores valores durante el mes de ayuno.

En el grupo femenino, podemos destacar que el R afecta, de manera negativa, a las capacidades físicas, mostrando disminuciones significativas en la función física $p < 0,010$, rol físico ($8p < 0,010$) y la vitalidad ($p < 0,010$) (13). También se ve afectada percepción de su salud mental donde se observa un descenso de sus valores con indicios de significación ($p < 0,050$).

En lo que se refiere a los sujetos diabéticos (Tabla 2), en comparación con los no diabéticos se observa que durante el R se producen diferencias significativas en la función física ($p < 0,050$) en el dolor corporal ($p < 0,050$), en el rol físico ($p < 0,050$) y en la salud general ($p < 0,050$) indicando que durante el R, las personas diabéticas perciben una menor calidad de vida en relación al aspecto físico y de percepción de salud que una persona no diabética. Sin embargo, durante el periodo de no R estas diferencias desaparecen existiendo solo indicios de significación en relación a la función física y la salud general.

Cuando se consideran sólo a las personas con diagnóstico de diabetes, resulta significativo que durante R, éstos perciben una disminución de su función física ($p < 0,050$), de su rol físico

TABLA 1. Resultados según sexo

ESCALAS DE SF-36	RAMADÁN						Signif.		
	Hombre			Mujer			a	b	C
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75			
Función Física	90,0	80,0	96,3	85,0	53,8	95,0			**
Rol Físico	25,0	12,5	25,0	25,0	9,4	25,0		*	**
Dolor Corporal	100,0	78,5	100,0	72,0	48,8	100,0	?		
Salud General	75,0	58,8	82,5	62,0	46,5	78,3			
Vitalidad	68,8	42,2	87,5	50,0	31,3	70,3		*	**
Función Social	87,5	71,9	100,0	75,0	62,5	90,6			
Rol Emocional	25,0	6,3	25,0	25,0	0,0	25,0			
Salud Mental	85,0	75,0	90,0	67,5	55,0	86,3	*	**	*

	DESPUÉS RAMADÁN						Signif.		
	Hombre			Mujer			a	b	C
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75			
Función Física	90,0	80,0	96,3	85,0	67,5	96,3			
Rol Físico	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0			
Dolor Corporal	100,0	83,0	100,0	82,0	59,5	100,0			
Salud General	73,5	62,0	80,5	62,0	56,5	75,5			
Vitalidad	75,0	56,3	87,5	68,8	54,7	81,3			
Función Social	81,3	62,5	87,5	75,0	59,4	87,5			
Rol Emocional	25,0	8,3	25,0	25,0	8,3	25,0			
Salud Mental	90,0	88,8	95,0	80,0	70,0	95,0	*		

Los valores indican los niveles de las 8 escalas del SF36 medidos durante el R y 6 meses después. Se indican la Mediana y los percentiles 25 y 75. En las últimas columnas se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas. (*) $p < 0,050$; (**) $p < 0,010$; (?) indicios de significación. a) Diferencias entre hombres y mujeres, en Ramadán y no Ramadán. b) Diferencias Ramadán - No Ramadán en Hombres. c) Diferencias Ramadán - No Ramadán, en Mujeres.

($p < 0,050$), su vitalidad ($p < 0,050$), dolor corporal ($p < 0,050$), y de forma acentuada una disminución de su percepción de salud general ($p < 0,05$) y salud mental ($p < 0,05$) (13).

En relación con la patología hipertensiva

(Tabla 3), en comparación con los no hipertensos, se observan menores valores en los afectados, que en las personas hipertensas en ambas fases. Durante el Ramadán se obtienen valores significativamente menores en salud mental, salud general y en la función física

TABLA 2. Resultados según diabetes

ESCALAS DE SF-36	RAMADÁN							Signif.	
	Diabéticos			No Diabéticos			A	B	
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75			
Función Física	70,0	40,0	90,0	90,0	82,5	95,0	*	*	
Rol Físico	6,3	0,0	25,0	25,0	15,6	25,0	**	*	
Dolor Corporal	62,0	41,0	100,0	100,0	72,0	100,0	*	*	
Salud General	45,0	35,0	62,0	75,0	60,0	88,5	**	**	
Vitalidad	37,5	31,3	68,8	68,8	37,5	87,5		*	
Función Social	75,0	37,5	100,0	87,5	75,0	100,0			
Rol Emocional	8,3	0,0	25,0	25,0	12,5	25,0			
Salud Mental	60,0	55,0	80,0	80,0	67,5	90,0		**	

	DESPUÉS RAMADÁN							Signif.	
	Diabéticos			No Diabéticos			A	B	
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75			
Función Física	75,0	60,0	90,0	90,0	60,0	90,0	*		
Rol Físico	25,0	18,8	25,0	25,0	18,8	25,0			
Dolor Corporal	80,0	52,0	100,0	100,0	52,0	100,0			
Salud General	57,0	45,0	72,0	75,0	45,0	72,0	*		
Vitalidad	62,5	50,0	75,0	75,0	50,0	75,0			
Función Social	75,0	62,5	87,5	87,5	62,5	87,5			
Rol Emocional	25,0	8,3	25,0	25,0	8,3	25,0			
Salud Mental	85,0	80,0	90,0	90,0	80,0	90,0			

Los valores indican los niveles de las 8 escalas del SF36 medidos durante el R y 6 meses después. Se indican la Mediana y los percentiles 25 y 75. En las últimas columnas se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas. (*)= $p<0,050$; (**)= $p<0,010$. a)= Diferencias entre afectados y no afectados, en Ramadán y no Ramadán. b)= Diferencias Ramadán - No Ramadán en Afectados.

($p<0,050$). Fuera del Ramadán se mantienen los valores menores en todas las escalas, siendo significativas las diferencias en salud mental, salud general, vitalidad ($p<0,05$) y se mantienen los cambios significativos en la función física ($p<0,050$).

En relación a la comparación entre los propios sujetos hipertensos observamos cambios de significación entre las dos fases en relación al Rol físico, función física y salud mental, siendo estos valores menores a los que obtienen en la época de no Ramadán.

TABLA 3. Resultados según hipertensión

ESCALAS DE SF-36	RAMADÁN						Signif.	
	Hipertensos			No Hipertensos			a	b
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75		
Función Física	70,0	45,0	90,0	90,0	80,0	95,0	*	*
Rol Físico	25,0	0,0	25,0	25,0	12,5	25,0		*
Dolor Corporal	62,0	41,5	100,0	100,0	62,0	100,0		
Salud General	50,0	40,0	58,5	75,0	62,0	87,0	**	
Vitalidad	37,5	31,3	71,9	68,8	37,5	87,5		
Función Social	75,0	56,3	87,5	87,5	75,0	100,0		
Rol Emocional	8,3	0,0	25,0	25,0	16,7	25,0		
Salud Mental	55,0	47,5	77,5	80,0	75,0	90,0	**	*

ESCALAS DE SF-36	DESPUÉS RAMADÁN						Signif.	
	Hipertensos			No Hipertensos			a	b
	Mediana	P-25	P-75	Mediana	P-25	P-75		
Función Física	75,0	60,0	92,5	90,0	85,0	100,0	*	
Rol Físico	25,0	21,9	25,0	25,0	25,0	25,0		
Dolor Corporal	74,0	48,0	100,0	100,0	80,0	100,0		
Salud General	57,0	45,0	69,5	72,0	62,0	82,0	**	
Vitalidad	56,3	40,6	71,9	75,0	68,8	87,5	**	
Función Social	75,0	56,3	81,3	87,5	62,5	87,5		
Rol Emocional	25,0	4,2	25,0	25,0	8,3	25,0		
Salud Mental	80,0	55,0	87,5	90,0	80,0	95,0	**	

Los valores indican los niveles de las 8 escalas del SF36 medidos durante el R y 6 meses después. Se indican la Mediana y los percentiles 25 y 75. En las últimas columnas se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas. (*)= $p < 0,050$; (**) = $p < 0,010$. a)= Diferencias entre afectados y no afectados, en Ramadán y no Ramadán. b)= Diferencias Ramadán - No Ramadán en Afectados.

DISCUSIÓN

En relación con el sexo, en periodo de no R, los datos evidencian que las mujeres a nivel de salud mental obtienen peores resultados que los hombres, lo que estaría en la línea de los autores que sugieren peores resultados para el sexo femenino en relación a la salud mental (14) acentuándose estos cuando la mujer trabaja

como ama de casa (13). Durante el mes de R, las diferencias se mantienen apareciendo indicios de significación en el dolor corporal, lo que puede ser una consecuencia específica del precepto, en las mujeres debido entre otros aspectos a la mayor carga de trabajo que conlleva la preparación de los alimentos (1). Ya que durante el mes del ayuno, estas dedican más horas en la preparación de las comidas tradicionales (16).

Así mismo, se observa como en los hombres diversos parámetros se modifican durante el R periodo en el que ven mermada la percepción de aquellos factores que tienen relación con el estado físico y mental. Lo cual indica que los hombres durante el mes del R perciben una disminución de su desempeño físico y su vitalidad, tal y como señalan algunos estudios influenciado por la privación de horas de sueño (17,18).

En relación a las mujeres estas de igual manera, ven disminuida en mayor medida, la percepción de los factores que guardan relación con el estado físico, la vitalidad y la salud mental, aspectos que pueden verse influenciados por la mayor carga que deben asumir en el hogar, unido a la privación de horas de sueño (5, 6)

En ambos sexos, por lo tanto, se observa que el mes del R afecta a su capacidad y percepción física, así como a la salud mental, siendo estos efectos más importantes en relación a las mujeres que a los hombres, donde éstas disminuyen diversas escalas de manera significativa y por lo tanto perciben una menor calidad de vida que los hombres (6).

En lo que se refiere a los sujetos diabéticos, los resultados muestran que durante el R las personas diabéticas perciben una menor calidad de vida en relación a la función física y de percepción de salud general que una persona no diabética, lo que estaría en la línea de los autores Hervás, A; Zabaleta, A; De Miguel, G; Beldarrain (19). Las largas horas sin ingerir alimento pueden conllevar una mayor dificultad en el mecanismo regulador de la glucosa que altere la percepción de su calidad de vida, ya que estas diferencias no son apreciables en periodo de no R, donde los musulmanes puede ingerir alimentos y líquidos sin limitaciones.

El R, conlleva para las personas diabéticas percepciones negativas en relación a diversos parámetros de la calidad de vida, los cuales pueden ser debidas a la hipoglucemia (9)

deshidratación y agotamiento físico siguiendo la línea de autores como (8,20,21).

En relación a las personas con hipertensión arterial, en comparación con las personas no hipertensas se observan resultados con tendencia más negativa que en las personas normotensas en ambas fases. Algunos de los aspectos se tienden a igualar durante el mes de R, lo que evidencia que la pérdida de vitalidad y rendimiento físico afecta por igual a las personas con hipertensión que a los normotensos.

La comparación entre los propios sujetos hipertensos muestra una disminución de los valores relacionados con el desempeño físico, salud mental y vitalidad, al igual que ocurre en las personas normotensas. La disminución de calidad de vida de los enfermos de hipertensión puede deberse, al cambio de alimentación, obesidad, agotamiento físico, produciendo bajadas de tensión (10, 11) que producen una percepción negativa acerca de la calidad de vida, siguiendo la línea de Leiper, 2003 (21).

En conclusión los datos ponen de manifiesto que en el conjunto de la población, el mes de R provoca una menor percepción de la calidad de vida, más acentuada en el caso de las mujeres. En concreto, los diabéticos y los hipertensos perciben una menor calidad de vida que en condiciones normales en cuanto a función física y rol físico se refiere. Se puede destacar que el ayuno del R no modifica la percepción de salud general pero sí afecta a las dimensiones de componente física y salud mental.

Limitaciones: En relación a la muestra sería interesante el poder ampliar el número de personas que padecen diversas patologías para dar una mayor fiabilidad al estudio. Así mismo, sería interesante fijar una franja de edad más acotada y comparar los resultados en versas franjas de edad. Así mismo, sería interesante incorporar el peso de las personas para comprar su relación con la percepción de salud.

REFERENCIAS

1. Rollins NC, Bhandari N, Hajeebhoy N, Horton Guerrero Morilla R, Ramírez Rodrigo J, Sánchez Caravaca MA, Villaverde Gutiérrez C, Ruiz Villaverde G, Pérez Moreno BA. Modificaciones dietéticas en jóvenes musulmanes que practican el ayuno del Ramadán. *Nutr Hosp.* 2009; 24(6):738-743.
2. Guerrero Morilla R, Ramírez Rodrigo J, Ruiz Villaverde G, Sánchez Caravaca MA, Pérez Moreno BA, Villaverde Gutiérrez C. Ajustes endocrinos-metabólicos durante el ayuno del Ramadán en jóvenes deportistas. *Arch Latinoamer Nutr.* 2013; 63(1):14-20.
3. Guerrero Morilla R, Ramírez Rodrigo J, Sánchez Caravaca MA, Ruiz Villaverde G, Pérez Moreno BA, Villaverde Gutiérrez C. Variaciones del Ion Potasio durante el ayuno del Ramadán: Resultados preliminares en jóvenes musulmanes. *Nutr Hosp.* 2011; 26(4):792-797.
4. Saz, P. *Ayuno Terapéutico Zaragoza*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2013.
5. Ahmed S, K. A. Intermittent fasting during Ramadan; does it affect sleep? *J. Sleep Res.* 2014; 23(1), 35-43.
6. Agoumi, A; Oliveras, MJ; Martínez, F; López, H. Evaluación del impacto del ayuno en Ramadán en el estilo de vida y salud. *Rev Esp Nutr Comuni.* 2014; 20(4), 137-144.
7. Shirin Sadeghpour, A. H. Ramadan Fasting and digestive disorders: Sepahan Systematic review. *J Res Med Dci.* 2011; 7, 150-158.
8. Kadri N, Tilane A, El Batal M, Taltit Y, Tahiri SM, Moussaoui D. Irritability during the month of Ramadan. *Psychosom Med.* 2000; Mar-Apr;62(2):280-5.
9. Almalki, MH; Hussien, I; Khan, SA; Almaghamsi, A. y Alshahrani, F. Assessment of Ramadan Education and Knowledge Among Diabetic Patients. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes.* 2018; Jan:10
10. Salahuddin, M; Ahsfak, SA; Syed, SR y Baadam, Km. Effect of Ramadan Fasting on Body Weight, (BP) and Biochemical Parameters in Middle Aged Hypertensive Subjects: An Observational Trial. *J Clin Diagn Res.* 2014; Mar;8(3):16-8.
11. Al-Shafei AI. Ramadan fasting ameliorates arterial pulse pressure and lipid profile, and alleviates oxidative stress in hypertensive patients. *Blood Press.* 2014; Jun; 23(3):160-7.
12. Arosteguí Madariaga, I y Nuñez Anton, V. Aspectos estadísticos del Cuestionario de Calidad de Vida relacionados con salud Short Form-36 (SF-36). *Estad. Espa.* 2008; 50 (147-192).
13. Artazcoz, L; Cirera, E; Borrell, C; Coll, M; Rohlf, I y Villalbí, J.R. Doble jornada y diferencias de género en la salud mental de la población trabajadora. *Gac Sanit.* 1999; 13 Supl C1:9092 - Vol. 13
14. Sánchez López, M.P; Aparicio García, ME y Dresch, V. Ansiedad, autoestima y satisfacción autopercebida como predictores de la salud: diferencias entre hombres y mujeres. *Psicothema.* 2006; Vol. 18, nº 3, pp. 584-590
15. Ibrahim, M; Abu Al Magd, M; Annabi, F; Assaad-Khalil, S; Ba-Essa, E; Fahdil, I; Karadeniz, S; Meriden, T; Misha'1, A; Pozzilli, P; Shera, S; Thomas, A; Bahijri, S; Tuomilehto, J; Yilmaz, T; y Umpierrez, G. Recommendations for management of diabetes during Ramadan: update 2015. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2015; 3(1)
16. Rojo Fernández, C. Ramadan en femenino. *Revista de Actualidad y cultura de Ceuta*, 2007; nº6, Octubre.
17. Taoudi Benchekroun, M; Roky, R; Toufiq, J; Benaji, B; y Hakkou, F. Epidemiological study: chronotype and daytime sleepiness before and during Ramadan. *Therapie.* 1999; Sep-Oct; 54 (5):567-72.
18. R., Mohd Adzim Khalili, A; Ummu Habibah, A.H; Norhayati, M.Z; Zetty Hulwany, M.N; Mohd Nasir, M.A; Munira, I. Et al. Nutritional status and quality of life during Ramadan among higher institution learning centre staffs with different body weight status. *J Pharm Res Int.* 2014; 3, (6), 1-13.
19. Hervás, A; Zabaleta, A; De Miguel, G; Beldarrain, O y Díez, J. Calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 *Anales Sis San Navarra.* 2007; vol.30:1
20. Zantar A, Azzoug S, Belhimer F, Chentli F. Diabetes and Ramadan. *Presse Med.* 2012; Nov; 41(11):1084-8
21. Leiper JB, M. A. Effects on health of fluid restriction during fasting in Ramadan. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2003; 57(2), 8-30.

Recibido: 25-01-2018

Aceptado: 07-06-2018

Ecuaciones antropométricas para el cálculo de grasa corporal en adultos jóvenes

Arnulfo Ramos-Jiménez,^{1} Rosa P. Hernández-Torres,² Miguel Murguía-Romero,³*

¹Departamento de Ciencias de la Salud, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ²Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua (México). ³Unidad de Morfología y Función, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

RESUMEN: Dado que para la población Latinoamericana se cuenta con escasas ecuaciones antropométricas validadas para determinar porcentaje de masa grasa (% MG), se diseñaron ecuaciones antropométricas prácticas para calcular el % MG en adultos jóvenes. Se realizaron mediciones antropométricas por técnicas validadas, y se calculó el % MG por densitometría (BodPod) y bioimpedancia. Se reclutaron 284 voluntarios (18-35 años), de uno y otro sexo. Las ecuaciones se diseñaron por regresión lineal múltiple por el método de todas las regresiones posibles y se validaron por su grado de bondad de ajuste (R^2), error estándar de estimación (EEE) y por validación cruzada. En hombres: % MG por densitometría $R^2 = 0.78$, EEE = 3.64 %, $p < 0.001$; % MG por bioimpedancia $R^2 = 0.76$, EEE = 2.48 %, $p < 0.001$. En mujeres: % MG por densitometría $R^2 = 0.98$, EEE = 4.02%, $p < 0.001$; % MG por bioimpedancia $R^2 = 0.99$, EEE = 2.37 %, $p < 0.001$. Las ecuaciones aquí diseñadas presentan sencillez, alta validez y confiabilidad, siendo útiles en la clínica y campo deportivo.

Palabras clave: Antropometría, densitometría, bioimpedancia, estudio de validación.

SUMMARY: Anthropometric equations for calculating body fat in young adults. Given that in Latin America we have few validated anthropometric equations to determine percentage of fat mass (% MG), practical anthropometric equations were designed to calculate the % MG in young adults. Anthropometric measurements were made by validated techniques, and % MG was calculated by densitometry (BodPod) and bioimpedance. We recruited 284 volunteers (18-35 years), men and women. The equations were designed by multiple linear regression by the method of all possible regressions, and validated by their degree of goodness of fit (R^2), standard error of estimation (SES), and cross-validation. In men: % MG by densitometry $R^2 = 0.78$, SES = 3.64%, $p < 0.001$; % MG by bioimpedance $R^2 = 0.76$, SES = 2.48%, $p < 0.001$. In women: % MG by densitometry $R^2 = 0.98$, SES = 4.02 %, $p < 0.001$; % MG by bioimpedance $R^2 = 0.99$, SES = 2.37 %, $p < 0.001$. The equations here designed have simplicity, high validity, and reliability, being useful in the clinic and sports field.

Key words: Anthropometry, densitometry, bioimpedance, validation study.

INTRODUCCIÓN

El estudio sistemático de la forma corporal, sus macro-componentes (masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa magra), y su asociación con el estado de salud, inician a mediados del siglo XX, con los trabajos de

Sheldon (1). En ese tiempo, igualmente se empieza a mencionar la relación multifactorial de la morbilidad asociada con los desórdenes en los estilos de vida, dieta y ejercicio físico; factores que al modificarse afectan los macro-componentes corporales (2). La acumulación excesiva de masa grasa, observada en la cultura

occidental, es un factor detonante de varias enfermedades metabólicas. Para encontrar la relación ideal entre los compartimentos corporales, desde el punto de vista de la salud y del rendimiento físico, se han realizado mediciones paralelas de la masa grasa con la presencia de enfermedades y con el grado de acondicionamiento físico-atlético (3).

Para la determinación de la masa grasa se han utilizado diversas metodologías, entre ellas, técnicas de procesamiento de imágenes, como la tomografía computarizada (4), la resonancia magnética nuclear (5) y la absorciometría ósea de rayos X de doble energía (DEXA, por sus siglas en inglés) (6); además, la densitometría, realizada ya sea por pletismografía (Bod Pod) o peso subacuático (7), la bioimpedancia (BIA) (8), la difracción por rayos infrarrojos (9), y últimamente la antropometría. Esta última, si bien es una técnica doblemente indirecta, es práctica y de muy bajo costo. La medición de la masa grasa ha sido importante por los crecientes problemas de sobrepeso y obesidad; además, debido a la imposibilidad de su medición directa, los diferentes equipos y técnicas antes mencionados utilizan sofisticados programas y algoritmos para su cálculo. Actualmente, encontramos una gran cantidad de ecuaciones, utilizando cada vez métodos más económicos y prácticos como la bioimpedancia y la antropometría.

La validación de las ecuaciones antropométricas se ha realizado por diferentes métodos, entre ellos DEXA (6), pletismografía, peso subacuático y bioimpedancia (8) mostrando entre ellos moderados y altos índices de correlación ($R > 0.60$) y errores estándar de estimación (EEE) menores del 5%. Sin embargo, debido a las diferencias biológicas, culturales y étnicas, y para que dichas ecuaciones tengan la sensibilidad y precisión adecuadas estas deben ser específicas para cada población. A nuestro

conocimiento, en Latinoamérica contamos con escasas ecuaciones antropométricas validadas (10). Por lo anterior, aquí se desarrolla un par de ecuaciones antropométricas para calcular de manera sencilla el porcentaje de masa grasa (%MG) en adultos jóvenes; ecuaciones validadas por pletismografía e impedancia bioeléctrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

A través de una convocatoria abierta se invitaron a participar en un estudio transversal a estudiantes de uno y otro sexo de un campus universitario de una ciudad cosmopolita del norte de México (Ciudad Juárez, Chihuahua). Se registraron 284 participantes de 18 a 35 años (50% mujeres), 14 de ellos se eliminaron por errores técnicos al momento de las evaluaciones. Ciento sesenta y cuatro de los participantes mencionaron ser sedentarios, el resto practicar de manera sistemática y recreativa diferentes deportes. Los criterios de inclusión fueron estar físicamente sano, de acuerdo con la aplicación de un cuestionario de salud general, no haber realizado ejercicio físico intenso en las últimas 24 h, y no haber ingerido alcohol, diuréticos u otros fármacos que afectaran el estado de hidratación. Antes de cualquier estudio se explicó a los participantes el protocolo y se pidió firmar la carta de consentimiento informado; criterios acordes a los lineamientos de la carta de Helsinki.

Posteriormente, en una sesión de 60 min se realizaron mediciones antropométricas y determinaciones del % MG por densitometría (pletismografía) e impedancia bioeléctrica. Los sujetos se presentaron en ayuno de 8 h o más y se les pidió vaciar su vejiga antes de las mediciones. Estas mediciones se realizaron en un laboratorio con temperatura controlada (22 - 24 °C) y vistiendo los participantes solamente

traje de baño ajustado y gorra de natación, despojándose de toda joyería.

Mediciones antropométricas

Para conocer las dimensiones antropométricas y el somatotipo (endomorfia-mesomorfia-ectomorfia) de los participantes se realizó el perfil antropométrico completo, según la metodología descrita por Norton y Ods (11), y recomendadas por la Asociación Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés). Para ello se utilizó un antropómetro Centurión Roscraft (Vancouver, Canadá), una báscula de plataforma digital SECA 656 (Hamburgo, Alemania), y un estadímetro SECA portátil 206 (Hamburgo, Alemania). Estas mediciones fueron realizadas por un experto antropometrista estandarizado por la ISAK, el cual presentó un error técnico de medición de 6.2, 1.5, 1.7 y un coeficiente de correlación intraclase de 0.98, 0.99, 0.99, para pliegues, diámetros y circunferencias corporales, respectivamente. Como variables independientes dentro de los modelos predictivos se consideraron: el ser sedentario o practicar actividades deportivas, las mediciones de los pliegues cutáneos, la circunferencia de cintura (CC) y el índice de masa corporal (IMC: peso/estatura²), todos ellos por su asociación biológica con la masa grasa corporal, esta última como variable dependiente.

Densitometría

Para este procedimiento se utilizó la técnica de pletismografía por desplazamiento de aire (Bod Pod, Cosmed USA), siguiendo las recomendaciones del comerciante, tanto para las calibraciones del equipo, como para las mediciones del volumen corporal y peso (12). Para el cálculo del % MG se utilizó la densidad corporal (peso/volumen) y la ecuación de Siri: $\% \text{ MG} = [(4.95/D) - 4.5] \times 100$; siendo D la densidad corporal (13). Los volúmenes

pulmonares residuales fueron los predichos (14) por el sistema según el manual de operación del Bod Pod. Previamente se han publicado diferencias mínimas y no significativas (186 ± 46 ml) entre los volúmenes predichos y medidos por este equipo (15). Asimismo, este equipo ha sido validado contra otros modelos, entre ellos el peso subacuático (7) y el modelo de cuatro compartimentos (densidad corporal, masa libre de grasa, agua corporal y masa ósea) (16), encontrándose altas correlaciones entre ambos ($R^2 = 0.88 - 0.95$) y diferencias en test re-test menores del 1%.

Impedancia bioeléctrica

Para este procedimiento se utilizó el bioimpedanciómetro Bodystat QuadScan 4000 (Bodystat technology, UK), posterior a 5 minutos de estar el sujeto en una posición supina, limpiar la zona de los electrodos con etanol y estando el sujeto con las piernas y brazos separados, sin tocarse el cuerpo. Los electrodos se pusieron sobre el dorso de la mano y pie derechos. Todo lo anterior como lo explican los procedimientos técnicos ya publicados (17). Antes de las mediciones el equipo se calibró con una resistencia de 500 Ω , misma que no varió más de 2 Ω . Este método de determinación ha sido validado contra DEXA y métodos de dilución mostrando alta correlación entre ellos ($R^2 = 0.75 - 0.91$) (18,19).

Análisis estadísticos y diseño de ecuaciones

Para analizar las diferencias en las características físicas entre sexo, se realizó una prueba *t*-Student de muestras independientes. Se realizó además un análisis de correlación bivariada entre el % MG medido por densitometría y bioimpedancia y las variables antropométricas analizadas. Para encontrar las mejores y más sencillas ecuaciones que calcularan los % MG a partir de datos antropométricos, se realizaron análisis de regresión lineal múltiple de las re-

gresiones posibles considerando todas las combinaciones de variables independientes. Debido a que nuestro objetivo era encontrar ecuaciones prácticas, que pudieran ser usadas de forma ágil, sólo consideramos las ecuaciones que contuvieran dos a cinco variables independientes. Así, generamos y evaluamos 3,458 ecuaciones: 91, 364, 1001, y 2002 ecuaciones con dos, tres, cuatro y cinco variables independientes, respectivamente; esto para cada uno de los cuatro casos (densitometría y bioimpedancia, para mujeres y hombres), por lo que en total se evaluaron 13,832 ecuaciones. Se escogieron aquellas ecuaciones que presentaban mayor R² y menor EEE. Como variables dependientes se seleccionaron los %MG, determinados por densitometría e impedancia bioeléctrica. Como variables independientes se incluyeron: peso, estatura, circunferencia de cintura (CC) índice de masa corporal (IMC) y pliegues cutáneos (descritos en la Tabla 1). Se calcularon ecuaciones tanto para hombres como para mujeres. Para validar las ecuaciones de regresión propuestas se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Utilizando la muestra total se diseñaron 13,832 ecuaciones y se seleccionaron las cuatro mejores, como arriba se señala, tanto para los dos métodos de medición como para hombres y mujeres.

TABLA 1. Características físicas de los participantes.

	Hombres, n = 135		Mujeres, n= 135	
	Media ± DE	IC 95%	Media ± DE	IC 95%
Edad (años)	22.1 ± 3.4	21.5-22.7	21.5 ± 3.9	20.8-22.1
Estatura (m)	1.72 ± 0.06	1.71-1.73	1.60 ± 0.05*	1.60-1.61
Peso (kg)	73.2 ± 11.7	71.3-75.3	65.1 ± 13.1*	62.9-67.2
IMC (kg/m ²)	24.7 ± 3.9	24.0-25.4	25.2 ± 4.5	24.4-26.0
C. cintura, (cm)	81.2 ± 8.6	79.8-82.7	76.5 ± 9.8*	74.8-78.1
Endomorfia	4.3 ± 2.4	3.9-4.8	6.5 ± 1.8*	6.2-6.8
Mesomorfia	5.1 ± 1.5	4.9-5.4	4.6 ± 1.6*	4.3-4.8
Ectomorfia	2.0 ± 1.3	1.8-2.2	1.3 ± 1.2*	1.1-1.5
P. tricipital (mm)	13.0 ± 6.9	11.8-14.3	23.1 ± 7.5*	21.9-24.5
P. subscapular (mm)	14.7 ± 8.4	13.4-16.3	22.3 ± 10.4*	20.6-23.9
P. bicipital (mm)	5.9 ± 3.9	5.2-6.6	12.5 ± 7.3*	11.2-13.7
P. iliocrestal (mm)	27.0 ± 13.4	24.8-29.4	33.8 ± 11.1*	32.0-35.5
P. supraspinal (mm)	16.6 ± 10.7	14.8-18.4	23.3 ± 9.3*	21.8-24.9
P. abdominal (mm)	25.4 ± 12.5	23.3-27.6	29.6 ± 10.8*	28.0-31.4
P. muslo frontal (mm)	13.1 ± 6.1	12.1-14.2	30.1 ± 12.3*	28.0-32.2
P. pantorrilla (mm)	10.4 ± 6.5	9.4-11.6	23.2 ± 9.8*	21.5-24.9
P. medio axilar (mm)	14.4 ± 9.3	12.9-16.1	20.4 ± 10.0*	18.7-22.0

C = circunferencia, IMC = índice de masa corporal, P = pliegues cutáneos. * p < 0.01.

Fuente: Preparado por los autores a partir de los datos del estudio.

2. Validación cruzada: Para determinación la proporción de casos de la muestra de entrenamiento vs. muestra de validación:
 - a. Se seleccionó al azar el 50% de los casos para conformar la muestra de entrenamiento, y el complemento de los casos se usó como muestra de validación, este procedimiento se realizó 500 veces para obtener el promedio de R^2 .
 - b. Se repitió el paso anterior 10 veces, incrementando el porcentaje de la muestra de entrenamiento en 5%, hasta llegar a 95%.
 - c. Se generó una gráfica de los porcentajes de muestra utilizada en cada regresión, con el fin de observar los cambios en R^2 y el momento de su estabilización (Figura 1).
 - d. El EEE para cada ecuación seleccionada se calculó usando el máximo porcentaje cuando la R^2 logró estabilizarse (70%).
3. Para descartar sesgos y observar la existencia de una distribución aleatoria de los datos en la regresión se graficaron los valores pronosticados vs los residuales de las variables que entraron en la ecuación (Figura 2).
4. Para comprobar que el modelo era el adecuado, cuando la constante (ordenada al origen) no salía significativa se eliminaba del modelo y se volvía a correr la regresión.
5. La fuerza de asociación entre el % MG medido por densitometría y bioimpedancia se realizó por regresión lineal (Figura 3 a, b).
6. Para observar sesgos y posibles diferencias entre las mediciones densitométricas y bioimpedancia se graficaron dichas diferencias por el método descrito por Bland y Altman (20) (Figura 3 c).

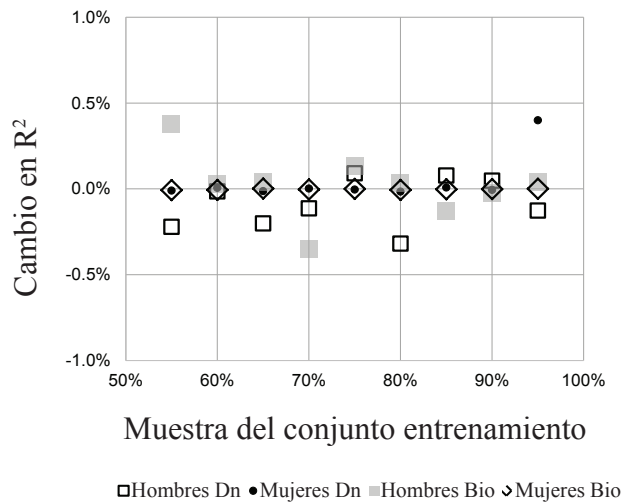


FIGURA 1. Cambios en el promedio de R^2 de las cuatro ecuaciones elegidas. Dn: Medido por densitometría, Bio: Medido por bioimpedancia.

Los análisis descriptivos, comparaciones y correlaciones se realizaron con el software estadístico SPSS versión 21.0. Para la generación de la combinatoria de las variables independientes para construir todas las posibles ecuaciones a evaluar se utilizó el lenguaje Prolog. Para realizar la validación cruzada se usó el lenguaje R.

RESULTADOS

En general, los hombres presentaron mayor peso corporal, estatura, CC y mesomorfia; las mujeres en cambio mayor endomorfia, %MG y pliegues cutáneos ($p < 0.01$, Tabla 1 y 2). El promedio de la población presentó valores antropométricos saludables: índice de masa corporal (IMC) $< 25 \text{ m/kg}^2$ y CC menor de 80 cm (Tabla 1). El somatotipo promedio en los hombres fue meso-endomórfico y en las mujeres endo-mesomórficas. El pliegue de mayor grosor fue el iliocrestal ($29.7 \pm 13.1 \text{ mm}$) y el menor el bicipital ($9 \pm 6.7 \text{ mm}$) (Tabla 1).

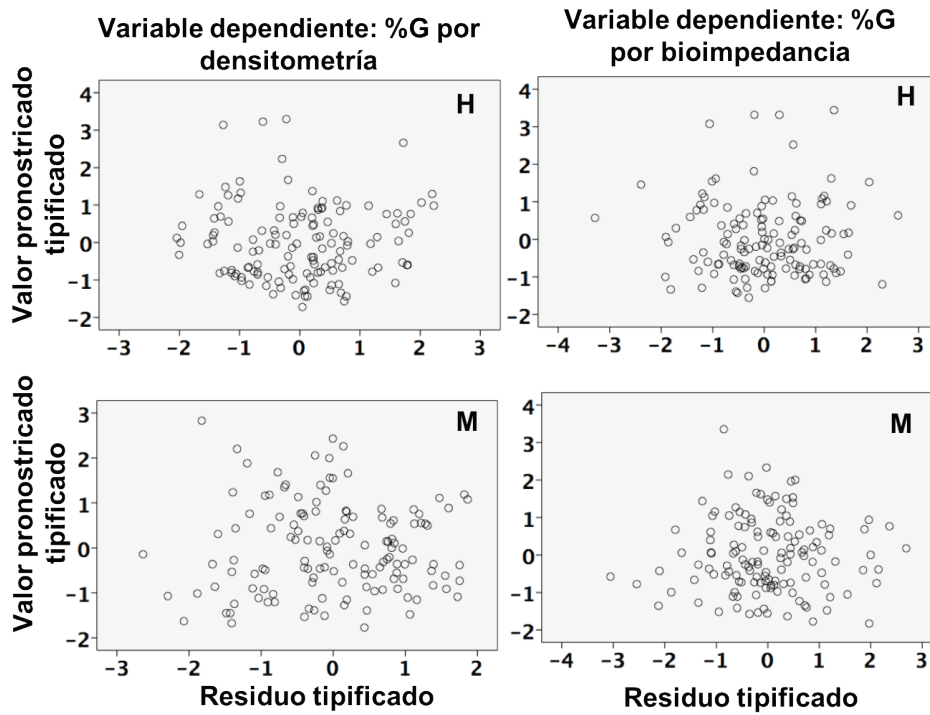


FIGURA 2. Distribución aleatoria entre los residuales de las ecuaciones de regresión lineal. % G = porcentaje de grasa, H = hombres, M = mujeres.

Fuente: Preparado por los autores a partir de los datos del estudio.

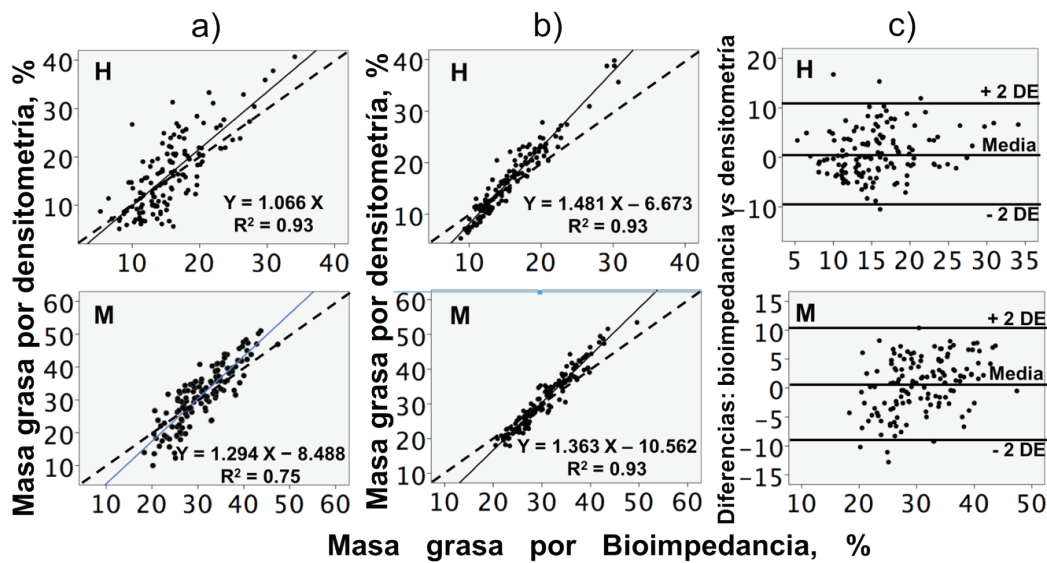


FIGURA 3. Asociación entre las variables de porcentaje de masa grasa. a) valores medidos, b) valores predichos por la ecuación, c) diferencias entre valores medidos vs predichos. Línea punteada = línea de regresión, línea continua = línea de identidad. H = hombres, M = Mujeres.

Fuente: Preparado por los autores a partir de los datos del estudio.

TABLA 2. Porcentaje de masa grasa medido y predicho por las ecuaciones de regresión.

Masa grasa (%)	Hombres, n = 135		Mujeres, n= 135	
	Media ± DE	IC 95%	Media ± DE	IC 95%
Densitometría				
Medido	16.5 ± 7.6	15.2-17.8	31.4 ± 9.0*	30.0-33.0
Predicho	16.5 ± 6.7	15.4-17.6	31.5 ± 7.9*	30.1-32.8
Bioimpedancia				
Medido	15.6 ± 5.0	14.8-16.5	30.8 ± 6.0*	29.9-31.8
Predicho	15.6 ± 4.4	14.9-16.4	30.8 ± 5.6*	29.9-31.8

* p < 0.01 Hombres vs. Mujeres.

Fuente: Preparado por los autores a partir de los datos del estudio.

Las correlaciones entre el % MG y las variables antropométricas, ya sea medido por densitometría o bioimpedancia fueron entre altos y muy altos (0.63-0.87, Tabla 3).

Las ecuaciones para la determinación del % MG a partir de mediciones antropométricas fueron las siguientes:

Hombres:

1. % MG (método densitométrico) = 26.02 + 0.26 X1 + 0.17 X2 + 0.31 X3 + 0.13 X4 - 23.59 X5.

- X1 = Circunferencia de cintura, X2 = Pliegue abdominal, X3 = Pliegue de muslo frontal, X4 Pliegue subescapular, X5 = Estatura.
- R2 = 0.78
- EEE = 3.64%
- p < 0.001

2. % MG (método de bioimpedancia) = 22.77 + 0.24 X1 + 0.11 X2 + 0.07 X3 + 0.21 X4 - 17.80 X5.

- X1 = Circunferencia de cintura, X2 = Pliegue de bíceps, X3 = Pliegue abdominal, X4 = Pliegue subescapular, X5 = Estatura.

TABLA 3. Matriz de correlaciones ajustadas (R²) entre el porcentaje de grasa y variables antropométricas.

	Bioimpedancia	Densitometría
IMC	.870*	.819*
C. cintura	.850*	.815*
Endomorfia	.699*	.730*
Mesomorfia	.634*	.610*
Ectomorfia	-.761*	-.733*
P. tricipital	.716*	.718*
P. subscapular	.823*	.814*
P. bicipital	.641*	.666*
P. iliocrestal	.626*	.687*
P. supraespinal	.781*	.809*
P. abdominal	.728*	.757*
P. muslo frontal	.671*	.730*
P. pantorrilla	.678*	.726*
P. medio axilar	.808*	.810*

C = circunferencia, IMC = índice de masa corporal, P = pliegues cutáneos. * significancia de las correlaciones p < 0.01.

Fuente: Preparado por los autores a partir de los datos del estudio.

- $R^2 = 0.76$
- $EEE = 2.48\%$
- $p < 0.001$

Mujeres:

1. % MG (método densitométrico) = $0.20 X_1 + 0.25 X_2 + 0.21 X_3 + 0.25 X_4 - 0.13 X_5$.

- X_1 = Circunferencia de cintura, X_2 = Pliegue supraespinal, X_3 = Pliegue de muslo frontal, X_4 = Pliegue medio axilar, X_5 = Pliegue bicipital.
- $R^2 = 0.98$
- $EEE = 4.02\%$
- $p < 0.001$

2. % MG (método de bioimpedancia) = $0.15 X_1 + 0.05 X_2 + 0.04 X_3 + 0.08 X_4 + 0.60 X_5$.

- X_1 = Circunferencia de cintura, X_2 = Pliegue supraespinal, X_3 = Pliegue muslo frontal, X_4 = Pliegue medio axilar, X_5 = IMC.
- $R^2 = 0.99$
- $EEE = 2.37\%$
- $p < 0.001$

Todas las variables antropométricas que entraron en los modelos de regresión se relacionaron linealmente con el % MG, medido ya sea por densitometría o impedancia bioeléctrica (Tabla 3). Además, al graficar los residuales contra los valores predichos se observó que los datos se distribuyeron de manera aleatoria Figura 2.

Los dos métodos para la determinación del % MG (densitometría y bioimpedancia) presentaron entre sí muy alta correlación: valores medidos: $R^2 > 0.75$, $EEE < 5.0\%$ (Figura 3a); valores predichos: $R^2 = 0.93$, $EEE < 2.1\%$ (Figura 3b). Además, las diferencias entre ambos métodos no mostraron un claro patrón específico, siendo aleatorias y semejantes (positivas y negativas) (Figura 3c).

DISCUSIÓN

A nuestro conocimiento este es el primer reporte diseñado para desarrollar ecuaciones antropométricas a partir de pletismografía e impedancia bioeléctrica en adultos jóvenes latinoamericanos. Si bien la muestra fue por conveniencia, la muestra fue tomada de una ciudad cosmopolita, abarcó amplios rangos de estatura (1.49 - 1.89 m), peso (40.53 - 117.1 kg), IMC (16.6 - 42.0 kg/m²) y masa grasa (5% - 51%), por lo que consideramos es representativa de la población general en las edades aquí estudiadas. Las cuatro ecuaciones aquí desarrolladas mostraron alta precisión de estimación ($R^2 \geq 0.76$, $EEE < 5\%$, $p < 0.001$). Anteriores ecuaciones antropométricas diseñadas en diversas poblaciones, validadas ya sea por peso subacuático o por DEXA han mostrado un amplio rango de asociaciones ($R^2 = 0.29 - 0.94$) y EEE menores del 5% (21,22). La mayoría de las ecuaciones antropométricas para determinar masa grasa provienen de modelos bicompartamentales, siendo el peso subacuático el método de referencia más estudiado, y en donde se han reportado índices de correlación alrededor de 0.90 (23,24). Sin embargo, a la fecha encontrábamos ecuaciones antropométricas derivadas de pletismografía, tan solo para adultos mayores (10).

Actualmente se considera que no existe un método de criterio para evaluar los compartimentos corporales, dado que la variabilidad entre métodos puede ser mayor del 5%, por lo que para fines de investigación se ha sugerido utilizar los métodos multicompartamentales (16); sin embargo, estos son sofisticados, conllevan tiempo y son costosos. Respecto al método pletismográfico, se ha encontrado que mide menores volúmenes corporales que el peso subacuático (7), y por lo tanto menores porcentajes de masa grasa ($\sim -2\%$), sin embargo, el método pletismográfico presenta valores menores EEE en pruebas test re-retest (7) y es sencillo y cómodo en su

uso. Respecto a la bioimpedancia, Cox-Reijven & Soeters (18) reportaron que mide el agua corporal total de manera similar que los métodos de dilución, obteniendo por lo tanto similares % MG; por ello su utilidad en este estudio.

La CC fue la variable que de manera sistemática ingresó en los cuatro modelos de ecuaciones; otros trabajos han encontrado resultados similares (23,24). Encontramos aquí, que el %MG aumenta conforme al peso corporal y disminuye linealmente conforme la estatura ($R^2 = 0.20$, datos no mostrados); es decir, aumenta conforme aumenta el IMC ($R^2 = 0.45$, datos no mostrados). Respecto a los pliegues cutáneos, el muslo frontal fue el más representativo para de manera independiente determinar las modificaciones en % MG, medida por densitometría o bioimpedancia; pliegue también encontrado como representativo en otros estudios (23,24). Contrario a otros estudios, el bíceps se encontró inversamente asociado con la masa grasa tanto en hombres como en mujeres (6,8). La ventaja de las ecuaciones aquí desarrolladas es que en el procedimiento para generarlas dejamos que las variables entraran de manera natural (sin transformarlas en índices) y libremente en la regresión, y se seleccionaron las ecuaciones con el factor de determinación (R^2) más alto; y para fines prácticos, con la menor cantidad de variables. A diferencia de las ecuaciones de Jackson y Pollock (23) y Weltman et al (24), las nuestras presentan un mayor R^2 . La diferencia puede ser debida a los diferentes métodos estudiados, donde el pletismográfico presenta menores EEE frente al peso subacuático.

Respecto a las asociaciones entre las diferentes variables analizadas, fueron el IMC y la CC las que mayormente se correlacionaron con el % MG, seguidos del pliegue subescapular, supraespinal y medio axilar. Se han reportado que, de las medidas antropométricas, la CC

es la principal determinante de problemas de obesidad central, hipertensión y síndrome metabólico, seguido del IMC (3), este último (IMC) especialmente en población no deportista, de aquí la importancia de incluir a la CC e IMC en las ecuaciones.

Respecto a las relaciones entre las variables antropométricas y el %MG aclaramos que la función que mejor se ajustó a los pliegues cutáneos vs %MG fue una función logarítmica (datos no mostrados), sin embargo, esta función no mejoró en más del 5% el modelo (datos no mostrados), por lo que la relación lineal, por su sencillez, sigue siendo la mejor función.

Por último, consideramos que las dos ecuaciones aquí desarrolladas son muy útiles en el campo clínico y deportivo, ya que son relativamente sencillas de utilizar, y las variables incluidas son técnicamente fáciles de obtener, beneficiándose tanto el clínico como el entrenador deportivo, paciente y deportista.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones antropométricas para la determinación de %MG aquí desarrolladas son prácticas y sencillas, presentan alta validez y confiabilidad, y son útiles para aplicarse en el campo clínico y deportivo; para utilizarse en adultos jóvenes sedentarios y físicamente activos.

LIMITACIONES

Debido a la variabilidad biológica estas ecuaciones solo pueden ser utilizadas en personas saludables entre las edades aquí estudiadas. Además, los modelos bi-compartamentales como la densitometría supone densidades iguales de la masa grasa y masa libre de grasa entre los individuos, sin embargo, se ha observado que dichas densidades se modifican

conforme la edad y sexo, entre otros factores (25); por lo que estas ecuaciones se encuentran sujetas al error estándar pletismográfico y de bioimpedancia.

REFERENCIAS

1. Heath BH, Carter JE. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol.* 1967;27(1):57-74.
2. Kannel WB, Dawber TR, Kagan A, Revotskie N, Stokes J. Factors of Risk in the Development of Coronary Heart Disease—Six-Year Follow-up experience: the Framingham Study. *Ann Intern Med,* 55(1), 33-50.
3. Wall-Medrano A, Ramos-Jiménez A, Hernandez-Torres RP, Villalobos-Molina R, Tapia-Pancardo DC, Jiménez-Flores R, et al. Cardiometabolic risk in young adults from northern Mexico: Revisiting body mass index and waist-circumference as predictors. *BMC Public Health.* 2016;16:236. DOI 10.1186/s12889-016-2896-1.
4. Borkan GA, Gerzof SG, Robbins AH, Hulst DE, Silbert CK, Silbert JE. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nutr.* 1982;36(1):172-77.
5. Fuller NJ, Hardingham CR, Graves M, Sreaton N, Dixon AK, Ward LC, et al. Assessment of limb muscle and adipose tissue by dual-energy X-ray absorptiometry using magnetic resonance imaging for comparison. *Int J Obes.* 1999;23:1295-302.
6. Lozano-Berges G, Gómez-Bruton A, Matute-Llorente Á, Julián-Almárcegui C, Gómez-Cabello A, González-Agüero A, et al. Assessing Fat Mass of Adolescent Swimmers Using Anthropometric Equations: A DXA Validation Study. *Res Q Exerc Sport.* 2017;88(2):230-36.
7. Collins MA, Millard-Stafford ML, Sparling PB, Snow TK, Roskopf LB, Webb SA, Omer J. Evaluation of the BOD POD for assessing body fat in collegiate football players. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(9):1350-56.
8. Isjwara RI, Lukito W, Schultink JW. Comparison of body compositional indices assessed by underwater weighing, bioelectrical impedance and anthropometry in Indonesian adolescent girls. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2007;16(4):641-48.
9. Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(6):1123-130.
10. Huerta RH, Esparza-Romero J, Urquidez R, Pacheco BI, Valencia ME, Alemán-Mateo, H. (2007). Validez de una ecuación basada en antropometría para estimar la grasa corporal en adultos mayores. *Arch Latinoam Nutr.* 2007;57(4): 357-65.
11. Norton K, Olds T. *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses.* Ed. University of New South Wales Press. Australia. 1996. p, 413.
12. Macias N, Alemán-Mateo H, Esparza-Romero J, Valencia ME. Body fat measurement by bioelectrical impedance and air displacement plethysmography: a cross-validation study to design bioelectrical impedance equations in Mexican adults. *Nutr J.* 2007;6(1):18. DOI: 10.1186/1475-2891-6-18
13. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for measuring body composition. Proceedings of a conference Quartermaster Research and Engineering Command.* Ed. Josef Brozek. National Academy of Science. USA. 1961; 223-244 p.
14. Stocks J, Quanjer PH. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. *Eur Respir J.* 1995;8(3):492-506.
15. McCrory MA, Molé PA, Gomez TD, Dewey KG, Bernauer EM. Body composition by air-displacement plethysmography by using

- predicted and measured thoracic gas volumes. *J Appl Physiol.* 1998;84(4):1475-79.
16. Aleman-Mateo H, Huerta RH, Esparza-Romero J, Mendez RO, Urquidez R, Valencia ME. Body composition by the four-compartment model: validity of the BOD POD for assessing body fat in Mexican elderly. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(7):830-36.
 17. Benton MJ, Swan PD, Schlairet MC, Sanderson S. Comparison of body composition measurement with whole body multifrequency bioelectrical impedance and air displacement plethysmography in healthy middle-aged women. *Health Care Women Int.* 2011;32(12):1068-78.
 18. Cox-Reijven PL, Soeters PB. Validation of bio-impedance spectroscopy: effects of degree of obesity and ways of calculating volumes from measured resistance values. *Int J Obes.* 2000;24:271-80.
 19. Rush EC, Chandu V, Plank LD. Prediction of fat-free mass by bioimpedance analysis in migrant Asian Indian men and women: a cross validation study. *Int J Obes.* 2006;30(7):1125-31.
 20. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet.* 1986;1:307-10. <https://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/ba.pdf>
 21. Cui Z, Truesdale KP, Cai J, Stevens J. Evaluation of anthropometric equations to assess body fat in adults: NHANES 1999-2004. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(6):1147-58.
 22. Thorland WG, Johnson GO, Tharp GD, Fagot TG, Hammer RW. Validity of anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1983;16(1):77-81.
 23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Brit J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
 24. Weltman A, Levine S, Seip RL, Tran ZV. Accurate assessment of body composition in obese females. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(5):1179-83.
 25. Williams DP, Going SB, Massett MP, Lohman TG, Bare LA, Hewitt MJ. Aqueous and mineral fractions of the fat-free body and their relation to body fat estimates in men and women aged 49–82 years. In *Human Body Composition*. Ed. Springer USA. 1993. pp 109-13.

Recibido: 13-01-2018

Aceptado: 15-04-2018

Influencia del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas

Nataly Bernuy¹, María Elena Villanueva¹, Silvia Suárez², Carlos Vilchez¹.

¹Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

²Departamento de Ciencias Dinámicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

RESUMEN: Se han encontrado compuestos bioactivos en frutas y vegetales con efecto favorable en la prevención de enfermedades crónicas como cáncer y Alzheimer, que también están presentes en la quinua. Son necesarios realizar estudios para evaluar el potencial benéfico *in vivo*. El objetivo fue determinar la influencia del consumo de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación de tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas. 42 ratas obesas Holtzman fueron divididas en siete grupos. Con excepción del control, los otros grupos fueron alimentadas, durante 23 días, con dietas obesogénicas conteniendo 20% quinua variedad Altiplano, Pasankalla o Negra Collana, procesadas por cocción o tostado. Al finalizar el período de alimentación, la grasa visceral (GV) y abdominal (GA) fueron pesadas y se extrajo muestras de hígado e intestino delgado (ID) siendo almacenadas (-20°C) para posteriores análisis de actividad antioxidante. Se midieron capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en quinuas procesadas. Se aplicó ANOVA utilizando el modelo lineal generalizado para diseño completamente randomizado con arreglo factorial 3x2+Control; y test de Fisher mediante el programa Minitabv.17.1.0. La GV, GA y peroxidación lipídica del ID no fueron afectadas significativamente ($P>0.05$) por las dietas experimentales; sin embargo, la peroxidación lipídica en el hígado de ratas que consumieron dietas con quinua fue significativamente menor ($P<0.05$) que el control. En conclusión, la alimentación de ratas obesas con dietas que contienen variedades de quinua procesada no afecta la acumulación de GV y GA; sin embargo, reduce la peroxidación lipídica en el hígado.

Palabras clave: Quinua, tejido adiposo, peroxidación lipídica.

SUMMARY: Influence of the consumption of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the accumulation of adipose tissue and antioxidant activity in tissues of obese rats. Bioactive compounds with favorable effect in the prevention of chronic diseases such as cancer and Alzheimer are found in fruits and vegetables and are also present in quinoa. Studies are needed to evaluate the potential benefits *in vivo*. The objective was to determine the influence of the consumption of three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the accumulation of adipose tissue and antioxidant activity in tissues of obese rats. Forty two obese Holtzman rats were divided into seven groups. With exception of the control, the other groups were fed, during 23 days, with obesogenic diets containing 20% quinoa Altiplano, Pasankalla or Negra Collana, processed by cooking or roasting. At the end of the feeding period, visceral (VF) and abdominal fat (AF) were weighed and samples of liver and small intestine (SI) were extracted and stored (-20°C) for further analysis of antioxidant activity. Antioxidant capacity and total polyphenol content were measured in the processed quinoa. Applied ANOVA using the generalized linear model for a completely randomized design with a factorial arrangement 3x2+Control; and Fisher's test through the statistical program Minitab v.17.1.0. VF, AF and lipid peroxidation of SI were not significantly influenced ($P>0.05$) by the experimental diets; however, lipid peroxidation in the liver of rats consuming quinoa containing-diets was significantly lower ($P<0.05$) than control group. In conclusion, feeding obese rats with quinoa containing-diets do not affect the accumulation of VF and AF; however, it reduce lipid peroxidation in the liver.

Key words: Quinoa, adipose tissue, lipid peroxidation.

INTRODUCCIÓN

La obesidad resulta del desequilibrio entre la ingesta de alimento y el gasto calórico, y es considerada un problema de salud pública que es generada por múltiples factores entre ellas, la globalización que mejora la disponibilidad de alimentos con alto contenido calórico, la tecnología que genera actividades sedentarias que reducen el gasto calórico del individuo, y la industrialización de alimentos que evoluciona para aumentar el consumo de productos haciéndolos más apetecibles al aumentar su contenido en grasa y carbohidratos (1).

Una forma de enfrentar esta problemática es mediante el consumo de una dieta balanceada que incluya todos los grupos de alimentos especialmente aquellos considerados alimentos funcionales que contienen compuestos bioactivos, los cuales actúan sobre las vías de señalización implicadas en la respuesta inflamatoria (2) y son utilizados en el tratamiento y prevención de enfermedades no transmisibles como cáncer, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular y enfermedades degenerativas como Alzheimer (3–4).

En nuestro país existe una gran biodiversidad de alimentos, que pueden ser incluidos en la dieta para mejorar los hábitos alimenticios, como la quinua por sus características nutricionales y su contenido de compuestos bioactivos, como flavonoides y ácidos fenólicos (5); cuyo consumo tradicional es mediante cocción y tostado, que se realizan con la finalidad de mejorar la textura y palatabilidad, sin embargo, afectan la composición y concentración de los compuestos bioactivos (6). Además, se ha demostrado que las variedades de color poseen mayor concentración de compuestos bioactivos en comparación a las de color blanca, atribuibles a γ -tocoferol y luteína (7), que ejercen efecto al ser ingeridos como parte del alimento y que aún no han sido estudiadas *in vivo*.

Por ello, el objetivo es determinar la influencia del consumo de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Quinua

Las variedades peruanas de quinua Altiplano, Pasankalla y Negra Collana adquiridas del mercado local, fueron lavadas de forma manual para su respectivo procesamiento. Para el proceso de cocción se agregaron los granos en agua destilada hirviendo 1:10, siendo drenados después de 20 minutos (6); mientras que el tostado se realizó a fuego directo a 120°C/20 minutos hasta obtener una coloración oscura. Las quinuas procesadas por cocción fueron secadas a 60°C/3 horas (Memmert, Modelo UF55) hasta una humedad de 7% para ser molidas.

La composición proximal de las muestras de quinua procesada incluyó la determinación del contenido de proteína total, grasa, fibra cruda y cenizas, los cuales se realizaron empleando los métodos oficiales de la AOAC. (8)

Preparación de extractos

Se extrajo 5 g de muestra tamizada (Haver&Boecker, Modelo ASTM–E11 250 μ m) para someterlas a extracción con etanol al 40% durante 24 horas, posteriormente se centrifugó (Kert Lab, Modelo 0412-1) a 2500 rpm/5min y se extrajo el sobrenadante para los análisis correspondientes (9).

Determinación de polifenoles totales

La cuantificación de polifenoles totales se hizo según Singleton et al. (10), a 100 μ L de extracto de quinua procesada se le adicionaron 150 μ L de Folin Ciocalteu, después de cinco minutos se añadieron 150 μ L de Na₂CO₃ (20%) y se completó a 1 mL con agua bidestilada, después

de 30 minutos a temperatura ambiente se realizó la lectura a 760 nm (Spectro PC Doble UV-Vis, Modelo UVD-2950). Se utilizó como patrón el ácido gálico (AG) y los resultados se expresaron como mg AG/g muestra.

Capacidad antioxidante equivalente al Trolox

La capacidad antioxidante equivalente al Trolox se midió mediante el método de DPPH (TEAC-DPPH), un radical libre estable 2,2-difenilpicrilhidrazilo de coloración púrpura, según Joyeux *et al.* (11). Para ello se extrajo 0.4 ml de extracto de la quinua procesada y 0.8 ml de DPPH, y se llevó a oscuridad durante 30 minutos. Finalmente, se realizó la lectura a 517 nm (Spectro PC Doble UV-Vis, Modelo UVD-2950) y los resultados fueron expresados en mg Trolox/g muestra.

Animales

Se emplearon 42 ratas machos de la cepa Holtzman de 60 días de edad, provenientes del Bioterio de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, fueron colocados al azar en jaulas individuales y alimentadas con dieta obesogénica durante 30 días hasta cumplir los lineamientos somáticos de obesidad (12). Posteriormente, fueron divididas en siete grupos que recibieron, durante 23 días, dietas obesogénicas sin o con inclusión de quinua procesada (20%): dieta control sin quinua (T1), Altiplano tostada (T2), Altiplano cocida (T3), Pasankalla tostada (T4), Pasankalla cocida (T5), Negra Collana tostada (T6) y Negra Collana cocida (T7). Todos los procedimientos siguen los lineamientos del Centro Interdisciplinario de Estudios en Bioética de la Universidad de Chile para el cuidado y uso de animales de laboratorio (13).

Dietas experimentales

Las dietas experimentales (Tabla 1) se elaboraron según el Requerimiento de Nutrientes de Animales de Laboratorio basados en una dieta

de mantenimiento (14), siendo las dietas y el agua administradas *ad libitum*.

Indicadores somáticos en ratas

Al finalizar el periodo experimental y luego del ayuno pertinente, los animales fueron anestesiados (empleando Ketamina y Xilacina) para realizar las mediciones de circunferencia torácica, circunferencia abdominal, longitud naso-anal, índice de Lee (IL) e índice de Masa Corporal (IMC) (12).

Acumulación de tejido adiposo

Se removió y registró el peso del tejido adiposo considerando grasa subcutánea abdominal y grasa visceral como la suma de grasa gonadal, mesentérica y retroperitoneal (15).

Preparación de homogeneizado de tejidos

Se extirpó un 1 g de hígado, se lavó con suero fisiológico y se realizó el homogeneizado (Tissue Tearor, Modelo 98530) con buffer fosfato salino. Se centrifugó (Kert Lab, Modelo 0412-1) a 2500 rpm/15 min y se extrajo el sobrenadante para su análisis, todo el procedimiento se trabajó en baño de hielo (16). Del mismo modo se procedió con las muestras de yeyuno del intestino delgado

Actividad antioxidante de tejidos

La actividad antioxidante de hígado e intestino delgado se determinó mediante análisis de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), según Buege y Aust. (17) con ligeras modificaciones. Se empleó ácido tricloroacético para la precipitación de proteínas y el ácido tiobarbitúrico para la formación del complejo de color. La absorbancia se midió a 535 nm (Spectro PC Doble UV-Vis, Modelo UVD-2950). Los resultados fueron calculados utilizando el coeficiente de extinción molar $1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, siendo expresados como nmol MDA/g tejido.

Capacidad antioxidante de hígado

Se determinó empleando el compuesto ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico

TABLA 1. Composición y análisis proximal de dietas experimentales.

Ingredientes (g/kg de dieta)	Tratamiento						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Almidón de maíz ¹	663.6	519.3	526.6	519.7	526.2	527.7	545.4
Caseína ²	189.2	157.0	153.7	160.6	158.2	155.5	150.4
Mix de minerales ³	52.2	46.4	45.7	46.8	46.4	46.9	46.4
Mix de vitaminas ⁴	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Fibra ⁵	39.2	33.3	33.2	31.9	30.2	22.9	18.6
Manteca vegetal	45.8	34.0	30.8	30.9	29.0	37.0	29.2
Quinoa Altiplano tostada	0	200.0	0	0	0	0	0
Quinoa Altiplano cocida	0	0	200.0	0	0	0	0
Quinoa Pasankalla tostada	0	0	0	200.0	0	0	0
Quinoa Pasankalla cocida	0	0	0	0	200.0	0	0
Quinoa N.Collana tostada	0	0	0	0	0	200.0	0
Quinoa N.Collana cocida	0	0	0	0	0	0	200.0
Total	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Energía Metabolizable (kcal/g)	4.56	4.62	4.56	4.56	4.61	4.56	4.52
Análisis proximal determinado, %							
Proteína (N x 6.25)	14.7	14.6	14.3	17.1	16.5	14.8	15.4
Grasa	17.7	17.3	17.1	17.1	17.3	17.1	16.5
Fibra Cruda	4.2	2.6	3.6	3.8	2.9	3.8	3.9
Ceniza	3.9	3.6	3.7	3.4	3.5	3.6	3.7
ELN	59.5	61.9	61.2	58.5	59.9	60.7	60.6

T1: Dieta Control Obesogénica, T2: Dieta con quinua Altiplano tostada, T3: Dieta con quinua Altiplano cocida, T4: Dieta con quinua Pasankalla tostada, T5: Dieta con quinua Pasankalla cocida, T6: Dieta con quinua Negra Collana tostada, T7: Dieta con quinua Negra Collana cocida.

¹Almidón de maíz MP Biomedicals. ² Caseína MP Biomedicals: proteína $\geq 95.0\%$. ³ Mix de minerales MP Biomedicals (AIN-76). ⁴ Mix de vitaminas MP Biomedicals (AIN-76). ⁵ Fibra α -celulosa MP Biomedicals: celulosa 99%, contenido de fibra 99.9%.

(ABTS), para la formación del radical libre catiónico ABTS*+ generado en reacción con el persulfato de potasio. Según Re et al. (18), este radical en presencia de antioxidantes es reducido en función de la concentración del antioxidante y de la duración de la reacción. El tubo de reacción contenía 980 μ l de solución ABTS*+ y 20 μ l de tejido homogenizado. La lectura se realizó después de 7 minutos de reposo en oscuridad a 734 nm (Spectro PC Doble UV-Vis, Modelo UVD-2950). La magnitud de la decoloración es expresada como porcentaje de inhibición del radical ABTS*+.

Análisis estadístico

Los datos de actividad y capacidad antioxidante de granos y tejidos, somatometría e histomorfometría fueron analizados mediante Diseño Completamente Randomizado con análisis factorial 3x2+1, y se realizó la prueba de Fisher para determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, valores de $P \leq 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos, mediante el paquete estadístico Minitab v.17.1.0.

Se determinó la correlación de Pearson para

establecer si existió una relación lineal entre los tratamientos a evaluar para actividad y capacidad antioxidante de granos y en tejidos.

RESULTADOS

Polifenoles totales y capacidad antioxidante equivalente al Trolox

El contenido de polifenoles de las variedades coloreadas de quinua Pasankalla y Negra Collana fueron significativamente mayores ($P < 0.01$) en comparación a Altiplano (Tabla 2). Asimismo, la capacidad antioxidante de la variedad Pasankalla exhibió el mayor valor con alta significancia ($P < 0.01$), esto se correlaciona con su mayor contenido de compuestos fenólicos en relación a las otras variedades; además, se determinó que existe interacción entre variedad y proceso a favor de Pasankalla tostada ($P < 0.01$). También se determinó que existe una correlación positiva moderada entre PT y TEAC para las variedades de quinua cocida (Pearson=0.5982, $r^2=0.3578$) y una correlación positiva directa para las quinuas tostadas (Pearson=0.9140, $r^2=0.8353$).

Indicadores somáticos en ratas

Las ratas fueron recibidas con un peso corporal de 127.0 ± 21.3 g y un estado de nutrición "normal o sano" (Índice de Lee=0.28, IMC=0.47 g/cm²), a las que se indujo obesidad mediante el consumo de dieta obesogénica logrando un peso corporal de 352.7 ± 19.7 g (Índice de Lee=0.32, IMC=0.74 g/cm²). Asimismo, se evidenció que los grupos evaluados incluido el grupo control se encontraban dentro de la clasificación de obesidad (Tabla 3), lo que indicó que el consumo de quinua no ejerció efecto sobre la ganancia de peso en animales obesos. Similar resultado se obtuvo en ratas no obesas alimentadas con quinua cruda y tostada en comparación a una dieta con caseína (19). Sin embargo, con referencia al IL, se obtuvieron diferencias significativas ($P=0.050$) para el factor proceso con un menor valor en

TABLA 2. Polifenoles totales y capacidad antioxidante de las variedades de quinua.

Tratamientos	Polifenoles totales (mg AG /g muestra)	Cap. Antioxidante DPPH (mg Trolox /g muestra)
Altiplano Tostada	1.35 ^d	0.288 ^e
Altiplano Cocida	2.01 ^b	0.691 ^d
Pasankalla Tostada	1.95 ^b	3.137 ^a
Pasankalla Cocida	2.03 ^b	1.975 ^b
N. Collana Tostada	1.74 ^c	1.207 ^c
N. Collana Cocida	2.16 ^a	1.997 ^b
EEM agrupado	0.04	0.1
Var. Altiplano	1.68 ^b	0.490 ^c
Var. Pasankalla	1.99 ^a	2.556 ^a
Var. N. Collana	1.95 ^{ab}	1.602 ^b
EEM agrupado	0.02	0.1
Proc. Tostado	1.68 ^b	1.544 ^a
Proc. Cocida	2.07 ^a	1.554 ^a
EEM agrupado	0.03	0.08
	Probabilidad	
Variedad	0.000	0.000
Proceso	0.000	0.586
Variedad x Proceso	0.000	0.000

DPPH: 2,2-difenilpicrilhidrazilo

^{a-d}: Diferentes superíndices dentro de una columna indica diferencias. ($P < 0.05$)

el grupo de quinua cocida. Malafaia *et al.* (15) determinaron valores inferiores a los obtenidos para el IMC (0.70 ± 0.01 g/cm²) en un experimento en ratas con obesidad inducida por dieta alta en grasa al 30% y suplementadas con solución de sacarosa al 30%.

Acumulación de tejido adiposo

Las mediciones de acumulación de tejido adiposo no presentaron diferencias entre los grupos; sin embargo, el grupo tratado con

TABLA 3. Evaluación de indicadores somáticos de rata de los grupos experimentales

Tratamientos	Circunferencia Torácica (cm)	Circunferencia Abdominal(cm)	IMC (g/cm ²)	Índice de Lee
Control	14.4 ^a	17.5 ^a	0.79 ^a	0.327 ^a
Altiplano Tostada	14.5 ^a	18.2 ^a	0.73 ^a	0.312 ^a
Altiplano Cocida	14.3 ^a	17.8 ^a	0.78 ^a	0.322 ^a
Pasankalla Tostada	14.7 ^a	17.3 ^a	0.74 ^a	0.316 ^a
Pasankalla Cocida	14.7 ^a	17.5 ^a	0.78 ^a	0.323 ^a
N. Collana Tostada	15.0 ^a	17.9 ^a	0.74 ^a	0.316 ^a
N. Collana Cocida	14.4 ^a	17.7 ^a	0.74 ^a	0.316 ^a
EEM agrupado	0.03	0.04	0.004	0.001
Var. Altiplano	14.4 ^a	18.0 ^a	0.76 ^a	0.317 ^a
Var. Pasankalla	14.7 ^a	17.4 ^a	0.76 ^a	0.320 ^a
Var. N. Collana	14.7 ^a	17.8 ^a	0.74 ^a	0.316 ^a
EEM agrupado	0.02	0.04	0.00	0.0003
Proc. Tostado	14.7 ^a	17.8 ^a	0.74 ^a	0.315 ^b
Proc. Cocida	14.6 ^a	17.7 ^a	0.77 ^a	0.320 ^a
EEM agrupado	0.01	0.01	0.003	0.0004
	Probabilidad			
Variedad	0.283	0.122	0.731	0.807
Proceso	0.115	0.605	0.131	0.050
Variedad x Proceso	0.454	0.569	0.442	0.329

Var.: Variedad. Proc.: Proceso. IMC: Índice de masa corporal

^{a-d}: Diferentes superíndices dentro de una columna indica diferencias.

($P < 0.05$)

la variedad Pasankalla presentó menor acumulación a nivel visceral y abdominal (Tabla 4).

Actividad y capacidad antioxidante de hígado e intestino

No se obtuvieron diferencias ($P > 0.05$) para actividad antioxidante en el intestino delgado. Sin embargo, si se determinaron diferencias para la peroxidación lipídica del hígado (Tabla 5)

siendo significativamente menores ($P < 0.01$) en los grupos que consumieron quinua procesada en comparación al control. Asimismo, la capacidad antioxidante en el hígado también presentó diferencias altamente significativas a favor de las variedades Altiplano y Pasankalla ($P < 0.01$); además, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) a favor del proceso de tostado, lo que indica que dichas variedades tendrían mayor contenido de compuestos fenólicos.

TABLA 4. Acumulación de tejido adiposo en ratas de los grupos experimentales.

Tratamientos	Grasa Visceral (g)	Grasa Abdominal (g)
Control	15.4 ^a	4.8 ^a
Altiplano Tostada	18.3 ^a	5.9 ^a
Altiplano Cocida	18.5 ^a	6.3 ^a
Pasankalla Tostada	15.4 ^a	5.1 ^a
Pasankalla Cocida	17.6 ^a	5.8 ^a
N. Collana Tostada	18.1 ^a	6.0 ^a
N. Collana Cocida	17.1 ^a	5.5 ^a
EEM agrupado	0.19	0.08
Var. Altiplano	18.4 ^a	6.1 ^a
Var. Pasankalla	16.5 ^a	5.5 ^a
Var. N. Collana	17.6 ^a	5.7 ^a
EEM agrupado	0.13	0.04
Proc. Tostado	17.3 ^a	5.7 ^a
Proc. Cocida	17.7 ^a	5.9 ^a
EEM agrupado	0.03	0.02
	Probabilidad	
Variedad	0.424	0.441
Proceso	0.707	0.689
Variedad x Proceso	0.543	0.438

^{a-d}: Diferentes superíndices dentro de una columna indica diferencias. (P < 0.05)

DISCUSIÓN

Polifenoles totales y capacidad antioxidante equivalente al trolox

El alto contenido de polifenoles de las variedades coloreadas está relacionado con altos niveles de compuestos bioactivos (6), que en su mayoría corresponden a la presencia de luteína y γ -tocoferol (7); determinándose que a mayor contenido de polifenoles mayor capacidad antioxidante. Por otro lado, el contenido de

TABLA 5. Análisis de actividad y capacidad antioxidante en tejidos de ratas.

Tratamientos	TBARS Intestino delgado (nmol MDA/g tejido)	TBARS Hígado (nmol MDA/g tejido)	ABTS Hígado (%)
Control	33.2 ^a	71.6 ^a	34.4 ^a
Altiplano Tostada	28.7 ^a	28.3 ^c	31.6 ^{ab}
Altiplano Cocida	30.7 ^a	30.8 ^c	29.0 ^{bc}
Pasankalla Tostada	32.0 ^a	31.5 ^c	26.2 ^c
Pasankalla Cocida	29.8 ^a	46.7 ^b	32.1 ^{ab}
N. Collana Tostada	26.9 ^a	33.5 ^c	33.5 ^a
N. Collana Cocida	32.6 ^a	30.2 ^c	34.7 ^a
EEM agrupado	0.32	2.23	0.12
Var. Altiplano	29.7 ^a	29.5 ^b	30.3 ^{bc}
Var. Pasankalla	30.9 ^a	39.1 ^a	29.1 ^c
Var. N. Collana	29.7 ^a	31.8 ^b	34.1 ^a
EEM agrupado	0.09	0.68	0.12
Proc. Tostado	29.2 ^a	31.1 ^a	30.4 ^a
Proc. Cocida	31 ^a	35.9 ^a	31.9 ^a
EEM agrupado	0.15	0.40	0.12
		Probabilidad	
Variedad	0.993	0.029	0.004
Proceso	0.589	0.085	0.216
Variedad x Proceso	0.211	0.038	0.023

TBARS: Análisis de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico. ABTS: Análisis de ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico.

^{a-d}: Diferentes superíndices dentro de una columna indica diferencias. (P < 0.05)

polifenoles totales de quinua cruda es de 0.60 mg Eq-AG/g según lo reportado por Gorinstein *et al.* (20) es menor a los valores obtenidos en la investigación (1.68 y 2.07 mg Eq-AG/g para quinuas tostadas y cocidas, respectivamente) para las quinuas procesadas, lo que significa

que el procesamiento modifica el contenido produciéndose un incremento, siendo significativo a favor del proceso de cocción en comparación al tostado. La correlación positiva moderada entre PT y TEAC de granos de variedades de quinua procesadas está relacionada con la alta presencia de compuestos fenólicos. Otros estudios sugieren diferentes niveles de correlación entre estos; por ejemplo, en eco tipos de quinua procedente del Japón y Bolivia esta correlación fue débil, $r^2=0.2049$ (21), mientras que en muestras de quinua procedente de Perú se determinó que a mayor contenido de polifenoles totales se incrementa la actividad antioxidante, $r^2=0.8723$ (22), esta diferencia puede ser por el tipo de suelo, cultivo, etc. El conocer la capacidad y actividad antioxidante de los alimentos es muy importante, ya que pueden ser incluidos en la dieta para la prevención de factores de riesgo de enfermedades crónicas en humanos, tal como sostienen Valtueña et al. (22) quienes determinaron que dietas equilibradas de alimentos con alta capacidad antioxidante reducen la inflamación sistémica y hepática sin afectar los biomarcadores antioxidantes, reduciendo potencialmente los factores de riesgo de enfermedades crónicas.

Indicadores somáticos en ratas

El uso de roedores como animales de experimentación permite simular enfermedades humanas, para comprender sus causas y síntomas e incluso establecer posibles intervenciones terapéuticas (23). La ganancia de peso fue mayor en los grupos con quinua procesada en comparación al control, similar resultado se obtuvo en ratas alimentadas con harinas de quinua germinada y fermentada tostada, evidenciando así que la inclusión de éstas no ejerce influencia negativa sobre las características sensoriales de las dietas (24).

A pesar de que no se obtuvieron diferencias entre lineamientos somáticos, los valores del IMC superan lo establecido en las curvas de

referencias para el crecimiento físico de ratas machos ($IMC=0.56 \text{ g/cm}^2$) en función a edad cronológica y maduración somática (25).

Acumulación de tejido adiposo

La acumulación de grasa visceral obtenida fue mayor a lo reportado por Mashmoul et al. (26), quienes obtuvieron 9.53 g en ratas con obesidad inducida con dietas altas en grasa. Esta respuesta correspondería al prolongado consumo de dieta alta en grasa, que originaría un cambio en la flora intestinal, asociado con un incremento de la permeabilidad intestinal, esto a su vez incrementa la absorción de lipopolisacáridos, consecuentemente incrementa la endotoxemia desencadenando la inflamación y desórdenes metabólicos (27).

Actividad y capacidad antioxidante de hígado e intestino

Los valores obtenidos de TBARS en el intestino no presentan diferencias entre los grupos evaluados. Ciertamente, se hubiera esperado una significativa protección de las variedades coloreadas; sin embargo, los resultados de los análisis químicos de las capacidades antioxidantes de las variedades de quinua no guarda relación con la protección. Es sabido que los compuestos polifenólicos siguen un proceso de absorción complejo y variado, razón por la que la biodisponibilidad no ha sido la esperada o probablemente el contenido de los polifenoles de la variedad Altiplano ha sido suficiente para estimular los sistemas de defensa antioxidante en el animal. En el hígado se determinó un efecto positivo de una mayor protección en la peroxidación lipídica, con diferencias significativas marcadas entre las variedades de quinua en comparación al grupo control.

Otro estudio (28) reportó resultados similares ($27.3 \pm 2.9 \text{ nmol/g tejido}$) cuando las ratas fueron alimentadas con dietas altas en grasa conteniendo manteca y siendo suplementada con bajo contenido de vitamina E ($\leq 5 \text{ mg/kg de peso}$).

CONCLUSIONES

La alimentación de ratas obesas con dietas que contienen diferentes variedades de quinua procesada reduce la peroxidación lipídica en el hígado comparado al grupo control; sin embargo, el consumo de quinua procesada no redujo los lineamientos somatométricos la acumulación de grasa visceral y abdominal, es decir, no disminuyó la condición de obesidad en los animales.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Mary E. Penny, Investigadora Titular del Instituto de Investigación Nutricional, por su apoyo en la revisión del artículo de investigación.

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT-CONCYTEC) por su financiamiento al presente estudio bajo el Convenio de Subvención N° 275-2015-FONDECYT-PERÚ.

REFERENCIAS

- Savino P. Obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición. *Rev Colomb Cir.* 2011;26:180-95.
- Majumder K, Mine Y, Wu J. The potential of food protein-derived anti-inflammatory peptides against various chronic inflammatory diseases. *J Sci Food Agric.* 2016; (96)7:2303-11.
- Widlansky ME, Hamburg NM, Anter E, Holbrook M, Kahn DF, Elliott JG, Keaney JF Jr, Vita JA. Acute EGCG supplementation reverses endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Nutr.* 2007;26(2):95-102.
- Neto CC. Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Mol Nutr Food Res.* 2007;51(6):652-64.
- Padrón CA, Oropeza RA, Montes AI. Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. *Rev Venez Cienc Tecnol Aliment.* 2015;5(2):166-218.
- Dini I, Tenore G, Dini A. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *LWT - Food Sci Technol.* 43(2010):447-51.
- Tang Y, Li X, Zhang B, Chen P, Liu R, Tsao R. 2015. Characterization of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chem.* 2014;166:380-8.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. Official method of analysis. Method 984.13, 942.05. 18th ed. AOAC, Washington DC; 2005.
- Padilla FC, Rincón AM, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Arch Latinoam Nutr.* 2008; 58(3):303-8.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965;16:144-58.
- Joyeux M, Lobstein A, Mortier F. Comparative antilipoperoxidant, antinecrotic and scavenging properties of terpenes and biflavones from Ginkgo and some flavonoids. *Planta Med.* 1995; 61:126-9.
- Novelli ELB, Diniz YS, Galhardi CM, Ebaid GMX, Rodrigues HG, Mani F, et al. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim.* 2007;41:111-9.
- Cardozo CA, Mrad A, Martínez C, Rodríguez E, Lolas F. El animal como sujeto experimental: Aspectos técnicos y éticos. Centro Interdisciplinario de Estudios en Bioética de la Universidad de Chile. Primera edición, 2007.
- National Research Council. Nutrient Requirements of Laboratory Animals. Fourth Revised Edition, 1995.
- Malafaia AB, Nassif PAN, Ribas CAPM, Ariede BL, Sue KN, Cruz MA. Indução de obesidade com sacarose em ratos. *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2013;26(Suppl.1):17-21.
- Kaplan NO, Colowick SP. Methods in Enzymology Vol 1. Academic Press Inc. Publishers; 1955.
- Buege JA, Aust SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 1978;52:302-10.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A,

- Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* 1999 May;26(9-10):1231-7.
19. Machado FMVF, Barbalho SM, Oliveira FDDL, Guiguer EL, Bueno PCDS, Souza MSS, et al. Efeitos da suplementação de quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) crua e torrada no perfil metabólico de ratos Wistar. *J Health Sci Inst.* 2014;32(1):59–63.
20. Gorinstein S, Vargas OJM, Jaramillo NO, Salas IA, Ayala ALM, Arancibia-Avila P, Toledo F, Katrich E, Trakhtenberg S. The total polyphenols and the antioxidant potentials of some selected cereals and pseudocereals. *Eur Food Res Technol.* 2007;225:321–8.
21. Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chem.* 106(2008) 760–6.
22. Valtueña S, Pellegrini N, Franzini L, Bianchi MA, Ardigo D, Del Rio D, Piatti P, Scazzina F, Zavaroni I, Brighenti, F. Food selection based on total antioxidant capacity can modify antioxidant intake, systemic inflammation, and liver function without altering markers of oxidative stress. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:1290–7.
23. Panchal SK, Brown L. Rodent Models for Metabolic Syndrome Research. *J Biomed Biotechnol.* 2011; 351982, 14 p.
24. Lopes Cristiane De Oliveira. Tesis de Maestría: “Composição química e influência do consumo de farinhas de quinoa (*Chenopodium quinoa*) processadas nos níveis glicêmicos e lipídicos de ratos Wistar”. Maestría en Ciencia de los Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Brasil. 2011.
25. Cossio-Bolaños M, Campos RG.; Vitoria RV, Fogaça RT, De Arruda M, Valores de confiabilidad de indicadores somáticos en ratas machos Wistar. *Nutr Hosp.* 2013;28:2151–6.
26. Mashmoul M, Azlan A, Yusof BNM, Khaza’ ai H, Mohtarrudin N, Boroushaki MT. Effects of saffron extract and crocin on anthropometrical, nutritional and lipid profile parameters of rats fed a high fat diet. *J Funct Foods.* 8(2014):180–7.
27. Cani P, Bibiloni R, Knauf C, Waget A, Neyrinck A, Delzenne N, Burcelin R. Changes in gut microbiota control metabolic endotoxemia-induced inflammation in high-fat diet-induced obesity and diabetes in mice. *Diabetes.* 2008;57(6):1470–81.
28. Hu ML, Frankel EN, Leibovitz BE, Tappel AL. Effect of Dietary Lipids and Vitamin E on In Vitro Lipid Peroxidation in Rat Liver and Kidney Homogenates. *J Nutr.* 1989;119(11):1574–82.

Recibido: 24-04-2018
Aceptado: 26-08-2018

Efecto del consumo de pulpa de *Carica papaya* sobre la glicemia y peso de ratones normo e hiperglicémicos por aloxano

Miguel A. Campuzano-Bublitz¹, Laura E. Rolón¹, Larissa M. Vera¹, María L. Kennedy¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, Campus UNA, 2169. San Lorenzo, Paraguay.

RESUMEN: La Diabetes Mellitus se caracteriza por la menor capacidad del organismo de utilizar la glucosa, en la diabetes de tipo 2, la obesidad es el factor más relevante y más posible de prevenir. En este estudio se determinó el efecto del consumo de la pulpa de papaya o mamón (*Carica papaya*) sobre la glicemia y el peso corporal en ratones albinos suizos machos normo e hiperglicémicos inducidos por aloxano. Se organizaron cuatro grupos de seis ratones cada uno. Grupo I: normoglicémicos con dieta estándar, Grupo II: hiperglicémicos con dieta estándar, Grupo III: normoglicémicos con dieta estándar y papaya, Grupo IV: hiperglicémicos con dieta estándar y papaya, el experimento duró 28 días. Los valores obtenidos indican un descenso significativo en la glicemia de los animales del grupo hiperglicémico que fue alimentado con la pulpa de papaya ($p < 0,01$), y también se observó una reducción estadísticamente significativa ($p < 0,001$) en el peso corporal de los animales normoglicémicos que recibieron la pulpa de papaya. El consumo de *C. papaya* en los animales hiperglicémicos mejoró la glicemia, y produjo un impacto positivo en el metabolismo de la glucosa, y además disminuyó significativamente el peso corporal en los animales normoglicémicos.

Palabras clave: Diabetes, sobrepeso, obesidad, *Carica papaya*, aloxano.

SUMMARY: Effect of consumption of *Carica papaya* pulp on glycaemia and weight of normo and alloxan induced hyperglycemic mice. Diabetes Mellitus is characterized by the lower capacity of the body to use glucose, in type 2 diabetes, obesity is the most relevant environmental factor and most possible to prevent. In this study, the effect of the consumption of papaya pulp (*Carica papaya*) on glycaemia and body weight in male Swiss albino mice and hyperglycemic mice induced by alloxan was determined. Four groups of six mice each were organized. Group I: normoglycemic with standard diet, Group II: hyperglycemic with standard diet, Group III: normoglycemic with standard diet and papaya, Group IV: hyperglycemic with standard diet and papaya, the experiment lasted 28 days. The results showed a significant decrease in the glycaemia of animals in hyperglycemic group that was fed with the papaya pulp ($p < 0.01$), and also a statistically significant reduction ($p < 0.001$) in the body weight in normoglycemic mice fed with standard diet and papaya. The consumption of *C. papaya* in hyperglycemic animals improved the glycaemia, and positively impacted in glucose metabolism, additionally induced a significant reduction on the body weight of normoglycemic animals.

Key words: Diabetes, overweight, obesity, *Carica papaya*, alloxan.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) se caracteriza por una disminución en la concentración de insulina y/o una dificultad para que la insulina realice sus funciones fisiológicas (1). Las alteraciones del metabolismo de la glucosa y las anomalías

graves del metabolismo de grasas, proteínas y otras sustancias son las características patológicas de la diabetes. Las concentraciones de glucosa plasmática anormalmente altas (hiperglucemia), consecuencia común de la diabetes mal controlada, a la larga pueden

lesionar gravemente el corazón, los vasos sanguíneos, los ojos, los riñones y los nervios. Más de 400 millones de personas padecen diabetes en el mundo (2).

En Paraguay se estima que unas 700.000 personas (11% de la población) se encuentran en riesgo de desarrollar la afección y 400.000 personas se encuentran en tratamiento, y ocupa el segundo lugar de las principales enfermedades crónicas no transmisibles (3). El riesgo de desarrollar DM en el individuo adulto con un índice de masa corporal superior a 30 kg/m² es cinco veces superior a cuando este índice es inferior a 25 kg/m² (4). El exceso de grasa corporal, es el factor que se asocia más estrechamente con el riesgo de diabetes de tipo 2. Se calcula que el sobrepeso y la obesidad, además de la falta de actividad física, dan origen a una gran proporción de la carga mundial de diabetes. Un perímetro de la cintura aumentado y un mayor índice de masa corporal (IMC) se asocian con un mayor riesgo de diabetes de tipo 2 (2).

En el año 2016, a nivel mundial, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos (5). El sobrepeso y la obesidad son los problemas de salud pública más comunes y alarmantes en todo el mundo, la obesidad es considerada un problema de salud crónico que a menudo es progresiva y difícil de tratar. En el Paraguay se estima que el 57,6% de la población total presenta sobrepeso (3). Caracterizado por un aumento del tejido graso, esta anomalía de la composición corporal se acompaña de variadas manifestaciones patológicas; la obesidad está claramente asociada con hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes mellitus tipo 2 y aumento de algunos cánceres, entre otros. La toma de medidas orientadas a reducir el sobrepeso y la obesidad tiene una importancia fundamental para la prevención de

la diabetes de tipo 2 (2).

Carica papaya Linn. (Familia: Caricáceas) es una especie de planta tropical perenne, cuya pulpa (papaya o mamón) es comestible y es comúnmente parte esencial de la dieta humana equilibrada, muy apreciada por sus propiedades sensoriales, en particular, por su color, aroma y sabor (6). La pulpa es una fuente de vitaminas C, complejo B, y minerales (calcio, hierro y fósforo), también ricos en betacaroteno, que es responsable de la formación de vitamina A en el cuerpo humano. Su composición puede variar en función del contenido de nutrientes del suelo, época del año, cultivo y estado de madurez de la fruta. Los estudios muestran la presencia de carotenoides en cantidades significativas en la papaya o mamón (6).

La función protectora contra ciertas enfermedades, ofrecidos por los carotenoides, se asocia especialmente con su acción antioxidante, la capacidad de secuestrar oxígeno y reaccionar con los radicales libres (7). La función antioxidante desempeña un papel importante en la patogénesis de la diabetes mellitus, *C. papaya* contiene glucósidos, alcaloides, flavonoides, carotenoides, entre otros, que están frecuentemente implicados en ejercer efectos hipoglicémicos mediante la protección de las células pancreáticas del daño oxidativo (7). El extracto acuoso de las hojas de *C. papaya*, demostró efecto hipoglicémico y antioxidante, además de mejorar el perfil lipídico en ratas diabéticas por estreptozotocina. Adicionalmente, se encontró que afecta positivamente la integridad y la función tanto del hígado como del páncreas (8).

El aloxano ejerce su acción diabetogénica cuando se administran parenteralmente (por vía intravenosa, intraperitoneal o subcutánea). La dosis de estos agentes que se requiere para la inducción de la diabetes depende de la especie animal, la vía de administración y

el estado nutricional. El aloxano es uno de los agentes diabetogénicos más prominente en la investigación de la diabetes. Es un citotóxico análogo de glucosa y su mecanismo de acción selectiva sobre las células β del páncreas es debido a que es un tóxico análogo de la glucosa que preferentemente se acumula en estas células a través del transportador de glucosa GLUT2. El aloxano ha sido ampliamente utilizado para producir diabetes experimental en animales tales como conejos, ratas, ratones y perros con diferentes grados de severidad de la enfermedad mediante la variación de la dosis de utilizada (9).

Debido al impacto que a nivel mundial hoy se avizora en la llamada nutrición funcional, que utiliza los principios activos de los alimentos para prevenir o tratar enfermedades y considerando los antecedentes con las hojas, además que esta fruta es fácilmente disponible para la población, en este trabajo evaluamos el efecto de la pulpa de papaya o mamón, sobre los niveles de glicemia y el peso corporal en ratones normo e hiperglicémicos por aloxano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y materiales

La papaya o mamón, *Carica papaya* (Caricaceae) fue adquirido localmente, del mismo proveedor, en un mercado local, semanalmente, durante la duración del estudio. Balanza para animales "Alsep", modelo EX2000B, resolución de 10mg, capacidad hasta 2000g (A&D Company, Japón). Para la determinación del nivel de glucosa en sangre de los ratones se utilizó glucómetro de la marca FreeStyle Optium. Monohidrato de aloxano, se obtuvo de Sigma Chemical Company (St. Louis, MO, USA).

Preparación de la pulpa de *C. papaya*

La fruta se adquirió semanalmente,

eligiéndose la que fuera similar en sus características de apariencia sana y sin daños en el pericarpio, de una semana a la siguiente. En el laboratorio se mantuvo en refrigerador a 4°C, la fruta sin procesar se extrajo del mismo para pesar diariamente, temprano en la mañana, trozos individuales de 1g cada uno, para cada animal. La pulpa se agregó en comederos, por cada caja, junto con la dieta estándar de 4 g por cada animal. A fin de verificar que los ratones consumirían la pulpa de la fruta, se realizó previamente una prueba, en la que se colocó individualmente a los animales en una caja y se los alimentó solamente con 1g o 2g de pulpa, resultando que todos ellos consumían totalmente solo 1g. Por lo cual, se eligió trabajar con 1g de papaya y 4g de balanceado comercial en los grupos que recibieron la fruta.

Inducción de hiperglicemia con aloxano

Los animales fueron sometidos a ayuno, y fueron tratados con una dosis de 150 mg/kg de peso corporal, vía intraperitoneal, de monohidrato de aloxano (9). Luego de 48 hs, se midió el nivel de glicemia en sangre para determinar si se desarrolló la hiperglucemia, los animales con glicemia superior a 180 mg/dl, fueron incluidos en el estudio, teniendo en cuenta el rango definido en la literatura, 63 a 176 mg/dL (10).

Diseño experimental

La muestra estuvo conformada por ratones albinos suizos machos, sanos, de 25 a 35 g, de 90 días. Los animales fueron criados en el Bioterio del Departamento de Farmacología de la Facultad de Ciencias Químicas UNA, donde se mantuvieron con un ciclo de 12 h luz y 12 h oscuridad, climatizados a 23-25°C, con humedad relativa del 50-60%, alimentados con una dieta estándar consistente en balanceado comercial de la empresa de la empresa TROCIUK & CIA (expeler de soja, alfalfa, avena, maíz, sorgo, afrecho de trigo, cloruro de sodio, vitaminas

A, D, E, B2, B12, ácido pantoténico, colina, biotina, minerales: Ca, Fe, Cu, Mn, Zn, K, Na) y agua ad libitum.

Los animales fueron distribuidos en 4 grupos con 6 ratones en cada uno, grupo I (normoglicémicos, dieta balanceado comercial, 5g), grupo II, (hiperglicémicos, dieta balanceado comercial, 5g), grupo III (normoglicémicos, 1g de pulpa de papaya sin cáscara y 4 g de balanceado comercial por animal), grupo IV (hiperglicémicos, 1g de pulpa de papaya sin cáscara y 4 g de balanceado comercial por animal). La intervención se realizó durante 28 días en cada grupo; en donde el control del peso se registró todos los días durante dicho período, antes de la intervención diaria, y la medición de glicemia en sangre se efectuó al inicio del experimento como toma inicial, y luego a los 7, 14, 21 y 28 días. Las muestras de sangre se obtuvieron a partir del corte de la punta de la cola de los ratones conscientes. Los alimentos y el agua fueron suministrados una vez al día, en el transcurso de la mañana.

Análisis de datos

Los resultados se expresan como promedio \pm desviación estándar (SD), y se compararon mediante el Test de comparación Multiple de Bonferroni, luego de ANOVA de una vía, usando el software GraphPad Prism 5, PRISMA 5.0. Las diferencias se consideraron significativas cuando $p < 0,05$, en todos los casos.

Aspectos éticos

Los animales fueron conservados en condiciones adecuadas según las recomendaciones internacionales y se trabajó de acuerdo a las normas establecidas en la comisión de ética de la comunidad Europea. El manejo de los animales se realizó por procedimientos estandarizados y la regla básica que siguió fue; todo animal tratado debe ser sacrificado y se utilizó para los ensayos el número mínimo

necesario, evitando así el uso indiscriminado. El protocolo fue aprobado por el comité de ética de investigación de la Facultad De Ciencias Químicas UNA (CEI 33). El mínimo número de animales y duración de la observación requerida para obtener datos consistentes fue empleado, cada animal fue empleado una vez.

RESULTADOS

Esta investigación se llevó a cabo para determinar la influencia de la ingesta de 1g/día de pulpa de mamón o papaya (*C. papaya*) en el nivel de glucosa en sangre en animales normo e hiperglicémicos por aloxano, y el efecto del tratamiento sobre el peso de los animales de experimentación. Los resultados indican que la dieta consistente en balanceado comercial, previamente descrita, que recibieron los animales no afectó el nivel de glicemia, ya que en el grupo control se mantuvo sin variar significativamente a lo largo del periodo de observación considerado de 28 días. El valor promedio de la glicemia en el grupo I al final del periodo de observación fue 125 ± 24.18 mg/dL. En este grupo se encontró que no hay diferencias significativas entre las mediciones a lo largo del experimento. Así también, se comprobó que entre los valores de este grupo y los del grupo III, no hay diferencia significativa (Figura 1, Tabla 1).

En los animales del grupo II, hiperglicémicos, el valor inicial de la glicemia fue 408 ± 12 mg/dL, y se observaron además signos visibles de hiperglicemia como aumento de la ingesta de agua (polidipsia) y orina frecuente (poliuria), en comparación con el grupo normoglicémico. La hiperglicemia se mantuvo por encima de 180 mg/dL hasta el final de la observación, validando así el modelo experimental para estudiar el efecto del tratamiento sobre el nivel de glucosa en sangre (inicial: 408 ± 128.1 ; día

TABLA 1. Valores de glicemia y peso, inicial y final en los diferentes grupos de experimentación.

Grupo	Glicemia inicial (mg/dL)	Glicemia final (mg/dL)	Peso final (g)*	Peso final (%)*
I	122,2 ± 34,5	125,0 ± 24,18	28,05 ± 0,67	110,1 ± 3,99
II	408,0 ± 128,1	241,6 ± 27,92	24,25 ± 0,62	92,9 ± 2,9
III	118,2 ± 39,17	97,3 ± 14,94	21,65 ± 0,65	97,7 ± 2,13
IV	388,0 ± 110,6	188,6 ± 54,05	28,37 ± 0,66	92,1 ± 3,17

*En cada grupo, el peso inicial fue considerado como 100%.

7: 207.6 ± 43.62; día 14: 278.0 ± 61.48; día 21: 242.8 ± 69.83; día 28: 241.6 ± 27.92 mg/dL; Figura 1; Tabla 1).

En el grupo de animales del grupo III, normoglicémicos que recibieron la pulpa de papaya junto con la dieta balanceada, la glicemia se mantuvo sin cambio estadísticamente significativo ($p > 0.05$) desde el inicio hasta el final, en este grupo se puede notar que el nivel de glicemia se redujo a medida que avanza el experimento, no más allá del valor mínimo normal para la especie (inicial: 118.2 ± 39.17;

día 7: 110.7 ± 24.55; día 14: 90.67 ± 14.02; día 21: 89.0 ± 15.99; día 28: 97.3 ± 14.94 mg/dL; Figura 1, Tabla 1).

Los animales del grupo IV, hiperglicémicos y que recibieron la dieta con 1 g de pulpa de papaya por día y 4 g de balanceado, además de agua ad libitum, presentaron una glicemia inicial de 388.0 ± 110.6 mg/dL, este valor se redujo de manera significativa a 241.6 ± 27.92 mg/dL ($p < 0.05$) al final del periodo de experimentación. Si bien los animales hiperglicémicos mantuvieron su glicemia por

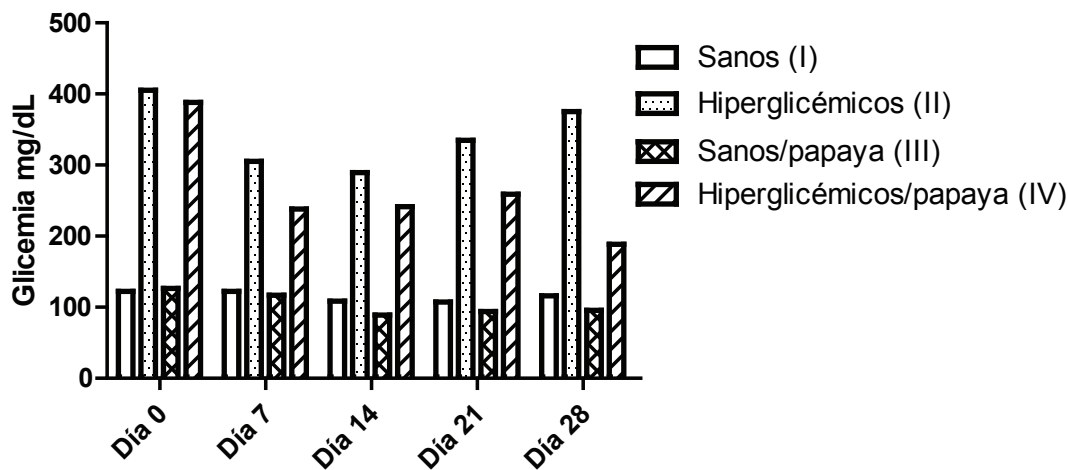


FIGURA 1. Nivel de glicemia (mg/dL) de los cuatro grupos, durante los 28 días de tratamiento en ratones (n=6). Cada barra representa el promedio ± SD (ANOVA 1 vía, post test de comparación múltiple de Bonferroni).

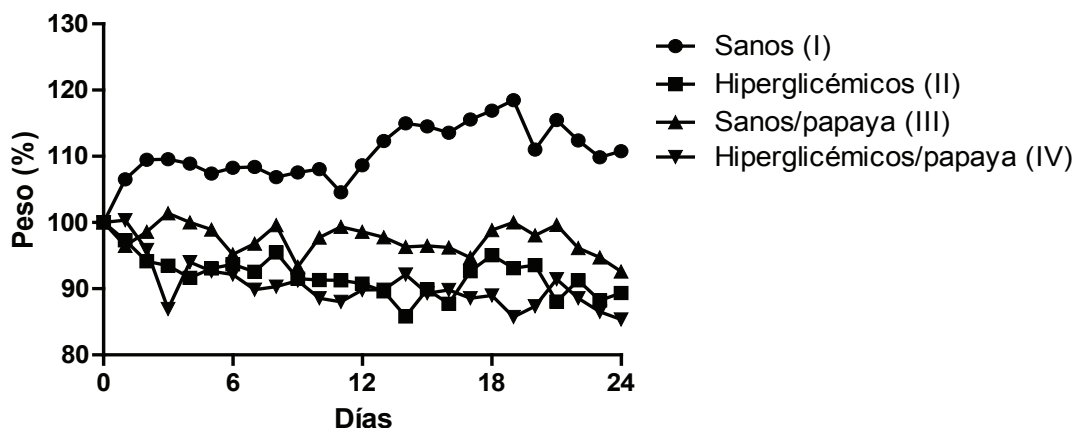


FIGURA 2. Peso de los animales (g) durante los 28 días de tratamiento en ratones (n=6). Cada barra representa el promedio \pm SD (ANOVA 1 vía, post test de comparación múltiple de Bonferroni).

encima del valor umbral considerado en este estudio ($>180\text{mg/dl}$), el descenso del nivel de glucosa en sangre a los 14 días fue del 68% ($p<0,05$), y en el día 28 se reduce en un 59% ($p<0,05$) del valor inicial, y comparando este valor con el del grupo que no recibe la pulpa, la diferencia entre ellos resultó significativa.

A lo largo del periodo de 28 días también se registró el peso corporal de los ratones de los grupos I al IV, para verificar la influencia de la ingesta de 1 g de pulpa de papaya en el peso de animales normo e hiperglicémicos. Al comparar la variación de peso, se encontró que entre los grupos II y IV, no hay diferencia significativa. Sin embargo, se observó una marcada diferencia entre los grupos de animales normoglicémicos que recibieron dieta balanceada y papaya, notándose en este último, una reducción de peso corporal ($p<0.001$, Figura 2, Tabla 1).

DISCUSIÓN

El sobrepeso y la obesidad, y sus principales consecuencias patológicas, entre ellos la diabetes mellitus tipo 2, constituyen un grave

problema sanitario que parece ir empeorando. Los alimentos funcionales y nutracéuticos, consumidos como parte de una dieta equilibrada y acompañados de un estilo de vida saludable ofrecen la posibilidad de mejorar la salud y prevenir ciertas enfermedades (11).

Se ha demostrado previamente que semillas, frutos y hojas de *Carica papaya* muestran actividad hipoglicémica en animales (12, 13, 14). En este trabajo se evaluó la influencia del consumo de pulpa de papaya sobre la glicemia y el peso corporal de ratones machos normo e hiperglicémicos, en cuatro grupos experimentales observados durante 28 días. El tratamiento de los ratones con aloxano resultó en una elevación significativa de la glicemia. Este agente químico induce la muerte de las células β del páncreas mediante la generación de especies reactivas de oxígeno (15).

Los ratones normoglicémicos tratados con dieta estándar (Grupo I), mantuvieron el nivel de glicemia sin cambios a lo largo de los 28 días, por lo tanto, este valor se usó para comparar el resultado obtenido en los otros grupos. Así, se evidenció que los animales del

grupo II, hiperglicémicos con dieta estándar, mantuvieron la hiperglicemia en este periodo y los del grupo III, normoglicémicos que recibieron pulpa de papaya, mantuvieron la glicemia dentro del rango definido por Zuñiga et al, 2011 (10). Adicionalmente, en aquellos animales hiperglicémicos tratados con 1gr/día de pulpa de papaya (Grupo IV), se observa un descenso significativo de la glucemia. En cuanto a la evaluación de la influencia de la pulpa de papaya sobre el peso corporal se ha observado en los animales normoglicémicos que recibieron pulpa de papaya con la dieta balanceada, un descenso estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en el peso corporal.

Estos resultados podrían atribuirse tanto a la cantidad y tipo de antioxidante y fibra que posee la pulpa de papaya, así como también al contenido de fructosa. El contenido de fibra soluble en los alimentos funcionales se reconoce como responsable de parte del efecto protector que ejerce la dieta mediterránea frente a la aparición de diabetes en estudios observacionales. Se ha comprobado que un consumo elevado de fibra (20-35g de diferentes fuentes) en la dieta disminuye los niveles de glicemia posprandial (11). Manisha et al (16), investigaron los efectos beneficiosos de la ingesta de fibra dietética en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 durante 6 semanas (los pacientes recibieron 8 g de fibra soluble y 16 g de fibra insoluble), y llegó a la conclusión de que una alta ingesta de fibra dietética, particularmente del tipo soluble, por encima del nivel recomendado por la American Diabetes Association, no solo mejora el control glicémico, sino que también disminuye la hiperinsulinemia, así como las concentraciones de lípidos plasmáticos en pacientes con diabetes tipo 2 (16). La papaya contiene alta cantidad de fibra soluble (17). En el intestino delgado la fibra soluble, por la formación de soluciones viscosas, enlentece el tiempo de tránsito y provoca una disminución en la absorción de

glucosa (18).

La papaya contiene además proteínas, aminoácidos, grasas, carbohidratos y fibra, también, niacina, tiamina, riboflavina, elevada cantidad de vitaminas C, vitamina A, precursores de vitamina A como β -caroteno y β -criptoxantina, calcio, fósforo, hierro, y magnesio (6). Se ha reportado también la propiedad antioxidante de los frutos, además de otros órganos de la planta (19, 20).

La papaya es considerada como un alimento con bajo índice glicémico (IG) es decir que contiene carbohidratos que se descomponen lentamente y hacen que las concentraciones de glicemia postprandial sean de manera gradual evitando así picos de hiperglucemia, aparentemente la reducción del aporte total de hidratos de carbono sigue siendo la estrategia fundamental aceptándose que la utilización del concepto de IG de los alimentos o de la dieta puede entregar un beneficio adicional, como una mayor reducción de la hemoglobina glicosilada en dietas con IG bajo (21).

En comparación con otros carbohidratos, especialmente la sacarosa, la fructosa produce un aumento menor de la glucosa en la sangre y una respuesta disminuida de insulina en individuos sanos. En los pacientes diabéticos se produce una respuesta similar. Como componente de la dieta en los pacientes diabéticos, la fructosa puede jugar un doble papel: como componente del contenido de carbohidratos y como agente edulcorante (22). Por lo tanto con la ingesta moderada de fructosa, el nivel de glucosa en sangre no debería aumentar en pacientes normo e hiperglicémicos, este efecto se ha observado en los distintos grupos en estudio. Esto quiere decir que el consumo de papaya, teniendo como hábito alimentario podría utilizarse para el manejo de la glucosa en sangre, así como también ayudaría a aumentar el contenido total de fibra diaria en paciente con diabetes. El

beneficio sobre el control de la glicemia podría atribuirse a varios componentes, y las diferentes acciones de los mismos en el organismo.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican un efecto benéfico de la pulpa de papaya o mamón en el control de la glicemia de animales hiperglicémicos, debido a la importante reducción en el nivel de glucosa en sangre en estos animales. Adicionalmente se observó una importante reducción en el peso corporal en animales normoglicémicos que reciben la pulpa de la papaya.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Temas de Salud; Diabetes. Disponible es: http://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/es/ Accedido en mayo 2018.
2. Informe mundial sobre la diabetes. Organización Mundial de la Salud, 2016. WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland.
3. Dirección Vigilancia de Enfermedades no Trasmisibles. Primera encuesta nacional de factores de riesgo y enfermedades no trasmisibles. Paraguay: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2011.
4. International Diabetes Federation: International Diabetes Federation, 2017 Epidemiology and prevention. Press center; 2017, 8va edición.
5. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso: Centro de prensa; 2017. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> Accedido en mayo 2018.
6. Wall MM. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *J Food Compos Analy* 2006; 19(5): 434-445.
7. Omonkhua A, Onoagbe I. Effects of *Irvingia grandifolia*, *Urena lobata* and *Carica papaya* on the oxidative status of normal rabbits. *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*. 2007; 6, 2, 1-11.
8. Juárez R, Díaz Z, Castillo J, Miranda P, Rodríguez A, Tovilla C. Hypoglycemic effect of *Carica papaya* leaves in streptozotocin-induced diabetic rats. *Bio Med Central*. 2012; 12: 2-11.
9. Dunn JS, Mclethie NGB. Experimental alloxan diabetes in the rat. *Lancet*. 1943; 242 (6265): 384 - 387.
10. Zúñiga, J., Orellana, J., Tur, J. Ciencia y tecnología del animal de laboratorio. 2011. 2ª ed. Madrid. Univ. Alcalá and SECAL.
11. Laclaustra Giménez M, Jarauta Simon E, Civeira Murillo F. Alimentos funcionales y nutracéuticos en diabetes, obesidad y síndrome metabólico. En: Alimentos funcionales y nutracéuticos. Coordinador Emilio Luengo Fernández. Sociedad Española de Cardiología. Acción médica, Publicación oficial. 2007; 29-44.
12. Aruoma OI, Hayashi Y, Marotta F, Manello P, Rachmilewitz E, Montagnier L. Applications and bioefficacy of the functional food supplement fermented papaya preparation. *Toxicology* 2010; 28, 278(1):6-16.
13. Sasidharan S, Sumathi V, Rameshwar N, Yoga Lachimanan. Antihyperglycaemic effects of ethanol extracts of *Carica papaya* and *Pandanus amaryfollius* leaf in streptozotocin induced diabetic mice. *Natural Product Research* 2011; 25, 20, 1982–1987.
14. Juárez I, Tovilla C, Aguilar D, Roa L, Lobato C, Blé J, López L, Díaz J, Bermúdez D. Phytochemical screening and hypoglycemic activity of *Carica papaya* leaf in streptozotocin-induced diabetic rats. *Rev Bras Farmacogn* 2014; 24: 341-347.
15. Lenzen, S. The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced Diabetes. *Diabetologia*. 2008; 51: 216-226.
16. Manisha C, Abhimanyu G, Klaus B, Scott M, Grundy, Linda J. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Med*. 2000; 342:1392-1398.
17. Martial A, Hubert K, Parfait K, Kablan T. Phytochemical properties and proximate composition of papaya (*Carica papaya* L. var solo 8) peels. *Turkish Journal of Agriculture - Food*

- Science and Technology, 2017; 5, 6: 676-680.
18. Escudero Álvarez E, González Sánchez P. La fibra dietética. *Nutr. Hosp.* 2006; 21, (Supl. 2) 61-72.
 19. Khor ES, Wong NK. Potential antioxidant and cytotoxic properties of secondary metabolite extracts from *Carica papaya* fruits and seeds. *Int J Pharmacy and Pharmaceut Sci* 2014; 6(7), 220-224.
 20. Maisarah, AM, Asmah R, Fauziah O. Proximate analysis, antioxidant and antiproliferative activities of different parts of *Carica Papaya*. *J Nutr Food Sci*, 2014; 4:1043-1048.
 21. Arteaga L. El índice glicémico. Una controversia actual. *Nutr. Hosp.* 2006; 21(2):55-60.
 22. Nanne C, Esquivel R. Implicaciones del uso de la fructosa en pacientes diabéticos. *Fármacos* 1999; 12, 2, 23-35.

Recibido: 01-06-2018

Aceptado: 17-08-2018

Desarrollo y validación de escalas para medir el valor que las mujeres dan a la saciedad y a la alimentación: un factor crítico para el tratamiento de la obesidad

María del Carmen Caamaño ¹; Jorge R. Palacios ²; Pablo Parás ³; Jorge L. Rosado ¹.

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ²Universidad del Valle de México, Campus Querétaro. ³Center for Latin American Studies, Georgetown University.

RESUMEN: La sobrevaloración de la alimentación y de la saciedad en familias que viven en un medio influenciado por la globalización y desarrollo de la industria alimentaria, puede estar teniendo un efecto sinérgico en el desarrollo de la obesidad y sus comorbilidades en países de ingreso medio. El objetivo de este trabajo fue desarrollar y validar escalas para medir el valor otorgado a la alimentación y la saciedad en mujeres. Se desarrolló un instrumento y se aplicó en Querétaro, México (n=243), se midieron variables socioeconómicas y de percepción de peso corporal. Se realizó análisis factorial exploratorio, confirmatorio y ANOVA. Las escalas del valor que las mujeres dan a la alimentación como base del bienestar del hijo, se validaron (α -Cronbach>0.66) y se confirmaron (CFI>0.98;RMSEA<0.05). Los puntajes de valor de la alimentación y de la saciedad se asociaron con un menor nivel socioeconómico y educativo, inseguridad alimentaria en el pasado, menor intención de perder peso y con percepción bajo peso en los hijos. En conclusión, las escalas para medir el valor de la alimentación y la saciedad tienen validez para ser utilizadas en futuros estudios; su utilización puede contribuir a desarrollar estrategias que consideren la verdadera motivación de la alimentación en los segmentos poblacionales más desfavorecidos.

Palabras clave: Obesidad, factores culturales, peso corporal, imagen corporal, escala, valor de la alimentación, saciedad.

SUMMARY: Development and validation of scales to measure women's eating and satiation values: a critical factor in the treatment of obesity. The overvaluation of eating and satiation in families whose environment has been influenced by globalization and the food industry, could be inducing obesity and its co-morbidities in middle income countries. The objective was to develop and validate scales to measure women's eating and satiation values. A measurement instrument was developed and administered to women from Querétaro, Mexico (n=243), it also measured socioeconomic (SE) and body weight perception variables. Analyses included exploratory and confirmatory factorial analyses and ANOVA. The scales that represented the value of feeding as basis of wealth, the value of satiation and the value of feeding a child as the basis of the child's wealth, were validated (Cronbach- α >0.66) and confirmed (CFI >0.98; RMSEA<0.05).The scores were associated with a lower SE status, lower education level, childhood food insecurity, low intention to lose weight and with an underweighted child perception. In conclusion, the scales that measure the value of eating and satiation have the validity to be used in future studies; its utilization can contribute to develop strategies to improve eating behavior of underprivileged population segments, that take into consideration the real motives of eating.

Key words: Obesity, social values, cultural factors, body weight, body image, scale, value of eating, satiation.

INTRODUCCIÓN

En México, como en otros países de Latinoamérica, el desarrollo de una estrategia efectiva para prevenir la obesidad continúa siendo un reto, esto se debe en gran parte a que muchas estrategias no consideran los aspectos culturales, socio-económicos y psicológicos en la población

objetivo (1-4), como son, por ejemplo, las causas de un desinterés generalizado por disminuir el peso corporal. La falta de adherencia a un estilo de vida saludable se presenta con mayor frecuencia en individuos con menor nivel socioeconómico (NSE) (5). La población mexicana comprende una gran diversidad cultural y social (6), por lo que

comprender las creencias y expectativas sociales de la alimentación en los diferentes sectores de la población, puede ayudar a diseñar poderosas estrategias de salud pública para modificar la conducta alimentaria de la población (7-10).

La mayoría de los modelos de comportamiento humano relacionado con la salud, consideran los valores y las creencias como fuerte influencia de la intención de llevar a cabo un cambio de la conducta (11). En México, se ha determinado que las madres influyen en la conducta alimentaria de la familia (12, 13), por lo que estudiar las creencias y valores en las mujeres resulta imprescindible para conocer las causas de la alimentación desfavorable para la salud. Existen estudios que han investigado las causas sociales y culturales de una alimentación desfavorable en mujeres, y muchos de éstos coinciden en ciertas premisas que contribuyen a establecer una teoría acerca de los valores y creencias en las mujeres, que condicionan un estilo de alimentación saludable.

Hallazgos previos que sustentan la teoría establecida en esta investigación

Estudios con mujeres mexicanas han coincidido en que, para ellas, el factor más importante para su bienestar es una buena alimentación. Las mujeres refieren disfrutar la vida mediante el placer de comer sin límite (14), por lo que alimentarse en exceso es percibido como símbolo de felicidad y no solo como satisfacción de una necesidad fisiológica (15). Por lo anterior, el sobrepeso se ha interpretado como evidencia de gozar una “buena vida”, y en algunos grupos sociales parece ser más importante disfrutar la comida todos los días que prevenir enfermedades en el futuro o incluso mantener una imagen corporal estética. (16).

Otro aspecto social que condiciona el estilo de alimentación es el significado del buen comer, el cual se ha interpretado como sentirse enteramente satisfecho o saciado, concediendo menor valor a la calidad nutricia o variedad de alimentos (17). El

valor de la saciedad se ha observado como norma social en la hospitalidad de los mexicanos: ofrecer comida vasta es un acto esperado por los invitados y un deber del anfitrión para crear una impresión social positiva (15-17). El hábito de alimentarse en exceso se ha arraigado a partir de experiencias pasadas de inseguridad alimentaria (16, 18), ya que al haber experimentado por generaciones períodos alternados de escases y abundancia, la saciedad se considera imperativa en períodos de abundancia. La inseguridad alimentaria se ha asociado con obesidad en mujeres mexicanas (19); ésta asociación se ha explicado mediante la alta accesibilidad a alimentos industrializados y el consumo excesivo de alimentos con densidad energética elevada (20, 21). Sin embargo, en personas que perciben haber experimentado inseguridad alimentaria, la importancia de la alimentación y la saciedad podría ser mayor que en personas que no han tenido estas experiencias, dando origen al consumo excesivo de alimentos de baja calidad nutritiva en estas poblaciones.

Los valores y creencias sobre la alimentación en la madre, influyen fuertemente en la alimentación de los hijos (22). Las madres procuran el bienestar de los hijos mediante la cantidad de alimentos que les ofrecen (23) ejerciendo mayor presión sobre sus hijos para comer (24). Asimismo, al dar excesivo valor a la alimentación de los menores, las madres procuran constantemente la saciedad en sus hijos y utilizan los alimentos como motivadores de una conducta deseada en ellos (18, 25).

Estos valores y creencias se originan en un entorno social definido por el NSE y el nivel educativo. La sobrevaloración de la alimentación se ha relacionado con la sobrevaloración del peso corporal (16, 17, 25, 26) y por tanto con un mayor nivel de satisfacción o aceptación del sobrepeso. Se ha documentado que el principal motivo para mejorar los hábitos alimentarios es el deseo de disminuir el peso corporal (27); por lo tanto, si

no existe deseo de disminuir el peso corporal, no existe motivación suficiente para modificar hábitos alimentarios.

Justificación del desarrollo de escalas

La sobrevaloración de la alimentación en familias que han experimentado inseguridad alimentaria, así como el ambiente influenciado por la globalización y el desarrollo de la industria alimentaria, pueden estar teniendo un efecto sinérgico en el desarrollo de la obesidad y sus comorbilidades (28).

Las estrategias de promoción de salud generalmente se centran en el valor de la salud como base del bienestar, a pesar de que la prevención de problemas de salud ocupa un lugar por debajo del valor de la alimentación en la escala de valores de muchos mexicanos (16, 17). Conocer a la población mexicana en base al valor que otorgan a la alimentación y a la saciedad, resulta indispensable para desarrollar elementos de comunicación que motiven a los diferentes estratos de la población, de acuerdo con sus

valores más esenciales, a incrementar la intención de mejorar los hábitos alimentarios.

En este trabajo se desarrollaron y validaron cuatro escalas de medición en mujeres, del valor otorgado a la alimentación propia y de los hijos, y el valor otorgado a la saciedad y a la saciedad de los hijos, por medio de las creencias asociadas a la alimentación y saciedad. Los tipos de validación que se realizaron fueron validez de los constructos y validez de criterio para comprobar la asociación de las escalas con variables socioeconómicas, satisfacción de imagen corporal y con la intención de disminuir peso corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo del instrumento

Los hallazgos presentados en los antecedentes fueron organizados y analizados para construir un marco conceptual, en el que se sitúa las creencias relacionadas con el valor de la alimentación como base del bienestar propio y de los hijos y el valor de la saciedad (Figura 1).

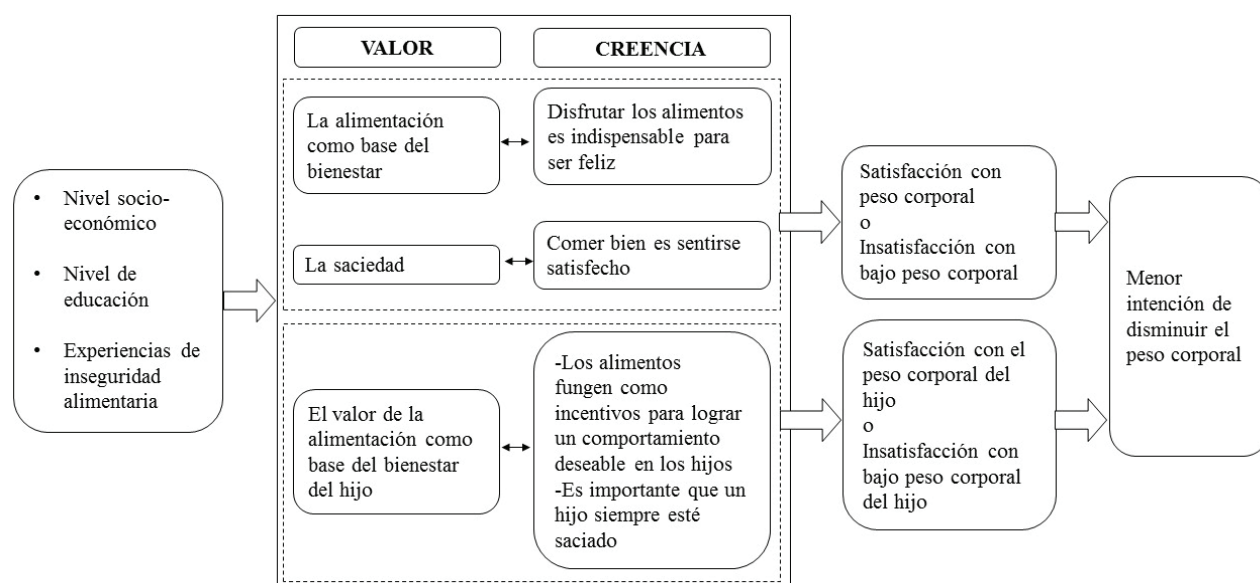


FIGURA 1. Marco teórico que expone causas subyacentes de la intención de disminuir el peso corporal en mujeres mexicanas.

Se elaboraron de 5 a 10 reactivos que representan una creencia relacionada con cada dominio. Se reunió un panel de 7 expertos: una licenciada en nutrición, tres maestras en nutrición, una maestra en investigación social, un doctor experto en psicología social y un doctor experto en estudios para prevenir y tratar enfermedades crónicas; el panel reunía experiencia en estudios cualitativos y de intervención para tratar la obesidad, desarrollo de escalas de medición, trabajo comunitario y comportamiento del consumidor. Los expertos evaluaron los reactivos y se eliminaron, modificaron o adicionaron los reactivos necesarios para asegurar que abarcaran todos los aspectos del ámbito que requerían medir. El instrumento evaluó los siguientes dominios: Valor de la alimentación (Creencia: Disfrutar los alimentos es indispensable para ser feliz: 10 reactivos); Valor de la saciedad (Creencia: Comer bien es sentirse satisfecho: 7 reactivos); Valor de la alimentación de los hijos (Creencia 1: Los alimentos funcionan como incentivos para lograr un comportamiento deseable en los hijos: 6 reactivos) (Creencia 2: Es importante que un hijo siempre esté saciado: 7 reactivos). Los reactivos fueron evaluados por las participantes en un instrumento con una escala Likert: *5-Totalmente de acuerdo, 4-Algo de acuerdo, 3-Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2-Algo en desacuerdo y 1-Totalmente en desacuerdo.*

Se validó el instrumento de medición en una muestra de 243 mujeres de 18 a 55 años de distintos niveles socioeconómicos (29). Los participantes se reclutaron de manera aleatoria en centros educativos para niños escolares y clínicas de salud de zonas rural, semiurbana y urbana del Estado de Querétaro. Las mujeres que cumplieran con el requisito de edad y dieran consentimiento para contestar el cuestionario fueron entrevistadas por estudiantes de posgrado previamente entrenadas. El tamaño de muestra es adecuado para ser utilizado en modelos confirmatorios (30).

El instrumento también incluyó variables para determinar el NSE y en una submuestra formada por los participantes que aceptaron responder preguntas adicionales ($n=200$) se evaluaron variables que se esperaba tuvieran relación con las escalas desarrolladas. Se aplicó un cuestionario validado de inseguridad alimentaria en el pasado (31), se evaluó la satisfacción con su peso corporal con la escala: *Quisiera tener muchos menos kilos, quisiera tener algunos kilos menos, no quisiera ni más ni menos kilos, quisiera tener algunos kilos más y quisiera tener muchos kilos más*; y la intención de modificar su peso corporal en las próximas 4 semanas con la escala: *Definitivamente sí, probablemente sí, indecisa, probablemente no y definitivamente no.* Las mujeres que tenían hijos entre 6 y 11 años ($n=140$) también reportaron su percepción sobre el peso corporal de su hijo, como bajo peso, peso normal, sobrepeso u obesidad, y se preguntó por la opinión de sus familiares sobre el peso de su hijo con las opciones: *(el niño) necesita más peso, su peso es adecuado, necesita perder peso.*

Validación de constructos

Se realizó un análisis de frecuencias de cada reactivo para confirmar la variabilidad en las respuestas y, posteriormente se eliminaron los reactivos que no presentaran ninguna correlación <0.30 (Coeficiente Spearman) con algún otro reactivo. Con los reactivos remanentes se realizaron 2 análisis factoriales utilizando el método de extracción de máxima verosimilitud con rotación ortogonal. El primer análisis consideró los reactivos asociados al valor de la alimentación y saciedad, el segundo consideró reactivos asociados al valor de la alimentación y saciedad en los hijos. El criterio utilizado para seleccionar reactivos que representan cada factor fue una carga factorial >0.4 . La confiabilidad de las escalas se confirmó con el estadístico alfa de Cronbach.

Posteriormente se realizó un análisis

confirmatorio a las escalas a través de modelos de medida de ecuaciones estructurales. Se utilizó el método de máxima verosimilitud y se evaluaron los índices de bondad de ajuste: la razón del índice de discrepancia/grados de libertad, índice de ajuste comparativo y error cuadrático medio de aproximación (RMSEA y CFI, respectivamente, por sus siglas en inglés). Los índices se evaluaron para confirmar el ajuste del modelo con los siguientes criterios: razón del índice de discrepancia/grados de libertad < 3, CFI > 0.95 y RMSEA < 0.07 (32).

Validación de criterio

Se construyeron las escalas con la suma del puntaje de cada reactivo y se obtuvieron puntajes Z. La validez de criterio se evaluó mediante análisis de varianza para determinar la relación teórica de las escalas con las demás variables presentadas en el marco teórico: NSE, nivel de escolaridad, inseguridad alimentaria en el pasado e insatisfacción con el sobrepeso corporal. Los análisis se realizaron con el paquete SPSS v.18 y AMOS IBM v.23.

RESULTADOS

El promedio de edad (\pm DE) de las 243 mujeres fue de 34.3 ± 7.7 años, el 81% eran casadas o vivían en unión libre y la proporción de NSE medio-alto (ABC+,C), Medio (D) y Medio-bajo (D-) al que pertenecían fue 32.5, 25.1 y 42.4%, respectivamente. En el análisis de las respuestas de cada reactivo evaluado, no se observó ninguna categoría con una frecuencia del 80% o más de las participantes. Se descartaron 4 reactivos que no tuvieron correlación alguna mayor a 0.3 con otro reactivo.

Validación de constructos

Los resultados de los análisis factoriales y de confiabilidad se muestran en el Tabla 1. El primer modelo de análisis factorial presentó cuatro factores, sin embargo, el tercero y el cuarto fueron explicados por menos de tres reactivos. El primer factor se interpretó como el valor de

la alimentación como base del bienestar (VAB) y explicó el 17.2% de variabilidad y el segundo factor representó el valor de la saciedad (VS) y explicó el 13% de la variabilidad. El segundo modelo de análisis factorial identificó un solo factor para ambas creencias, se interpretó como el valor de la alimentación como base del bienestar del hijo (VABH). Para simplificar la escala, se realizó un segundo análisis eliminando los reactivos redundantes y con menor carga factorial, originando un factor con 8 reactivos que explicó 42.4% de la variabilidad. Los dos análisis factoriales mostraron un valor Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) > .8 (0.84, 0.88, respectivamente), así como una prueba de prueba de esfericidad de Bartlett significativa. Las escalas validadas se asociaron significativamente entre sí (Tabla 2). Las escalas de VAB y VABH, tuvieron la correlación más fuerte (R Pearson = 0.710) lo que indica que están estrechamente relacionadas.

El análisis confirmatorio mostró índices de ajuste adecuados para ambos modelos. El modelo 1 de los factores VAB y VS tuvo los siguientes índices: $\chi^2/gf=1.49$, CFI=0.988 y RMSEA=0.045). El modelo 2 del factor VABH presentó los siguientes índices: $\chi^2/gf=1.36$, CFI=0.990 y RMSEA=0.039). La figura 2 muestra el diagrama de ambos modelos con los coeficientes de regresión estandarizados entre los factores y entre los factores y los reactivos de ambos modelos. Se incluyeron máximo dos parámetros de covarianza entre errores de reactivos en ambos modelos.

Validez de criterio

La evaluación de validez de criterio confirmó la asociación de las escalas de valores con variables del entorno social, satisfacción con el peso corporal y percepción del peso corporal del hijo (Tabla 3). Todas las escalas evaluadas se relacionaron inversamente con el nivel educativo de las mujeres: las que estudiaron primaria o menos tuvieron mayor puntaje en el VAB que las que tenían un mayor nivel de estudios. El grado

TABLA 1. Resultados de los análisis factoriales y de confiabilidad de las escalas de medición de valores relacionados con la alimentación.

Variable	Reactivos* Análisis factorial 1	Carga factorial	
		Factor 1	Factor 2
LA ALIMENTACIÓN COMO BASE DEL BIENESTAR			
(C α =0.772)	Más vale comer de más que arriesgarme a pasar hambre	0.697	
	La mejor forma de celebrar es comiendo	0.579	
	Una persona que come lo que quiera me parece feliz	0.431	
	Lo más importante para ser feliz es comer	0.826	
EL VALOR DE LA SACIEDAD			
(C α =0.667)	Cuando ya no me cabe más comida en la panza, siento que comí bien		0.561
	Cuando tengo oportunidad de comer lo que me gusta debo hacerlo		0.529
	El que se queda con hambre es porque no comió bien		0.659
	Análisis factorial 2		Factor 1
LA ALIMENTACIÓN COMO BASE DEL BIENESTAR DEL HIJO			
(C α =0.853)	Hay que ofrecer más comida a los niños para asegurar que estén satisfechos	0.651	
	El mejor método para que los niños obedezcan es ofrecerles un alimento que les guste a cambio	0.731	
	Es importante para mí que mi hijo quede bien llenito después de comer	0.580	
	Los niños que comen mucho son más sanos que los que comen poco	0.660	
	Me agrada que mis hijos coman lo que se les antoja	0.540	
	Un niño que se porta bien se merece un dulce de premio	0.669	
	La manera correcta de tranquilizar a un niño es ofreciéndole un dulce o algo que le guste	0.657	
	Hay que insistir a los niños que coman más para asegurar que coman bien	0.701	

* Solo se presentan los reactivos con carga factorial > 0.4 y los factores con más de dos reactivos con carga factorial >0.4.

TABLA 2. Correlación entre los puntajes de escalas de medición de valores relacionados con la alimentación

	La alimentación como base del bienestar	La alimentación como base del bienestar de los hijos	Valor de la saciedad
La alimentación como base del bienestar	1	0.699*	0.497*
La alimentación como base del bienestar de los hijos		1	0.537*
Valor de la saciedad			1

* Significancia estadística en correlación de Pearson <0.001

TABLA 3. Comparación de los puntajes de las escalas de valores y norma social de la alimentación, entre variables socioeconómicas y satisfacción de imagen corporal.

Escalas validadas	n	La alimentación como base del bienestar (ScoreZ)	La alimentación como base del bienestar de los hijos (ScoreZ)	Valor de la saciedad (ScoreZ)
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS				
Nivel de educación				
Primaria o menos	40	0.56 ± 0,90 ^a	0.44 ± 0,82 ^a	0.63 ± 0,94 ^a
Secundaria	83	-0.03 ± 0,99 ^b	0.17 ± 0,88 ^a	0.17 ± 0,99 ^b
Preparatoria/ técnica/ comercial	35	-0.46 ± 0,72 ^c	-0.36 ± 0,86 ^b	-0.21 ± 0,85 ^c
Licenciatura o más	42	-0.54 ± 0,71 ^c	-0.85 ± 0,58 ^c	-0.60 ± 0,89 ^c
Nivel de inseguridad alimentaria en la infancia				
Inseguridad severa	57	0.13 ± 1,02 ^a	0.27 ± 0,85 ^a	0.29 ± 1,01 ^a
Inseguridad moderada	47	0.32 ± 1,11 ^a	0.25 ± 1,01 ^a	0.45 ± 0,92 ^a
Inseguridad leve	38	-0.47 ± 0,68 ^b	-0.36 ± 0,72 ^b	-0.31 ± 0,90 ^b
Segura	54	-0.45 ± 0,67 ^b	-0.61 ± 0,75 ^b	-0.38 ± 0,95 ^b
Nivel socio económico				
Bajo (D)	103	0.13 ± 0.10	0.22 ± 0.09 ^b	0.32 ± 0.10 ^b
Medio (C y D+)	61	-0.10 ± 0.12	-0.12 ± 0.12 ^a	-0.08 ± 0.11 ^a
Alto (ABC+)	79	-0.09 ± 0.11	-0.19 ± 0.13 ^a	-0.35 ± 0.11 ^a
VARIABLES RELACIONADAS CON LA SATISFACCIÓN DEL PESO CORPORAL				
Satisfacción con su peso corporal				
Quisiera tener menos peso	126	-0.23 ± 0.08 ^a	-0.23 ± 0.08 ^a	-0.11 ± 0.10 ^a
Está conforme con su peso	58	0.02 ± 0.12 ^b	0.19 ± 0.12 ^b	0.34 ± 0.11 ^b
Quisiera tener más peso	16	0.58 ± 0.30 ^b	0.04 ± 0.28	0.06 ± 0.26
Intención de modificar su peso corporal en las próximas 4 semanas*				
Definitivamente sí	57	-0.42 ± 0,80 ^a	-0.46 ± 0,93 ^a	-0.28 ± 1,08 ^a
Probablemente sí	60	-0.14 ± 0,93	-0.08 ± 0,86 ^a	-0.08 ± 1,03 ^b
Indecisa	14	-0.13 ± 0,85	0.28 ± 0,96	0.24 ± 0,76 ^b
Probablemente no	12	0.33 ± 0,79 ^b	0.13 ± 0,81 ^b	0.75 ± 0,61 ^b
Definitivamente no	41	0.05 ± 1,03 ^b	0.20 ± 0,87 ^b	0.37 ± 0,93 ^b
Percepción del peso corporal de su hijo				
Bajo peso	18	0.11 ± 0.25	0.25 ± 0.22 ^a	0.20 ± 0.23
Peso normal	92	-0.12 ± 0.10	-0.12 ± 0.09	0.05 ± 0.11
Sobrepeso u obesidad	30	-0.37 ± 0.15	-0.48 ± 0.16 ^b	-0.39 ± 0.17
Opinión de familiares sobre el peso de su hijo				
Desean más peso	28	-0.14 ± 0.18	0.22 ± 0.18 ^a	0.02 ± 0.21
Desean menos peso	22	-0.20 ± 0.22	-0.38 ± 0.20 ^b	-0.46 ± 0.23
Su peso es adecuado	89	-0.13 ± 0.10	-0.20 ± 0.09 ^b	0.07 ± 0.11

^{a, b} Las letras diferentes representan diferencias significativas de la puntuación de la escala entre las categorías de cada variable del entorno social en análisis de varianza con la prueba DMS. * Se excluyen mujeres que desean tener mayor peso corporal (n=11).

de inseguridad alimentaria severa o moderada experimentado en el pasado se asoció fuertemente con un mayor puntaje en las escalas de VAB y VS. Las mujeres con NSE bajo y medio mostraron mayor puntaje en el VS y VABH que mujeres de NSE medio-alto. Los puntajes del VAB y VS se asociaron a una menor insatisfacción con el exceso de peso corporal y a una menor intención de modificar el peso corporal. La correlación entre insatisfacción con exceso de peso e intención de modificar el peso corporal fue de 0.477 (Rho Spearman).

La escala del VABH fue significativamente mayor en las mujeres que percibían el peso del hijo por debajo de lo normal, mientras que las que percibían al hijo con sobrepeso y obesidad tenían en promedio menor puntaje en esta escala. De manera similar, las mujeres que reportaron presión de los familiares para que su hijo suba de peso, tuvieron un promedio mayor en la escala de VABH, que las que no reportaron influencia familiar o reportaron influencia para procurar que su hijo bajara de peso.

DISCUSIÓN

El propósito de este trabajo fue estimar la validez de constructos teóricos establecidos a partir de hallazgos en publicaciones previas (Figura 1). El constructo está basado en una hipótesis que establece que las creencias de que el comer produce placer y gozo, y de que comer bien es sentirse completamente saciado, son basadas en una sobre-valoración de la alimentación, la cual es sumamente importante para el bienestar de las personas. El bienestar es un estado físico y mental de las personas que proporciona satisfacción y tranquilidad, por lo tanto, el acceso a los alimentos disminuye la vulnerabilidad. Por lo que evitar el hambre, tener la posibilidad de comer sin restricción y permanecer saciado la mayor parte del tiempo, para muchas personas, merece disfrutarse. En este trabajo se plantea la

teoría de que estos valores se arraigan a partir de experiencias pasadas de inseguridad alimentaria y están relacionados con una menor intención de bajar de peso y por tanto podría originar hábitos alimentarios desfavorables.

El análisis factorial exploratorio identificó consistentemente, en dos modelos, tres constructos que resultaron muy similares a los que se establecieron en la teoría inicial: (1) el valor de la alimentación como base del bienestar, (2) el valor de la saciedad y (3) el valor de la alimentación como base del bienestar del hijo. El análisis confirmatorio presentó índices de ajuste adecuados en ambos modelos.

Se observó un alto coeficiente de correlación entre ambas escalas de valor de la alimentación (de madre y del hijo), lo cual era esperado ya que las creencias de alimentación de la madre influyen en el estilo de alimentación de los hijos (12). Todas las escalas se correlacionaron entre sí, ya que las variables son características de familias con un menor NSE (18).

Los resultados derivados del análisis de validez de criterio apoyan la teoría establecida en un inicio. Las escalas de VAB y VS se asociaron con mayor inseguridad alimentaria reportada en el pasado, así como con la conformidad con el peso corporal y con una menor intención de modificar el peso corporal. En diversos países se ha reportado una relación de inseguridad alimentaria en el hogar con obesidad así como con una mayor aceptación del sobrepeso en niños, lo cual se ha atribuido a la elección de alimentos de bajo costo y alta densidad energética, a causa de la falta de recursos (19, 26, 33). El presente trabajo evaluó la inseguridad alimentaria en el pasado, más no en la actualidad, lo que sugiere que el sobrevalorar la alimentación y el sobrepeso puede tener su origen en la percepción de experiencias pasadas de inseguridad alimentaria. La elección de alimentos de alta densidad energética, referida por otros autores para explicar la relación entre

inseguridad alimentaria en el hogar y la obesidad, pudiera deberse a una sobrevaloración de la alimentación y de la saciedad.

En este estudio, las mujeres que percibieron a su hijo con bajo peso tuvieron una mayor puntuación en la escala de VABH, comparadas con las mujeres que percibieron a su hijo con sobrepeso. En estudios previos se ha reportado una subestimación del peso corporal en diversas poblaciones mexicanas, principalmente en niños con sobrepeso a quienes sus madres los perciben con peso normal (34, 35) y niños con peso normal a quienes sus madres los perciben con bajo peso (16); esta percepción puede influir en las prácticas de alimentación de los niños. En este estudio no fue posible determinar la proporción de las madres que subestimaron el peso de su hijo, ya que no se tomaron medidas antropométricas, sin embargo, es probable que las mujeres que sobrevaloran la alimentación también sobrevaloren el peso y perciban un menor peso corporal al peso que consideran correcto para su hijo. Para confirmarlo, es necesario evaluar en estudios futuros la asociación de la sobrevaloración de la alimentación del hijo y la subestimación de su imagen corporal, con el fin de desarrollar estrategias enfocadas a familias que no reconocen el problema de sobrepeso en sus niños.

La importancia de identificar la sobrevaloración de la alimentación, a diferencia de otros factores, se debe a que es muy probable que esté presente en gran parte de la población en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. Por ello, las escalas requieren ser evaluadas en futuros estudios, para determinar su influencia en los hábitos alimentarios, obesidad y sus comorbilidades. La identificación de una sobrevaloración de la alimentación en las familias podría ayudar a diseñar mejores estrategias de salud pública y de intervención para incentivar una alimentación saludable, utilizando los motivos verdaderos de los individuos para alimentarse. Como

ejemplo, estrategias con un enfoque basado en la sobrevaloración de la alimentación y la saciedad podrían ser: relacionar una alimentación saludable con una alimentación placentera que brinda saciedad, o enfocar una intervención o estrategia de promoción en las propiedades de palatabilidad y de saciedad de alimentos y preparaciones saludables, en lugar de las, bien conocidas, características nutritivas de los alimentos.

CONCLUSIONES

Las escalas desarrolladas cuentan con validez y confiabilidad suficiente para medir efectivamente el valor que las mujeres dan a la alimentación y a la saciedad. Los resultados confirman que el VAB, VABH y VS están más arraigados en mujeres con menor NSE, con menor nivel educativo y que han tenido experiencias de inseguridad alimentaria. Estos valores, dado que se relacionaron con un desinterés de las mujeres por bajar de peso y con la percepción de un bajo peso de los hijos, pueden ayudar a explicar la alta prevalencia de obesidad en países de ingreso medio y medio bajo, y contribuir a desarrollar un nuevo enfoque para modificar estilos de vida que no se oponga a los valores esenciales de ciertas poblaciones.

CONFLICTOS DE INTERÉS.

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Melissa H. García Vallejo por su colaboración con la realización de este trabajo. El presente trabajo fue financiado por la Red Temática Conacyt para el Tratamiento y Prevención de la Obesidad.

REFERENCIAS

1. Palacios J, Ramírez V, Anaya M, Hernández HL,

- Martínez R. Evaluación psicométrica de una escala de autoeficacia de la conducta alimentaria. *Revista Chilena de Nutrición*. 2017;44(1):95-102.
2. Patrick H, Nicklas TA. A review of family and social determinants of children's eating patterns and diet quality. *J Am Coll Nutr*. 2005;24(2):83-92.
 3. Visser SS, Hutter I, Haisma H. Building a framework for theory-based ethnographies for studying. *Appetite*. 2016;97:49-57.
 4. Martínez-Munguía C, Navarro-Contreras G. [Psychological, social and cultural factors of overweight and obesity in children. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2014;52 Suppl 1:S94-101.
 5. Martikainen PT, Marmot MG. Socioeconomic differences in weight gain and determinants and consequences of coronary risk factors. *Am J Clin Nutr*. 1999;69(4):719-26.
 6. Palacios JR, Martínez R. Descripción de características de personalidad y dimensiones socioculturales en jóvenes mexicanos. *Revista de Psicología*. 2017;35(2):453-84.
 7. Benavides-Vaello S, Brown SA. Sociocultural construction of food ways in low-income Mexican-American women with. *J Clin Nurs*. 2016;25(15-16):2367-77
 8. Rivera JA, Hernández M, Aguilar C, Vadillo F, Mjurayama C. *Obesidad en México: recomendaciones para una política de Estado*. México D.F.: UNAM; 2013.
 9. Barquera S, Campos I, Rivera JA. Mexico attempts to tackle obesity: the process, results, push backs and future. *Obes Rev*. 2013;14 Suppl 2:69-78.
 10. Palacios JR, Ramírez V. Estudio comparativo de la autoeficacia saludable en las conductas alimenticias de riesgo en jóvenes. *Psicología Iberoamericana*. 2016;24(2):17-25.
 11. Glanz K, Rimer BK, Viswanath K. *Health Behavior and Health Education: Theory Research and Practice*. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 2008.
 12. Restrepo SL, Maya-Gallego M. La familia y su papel en la formación de los hábitos alimentarios en el escolar. Un acercamiento a la cotidianidad. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*. 19(36):127-48.
 13. Guevara M. La percepción materna como factor de riesgo de obesidad infantil. *Nutrición Hoy*. 2008;4(2):4-6.
 14. Cabello Garza ML, Concepción Arroyo Rueda M. La obesidad paradójica: construcción de una imagen corporal contradictoria. *Comunitania, International Journal of Social Work and Social Sciences*. 2013;6: 97-119.
 15. Ochoa-Rivera T. Alimentación y diferenciación social: el caso de una comunidad en México. *Revista Internacional de Ciencias Sociales Interdisciplinarias*. 2013;2(1):9-20.
 16. Kimoto R, Ronquillo D, Caamano MC, Martínez G, Schubert L, Rosado JL, et al. Food, eating and body image in the lives of low socioeconomic status rural. *Health Place*. 2014;25:34-42.
 17. Caamaño MC, Ronquillo D, Kimoto R, García OP, Long KZ, Rosado JL. Beliefs and motives related to eating and body size: a comparison of high-BMI and. *BMC Public Health*. 2016;16(1):1014.
 18. Bertrán M. Significados socioculturales de la alimentación en la ciudad de México. In: Bertrán M, Arroyo P, editors. *Antropología y Nutrición*. México D.F.: Fundación Mexicana para la Salud A.C.; 2006.
 19. Morales-Ruan MC, Mendez-Gomez Humaran I, Shamah-Levy T, Valderrama-Alvarez Z, Melgar-Quinonez H. [Food insecurity is associated with obesity in adult women of Mexico]. *Salud Publica Mex*. 2014;56 Suppl 1:s54-61
 20. Jones AD, Mundo-Rosas V, Cantoral A, Levy TS. Household food insecurity in Mexico is associated with the co-occurrence of overweight and anemia among women of reproductive age, but not female adolescents. *Matern Child Nutr*. 2016:[Epub ahead of print].
 21. Drewnowski A, Darmon N. Food choices and diet costs: an economic analysis. *J Nutr*. 2005;135(4):900-4.
 22. Navarro Contreras G, Reyes Lagunes I. Validación Psicométrica de la Adaptación Mexicana del Child Feeding Questionnaire. *Acta de Investigación Psicológica - Psychological Research Records*. 2016;6(1):2337-49.
 23. Barroso CS, Peters RJ, Johnson RJ, Kelder

- SH, Jefferson T. Beliefs and perceived norms concerning body image among African-American and. *J Health Psychol.* 2010;15(6):858-70
24. Birch LL, Davison KK. Family environmental factors influencing the developing behavioral controls of. *Pediatr Clin North Am.* 2001;48(4):893-907.
 25. Kaufman L, Karpati A. Understanding the sociocultural roots of childhood obesity: food practices among. *Soc Sci Med.* 2007;64(11):2177-88.
 26. Cartagena DC, Ameringer SW, McGrath J, Jallo N, Masho SW, Myers BJ. Factors contributing to infant overfeeding with Hispanic mothers. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2014;43(2):139-59.
 27. Ogden J. *The Psychology of Eating: From Healthy to Disordered Behavior.* 2nd ed. West Sussex, United Kingdom: Wiley & Blackwell; 2010.
 28. Dhurandhar EJ. The Food-Insecurity Obesity Paradox: A Resource Scarcity Hypothesis. *Physiol Behav.* 2016;162:88-92.
 29. López-Romo H. Nuevo Índice de Nivel Socioeconómico. Congreso AMAI 2008: Comité de Niveles Socioeconómicos AMAI; 2008.
 30. Kline R. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling.* 3^o ed. New York: The Guilford Press; 2011.
 31. Kuyper EM, Espinosa-Hall G, Lamp CL, Martin AC, Metz DL, Smith D, et al. Development of a tool to assess past food insecurity of immigrant latino mothers. *J Nutr Educ Behav.* 2006;38(6):378-82.
 32. Hu L-t, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal.* 1999;6(1):1-55.
 33. Maupin JN, Brewis A. Food Insecurity and Body Norms among Rural Guatemalan Schoolchildren. *American Anthropologist.* 2014;116(2):332-7.
 34. Guendelman S, Fernald LC, Neufeld LM, Fuentes-Afflick E. Maternal perceptions of early childhood ideal body weight differ among. *J Am Diet Assoc.* 2010;110(2):222-9.
 35. Flores-Peña Y, Camal-Rios Ny Fau - Cerda-Flores RM, Cerda-Flores RM. Evaluation of the maternal perception of her child's weight and body mass index. *Arch Latinoam Nutr.* 2011;61(4):389-95.

Recibido: 26-06-2018

Aceptado: 28-08-2018

Concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina en escolares después de la implementación del modelo de prevención de obesidad infantil “Póngale Vida”

Raquel Arriola Aguirre¹, Xinia Fernández Rojas¹, Georgina Gómez Salas².

¹Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica. ²Departamento de Bioquímica, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

RESUMEN: “Póngale Vida” es un modelo para la prevención de la obesidad en escolares costarricenses, que incluye estrategias para promover la alimentación saludable y la actividad física en el aula, la escuela, la familia y la comunidad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los cambios en la concentración sérica de leptina y adiponectina de un grupo de escolares del cantón de La Unión, Cartago, Costa Rica, luego de una intervención de 8 meses de duración, en la cual se aplicó el modelo “Póngale Vida”. El estudio incluyó 108 escolares (37 casos y 71 controles) con edades entre 6 y 10 años, a los cuales se les realizó la evaluación antropométrica y la determinación por duplicado de leptina y adiponectina antes y después de la intervención. Se determinó que la adiponectina ($22.38 \text{ ng/mL} \pm 7.36$ vs $28.12 \text{ ng/mL} \pm 7.96$, $p < 0.001$), el IMC ($16.46 \text{ kg/m}^2 \pm 1.78$ vs $16.83 \text{ kg/m}^2 \pm 2.09$) y el porcentaje de grasa (31.22 ± 3.79 vs 32.87 ± 4.55 , $p < 0.001$) aumentaron en el grupo intervenido. La leptina ($5.21 \text{ ng/mL} \pm 4.13$ vs $5.98 \text{ ng/mL} \pm 3.46$) y la relación leptina/adiponectina (0.2823 ng/mL vs 0.2353 ng/mL) no mostraron cambios significativos. Se encontró que el cambio señalado para adiponectina fue independiente de la reducción del IMC. Se identificó que el sexo y el estado antropométrico influyen en el comportamiento de las adipocinas. El aumento en los niveles séricos de adiponectina muestran que el modelo “Póngale Vida” resultó ser efectivo, aun en un periodo corto de intervención, lo que podría sugerir beneficios metabólicos asociados con el perfil lipídico y respuesta a la insulina.

Palabras clave: leptina, adiponectina, prevención de obesidad infantil, obesidad infantil.

SUMMARY: Blood concentrations of leptin and adiponectin in school children after the implementation of the model of prevention of childhood obesity “Póngale Vida”. “Póngale Vida” is a model for the prevention of obesity in Costa Rican schoolchildren, which includes strategies to promote healthy eating and physical activity in the classroom, school, family and community. The objective of this study was to evaluate the changes in serum leptin and adiponectin concentration of a group of schoolchildren in La Union County, Cartago, Costa Rica, after an intervention of 8 months, in which the model was applied. The study included 108 school children (37 cases and 71 controls) aged between 6 and 10 years, who underwent an anthropometric evaluation and a duplicate determination of leptin and adiponectin before and after the intervention period. It was determined that adiponectin ($22.38 \text{ ng / mL} \pm 7.36$ vs $28.12 \text{ ng / mL} \pm 7.96$, $p < 0.001$), the BMI ($16.46 \text{ kg / m}^2 \pm 1.78$ vs $16.83 \text{ kg / m}^2 \pm 2.09$) and the percentage of fat (31.22 ± 3.79 vs 32.87 ± 4.55 , $p < 0.001$) increased in the intervention group. Leptin ($5.21 \text{ ng / mL} \pm 4.13$ vs $5.98 \text{ ng / mL} \pm 3.46$) and the leptin / adiponectin ratio (0.2823 ng / mL vs 0.2353 ng / mL) did not show significant changes. It was found that the marked change for adiponectin was independent of the reduction in BMI. It was identified that sex and the anthropometric state influence the behavior of adipokines. The increase in serum adiponectin levels shows that the “Póngale Vida” model was effective in the case group even in a short period of intervention. This may suggest metabolic benefits associated with the lipid profile and insulin response.

Key words: leptin, adiponectin, prevention of childhood obesity, childhood obesity.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica

de origen multifactorial cuya prevalencia ha experimentado un crecimiento rápido en las últimas décadas en todos los grupos étnicos,

incluida la población pediátrica. Se estima que más de 40 millones de niños a nivel mundial presentan esta condición; situación de la que Costa Rica no está exenta, según las últimas encuestas nacionales e internacionales (1). Al respecto el Censo Escolar Peso/Talla 2016 determinó que el aumento del sobrepeso y obesidad en el país ha sido progresivo, ya que se pasó del 21% en la Encuesta Nacional de Nutrición del 2008 a 34% con el Censo Escolar Peso-Talla del 2016 (2).

Cada día son más los estudios que mencionan que las condiciones de obesidad en la infancia favorecen una mayor probabilidad de que esta se mantenga a lo largo de la vida y están relacionadas con complicaciones de la salud, que años atrás eran frecuentes solamente en adultos, entre ellas diabetes, dislipidemias, resistencia a la insulina, entre otros (3,4,5).

Debido a lo anterior, se han desarrollado una serie de investigaciones asociadas a este tema, desde aquellas exploratorias que buscan determinar prevalencias, relaciones con otras patologías, estrategias de tratamiento y prevención, hasta las investigaciones a nivel molecular que intentan conocer o explicar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos implicados en la obesidad, esto con el objetivo de aclarar aún más las posibles causas de esta enfermedad y su tratamiento y/o prevención (6).

Producto de estos trabajos, se ha llegado a la conclusión de que el tejido adiposo, el cual se mantiene elevado en condiciones de sobrepeso u obesidad, presenta una importante actividad endocrina, ejercida por medio de la síntesis y secreción de un gran número de péptidos y citoquinas, denominados adipoquinas. Estas sustancias han sido asociadas al desarrollo y mantenimiento de la obesidad, así como a la aparición de condiciones como la resistencia a la insulina, dislipidemias y enfermedades cardiovasculares, entre otras. (7). Se ha encontrado que las adipoquinas pueden ser

modificadas mediante diferentes estrategias de atención, dentro de las que se incluyen aquellas que se caracterizan por promover la alimentación saludable y la actividad física (8).

Dentro de las adipoquinas a medir en intervenciones preventivas que están asociadas al tejido adiposo, y por ende a la obesidad, están la leptina y la adiponectina, las cuales ejercen efectos específicos en diferentes vías metabólicas en presencia o ausencia de obesidad (6). La leptina ha sido descrita como uno de los principales reguladores del peso corporal a largo plazo, disminuyendo el apetito y aumentando el gasto calórico (9).

Por otro lado, diferentes estudios han demostrado que la adiponectina está asociada con mayor sensibilidad periférica a la insulina modulando la señalización intracelular de la hormona, y se encuentra inversamente relacionada con la insulinoresistencia en pacientes con obesidad, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico (10).

No obstante, en condiciones de exceso de peso la secreción de estas adipoquinas se encuentra alterada, en el caso de la leptina, se ha demostrado que sus niveles plasmáticos en individuos obesos o con sobrepeso son mayores en comparación con los de peso saludable, lo que indica resistencia de los tejidos a la acción de esta hormona o que las vías de señalización intracelular asociadas a la leptina están alteradas en estos individuos. En el caso de la adiponectina, se ha encontrado que sus niveles plasmáticos son menores que los que se presentan en condiciones normales de peso. Por lo que una mejoría en estos parámetros, producto de una intervención en personas con exceso de peso, sería la generación de mayores concentraciones plasmáticas de adiponectina y menores de leptina en estas personas.

El objetivo del presente trabajo fue analizar las concentraciones de leptina y adiponectina y la relación entre ambas adipoquinas, como

indicadores evaluativos de la efectividad del Modelo para la prevención de obesidad infantil “Póngale Vida” de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio descriptivo de casos y controles en el que participaron 253 escolares del cantón de la Unión de Tres Ríos, Cartago, Costa Rica con edades entre los 6 y 10 años, 87 de estos menores participaron en la intervención de prevención de la obesidad infantil “Póngale Vida” de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica (UCR) y los 166 restantes fueron controles, por lo que no se les intervino. De los 253 escolares se tomó una submuestra de 108 niños (37 casos y 71 controles) para los análisis bioquímicos. La cantidad de participantes muestreados obedece a razones de: recursos disponibles y confiabilidad de los resultados (doble de controles en relación con los casos). La intervención se realizó en el año 2009 y tuvo una duración de 8 meses.

La intervención consistió en la promoción de prácticas alimentarias saludables en el centro educativo al que pertenecían los niños intervenidos (todos pertenecían a la misma escuela) esto mediante la emisión de mensajes nutricionales diarios por parte de los docentes, exposición a materiales educativos colocados en las aulas y en el comedor estudiantil y el abordaje de temas nutricionales como contenido transversal del currículum académico de los niños (por ejemplo: enseñar matemáticas usando alimentos de ejemplo, o realizar comprensiones de lectura, basándose en temas alimentarios, entre otros).

La intervención también promovió la actividad física en los menores, tanto en el ambiente escolar como familiar. En el ambiente escolar mediante la estrategia de “15 minutos activos en el aula” y “Recreo Activo”. La primera consistió en

que, diariamente se realizaba una pausa de 15 minutos durante el tiempo de lección para que los niños hicieran baile, juegos académicos o una rutina de ejercicios determinada. El “Recreo Activo” se implementó 1 vez a la semana y consistía en participar en un recreo semanal de mayor duración (de 20 a 30 minutos) al usual (5 a 10 minutos), en el cual se ofrecían diferentes estaciones de trabajo (fútbol, baile, carreras con obstáculos, entre otras) por las cuales los niños debían pasar. La actividad física en el ambiente familiar se promocionó mediante el envío de mensajes al hogar en el cual se estimulaba a los padres o encargados a realizar actividades al aire libre con los menores. A nivel familiar se trabajó la estrategia de “Domingos Familiares” la cual consistía en la práctica de eventos lúdicos gratuitos en escenarios comunitarios donde se ofrecían opciones recreativas y educativas para la toda la familia lo cual pretendía favorecer la adopción de prácticas de alimentación y de actividad física saludables.

En la comunidad se instaló un proceso de fortalecimiento del liderazgo comunitario como medio para favorecer cambios en el ambiente alimentario y de actividad física de la comunidad. Los líderes capacitados fueron los responsables de la organización y gestión de los “Domingos familiares”.

Es importante señalar que los educadores de la escuela en la que se realizó la intervención fueron capacitados para la implementación del modelo “Póngale Vida”, en el que se basaron las estrategias antes descritas, puesto que algunas de ellas estuvieron bajo la responsabilidad del profesor.

El estudio fue aprobado por el comité ético de la UCR en la sesión No.226 del 08 de febrero de 2012. El consentimiento informado fue obtenido de los padres o representantes legales de los menores.

Las medidas antropométricas (peso y talla,

tomadas por personal previamente capacitado y estandarizado) y el porcentaje de grasa fueron determinados al inicio y final de la intervención. El diagnóstico antropométrico se realizó utilizando el indicador IMC/Edad, según los patrones de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007, considerando sobrepeso: $>+1DS$, obesidad: $>+2DS$, delgadez $<-2DS$ y delgadez severa: $<-3DS$.

El porcentaje de grasa fue calculado mediante una ecuación de regresión que se construyó a partir del análisis del peso y la talla para la estimación de grasa corporal mediante la comparación con el estándar de oro (técnica de agua deuterada), la ecuación empleada fue la siguiente: $(12.03 + 0.68 * \text{Peso (kg)} + 1.45 * (\text{sexo}=1 \text{ o } 2, 1 \text{ masculino}, 2 \text{ femenino}) - 0.19 * \text{Talla (mts)})$. Esta es una ecuación de predicción del porcentaje de grasa con alta sensibilidad para su uso a nivel escolar, la cual fue desarrollada como uno de los objetivos del proyecto ARCAL RLA/6/052 “Desarrollo y evaluación de programas de intervención para reducir la malnutrición infantil en Latinoamérica” Capítulo Costa Rica de la Organización Internacional de Energía Atómica y con su debido aval del Comité Ético de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica Proyecto No. 742-A5-318.

Las características demográficas (edad, sexo, lugar de residencia, escuela a la que asiste) fueron recolectadas mediante un formulario diseñado para este fin al inicio de la investigación.

Las muestras de suero fueron recolectadas al inicio y final de la intervención y almacenadas a $-80^{\circ}C$ hasta su uso. La determinación de las concentraciones séricas de leptina y adiponectina se realizó por duplicado y mediante la técnica de ELISA siguiendo la metodología recomendada por el fabricante del kit KHP 0041 Adiponectina Humana y del kit KAC2281 Leptina Humana ambos de la marca Invitrogen.

Se realizó un análisis descriptivo de

las concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina según sexo, edad, y estado antropométrico, haciendo uso de medidas de tendencia central (promedio). Los análisis comparativos se realizaron utilizando la técnica T student, Wilcoxon o U Mann Withney según la naturaleza de los datos y análisis de relación entre variables antropométricas y bioquímicas empleando la correlación simple (r pearson). Los datos se analizaron considerando un nivel de confianza de 95% (p 0.05). Se empleó el paquete de análisis estadístico SPSS versión 15.0

RESULTADOS

a. Características de la muestra

En cuanto a sexo, la distribución de la muestra fue aproximadamente de un 50% para cada uno de ellos, tanto en el grupo intervenido como control (intervenido 20 M y 17 F) (control 35 M y 36 F) y el rango de edad corresponde al establecido inicialmente (de los 6 a los 10 años de edad). Las características antropométricas y bioquímicas en el grupo intervenido y control antes y después de la intervención se muestran en el Tabla 1.

b. IMC y porcentaje de grasa después de la intervención

Al final del período de la intervención, el valor de IMC promedio y el porcentaje de grasa aumentaron de forma significativa en ambos grupos. Con respecto a la variable sexo, se observó que los niños pertenecientes al grupo intervenido aumentaron el IMC pero las niñas lo disminuyeron, siendo estos cambios significativos en los dos sexos (masculino $p=0.026$, femenino $p<0.000$). No obstante, en el grupo control ambos sexos aumentaron el promedio del IMC, sin embargo, este aumento fue de mayor magnitud y significativo sólo para los niños ($p<0.000$) (Figura 1)

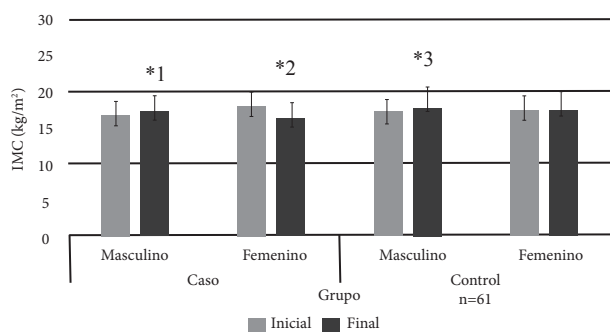
El porcentaje de grasa, tanto los niños como las niñas de ambos grupos aumentó de manera

TABLA 1. Comparación de las características antropométricas y bioquímicas en el grupo caso (A vs B), en el grupo control (C vs D) y entre el grupo caso y control después de la intervención (B vs D).

Variable	Grupo caso inicio (A)	Grupo caso final (B)	P valor A vs B	Grupo control inicio (C)	Grupo control final (D)	P valor C vs D	P valor B vs D
Sexo (masculino/femenino)	20/17	20/17	NA	35/36	35/36	NA	NA
Estado nutricional (nl/sp/ob/ds)	29/7/1/0	29/7/1/0	NA	50/12/8/1	50/12/8/1	NA	NA
IMC (Kg/m ²)	16.46 ± 1.78	16.83 ± 2.09	0.005	17.23 ± 2.48	17.65 ± 2.48	0.000	0.099
Porcentaje de grasa	31.22 ± 3.79	32.87 ± 4.55	0.000	32.57 ± 4.00	33.46 ± 4.12	0.000	0.322
Adiponectina (ng/mL)	22.38 ± 7.36	28.12 ± 7.96	0.000	26.96 ± 10.27	23.07 ± 7.08	0.000	0.001
Leptina (ng/mL)	5.21 ± 4.13	5.98 ± 3.46	0.068	6.92 ± 4.11	6.49 ± 5.13	0.026	0.734

Nota: NA: no aplica, nl: normal, sp: sobrepeso, ob: obesidad y ds: delgadez. Valores de p, para pruebas T student, U Mann Withney o Wlcoxon según la característica de las variables a analizar.

significativa ($p < 0.000$). No obstante, en el grupo intervenido, las niñas aumentaron en mayor magnitud este indicador en comparación con los niños; situación que fue inversa en el grupo control.



Datos son presentados como promedios ± DS

*1 p: 0.026, *2 p: 0.000, *3 p: 0.000

FIGURA 1: IMC en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según sexo

En los escolares intervenidos se observó un aumento del IMC únicamente en aquellos con un estado antropométrico normal ($p = 0.004$) y en los escolares controles este aumento se dio en los que presentaron un estado antropométrico normal ($p < 0.000$) y sobrepeso ($p = 0.011$). En el caso del porcentaje de grasa, se presentó un aumento tanto en el grupo intervenido como en el grupo control en todos los estados antropométricos.

c. Análisis de las diferencias del IMC y el porcentaje de grasa entre el grupo caso y control después de la intervención.

Al finalizar la intervención el IMC y el porcentaje de grasa, no presentaron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervenido (IMC $p = 0.099$; porcentaje de grasa $p = 0.322$), independientemente del estado antropométrico de los niños.

Sin embargo, las niñas del grupo intervenido

presentaron un menor IMC que las niñas del grupo control ($p=0.021$). En el caso de los niños, no se observó diferencia entre ambos grupos.

d. Leptina y adiponectina después de la intervención

Luego de la intervención, en el grupo intervenido los niveles de leptina no se modificaron, mientras que los niveles de adiponectina mostraron un aumento significativo ($p<0.000$). Sin embargo, en el grupo control ambas variables disminuyeron (leptina $p=0.026$ y adiponectina $p<0.000$).

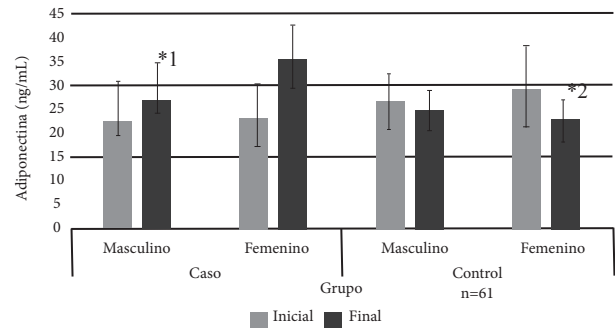
Cabe destacar que en el grupo intervenido los varones no presentaron cambios significativos para ninguna de las variables, mientras que, en las niñas, tanto las concentraciones séricas de leptina y como las de adiponectina aumentaron (leptina $p=0.007$ y adiponectina $p<0.000$). Por su parte, en el grupo control, solo se observó una disminución en la concentración de adiponectina ($p<0.000$) en las niñas.

Se determinó que los escolares intervenidos con un estado nutricional normal y con exceso de peso (sobrepeso y obesidad unidos), aumentaron significativamente el nivel plasmático de adiponectina después del período de la intervención. Mientras que los escolares del grupo control que presentaban un estado antropométrico normal y sobrepeso disminuyeron las concentraciones plasmáticas de adiponectina ($p=0.018$ y $p=0.026$, respectivamente) (Figura 2).

e. Análisis de las diferencias de leptina y adiponectina entre el grupo caso y control después de la intervención.

No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones séricas de leptina ni en la relación leptina/adiponectina después de la intervención ($p=0.734$ y $p=0.267$, respectivamente), sin embargo, se determinó

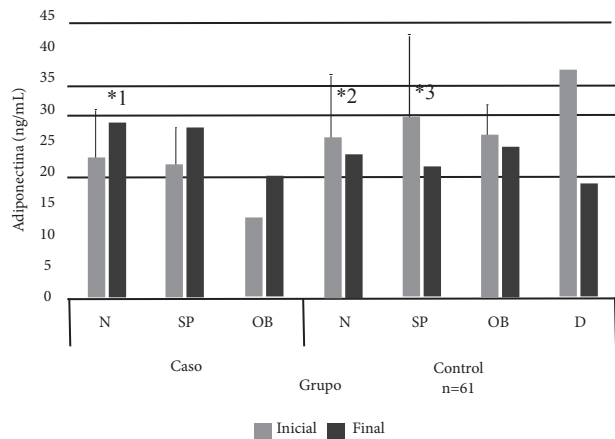
que la concentración de adiponectina si difiere significativamente en ambos grupos ($p<0.001$), siendo más importante el aumento de adiponectina en el grupo intervenido y de forma específica en el grupo de las niñas ($p<0.000$) y en los escolares con un estado antropométrico normal ($p=0.006$) (Figura 3).



Datos son presentados como promedios \pm DS

*1 $p: 0.000$, *2 $p: 0.000$

FIGURA 2. Adiponectina en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según sexo.



Nota: Estado antropométrico: N= Normal, SP= Sobrepeso, OB=Obesidad, D= Delgadez. Datos son presentados como promedios \pm DS. *1 $p: 0.002$, *2 $p: 0.026$ *3 $p: 0.018$

FIGURA 3. Adiponectina en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según estado antropométrico.

DISCUSIÓN

Las intervenciones que contribuyan a la modificación de los hábitos alimentarios y la actividad física han sido consideradas como las medidas más importantes para lograr modificaciones en el peso corporal en los niños y adolescentes. Sin embargo, la simple medida de parámetros antropométricos puede no identificar los cambios reales asociados a estas intervenciones (3).

En la presente investigación se determinó que después del período de intervención, las concentraciones séricas de adiponectina aumentaron de forma significativa en los escolares intervenidos, lo cual es relevante por el papel metabólico de ésta adipoquina.

Es importante señalar que las niñas son las que presentaron un mayor impacto de la intervención, ya que el aumento en la adiponectina en ellas fue significativo, no así en los niños. Esto coincide con los hallazgos de otros investigadores (11), quienes en su trabajo encontraron que, en niños sanos, la adiponectina se relaciona con el dimorfismo sexual, no así en niños obesos. Los investigadores (11), proponen que en niños prepúberes (como los de nuestra investigación), este dimorfismo puede estar influenciado por las características propias del adipocito. Al respecto indican como posibles causas: 1) el tamaño del adipocito en el individuo; aquellos de un mayor tamaño secretan menos adiponectina y 2) la sensibilidad del adipocito a la insulina; puesto que la hiperinsulinemia puede inducir hiperleptinemia o promover alteraciones en la funcionalidad de la adiponectina. Un cambio en el grado de sensibilidad de las células adiposas a la insulina puede contribuir a la secreción alterada de estas adipoquinas, porque a pesar de que las vías de secreción de la leptina y adiponectina son diferentes, ambas pueden ser moduladas por la insulina. Sin embargo, estas razones no pudieron ser validadas en la presente investigación puesto

que la medición de insulina no se incluyó en esta investigación.

Por otro lado, al ser la adiponectina una hormona sintetizada por el tejido adiposo, la diferencia encontrada en el grupo intervenido según sexo podría deberse a que, a pesar de que el aumento en el porcentaje de grasa se reportó en ambos sexos, fue mayor en magnitud en las niñas, puesto que las mujeres aumentaron 1.76% su porcentaje de grasa en comparación con su nivel inicial y los hombres 1.56%.

Al respecto, Cambuli et al. 2008 (3), encontraron que luego de 1 año de intervención, los cambios en la adiponectina fueron significativamente asociados con los cambios en el porcentaje de la masa grasa, lo cual coincide con los hallazgos del presente trabajo y podría ser la explicación del aumento de adiponectina en conjunto con el de masa grasa identificado y en especial en las niñas.

En relación con grado de adiposidad, se esperaba que la intervención al incentivar la actividad física y prácticas de alimentación saludable promoviera una mejora tanto en el porcentaje de grasa como en el IMC, no obstante, tanto en el grupo intervenido como en el control ambos indicadores antropométricos aumentaron. Esto puede deberse a que, en ambos grupos, la mayoría de los individuos tenían un estado antropométrico normal (más del 70% de los individuos en cada grupo), por lo que los aumentos encontrados pueden ser propios de la etapa de la vida en que se encuentran los sujetos, donde la ganancia de estatura y crecimiento de tejidos y órganos es considerable y prioritaria. Asimismo, la literatura reporta que a lo largo de la infancia y adolescencia se da un aumento en la grasa corporal total (12).

Por otra parte, el aumento que se presentó en el IMC en el grupo intervenido, hace alusión a que los cambios metabólicos no son dependientes de una modificación en el peso, ya que se presentó una mejora significativa en los niveles plasmáticos

de adiponectina a pesar del incremento del peso.

Lo anterior, coincide con la investigación de Roberts *et al* (13), quienes señalan que la tendencia científica es pensar que la disminución de peso es la que genera cambios en el fenotipo metabólico de individuos con sobrepeso y obesidad, no obstante en un trabajo efectuado por el mismo grupo de investigadores, en el cual se promovió cambios en el estilo de vida en un lapso de tiempo corto (2 semanas) en jóvenes con sobrepeso y obesidad se demostró que hubo una reversión del síndrome metabólico y una disminución de los factores de riesgo ateroscleróticos, a pesar de que no hubo reversión de la obesidad en los participantes. Señalan además, que los cambios metabólicos se produjeron a pesar de los pequeños cambios en peso y que el análisis de correlación indicó que los cambios en marcadores fenotípicos (citoquinas, adipocinas y marcadores endocrinos (amilina e inhibidor de activador de plasminógeno 1 (PAI-1)) fueron independientes de la pérdida de peso. Por lo que estos hallazgos sugieren que los cambios de estilo de vida pueden ser el motor de los cambios en los fenotipos metabólicos y cardiovasculares (3, 13) sin cambios de peso como sucedió en la presente investigación.

Esto fue nuevamente verificado por el mismo grupo de investigadores quienes desarrollaron una intervención basada en dieta y ejercicio (2-2.5 horas/día) durante dos semanas en individuos con estado nutricional normal, sobrepeso y obesidad. En esta oportunidad nuevamente observaron que los cambios en leptina (disminución significativa), adiponectina (aumento en todos, pero significativa sólo en obesos) y otras citoquinas estudiadas eran similares en los grupos y que estos cambios no mostraron una correlación con modificaciones en el peso, el IMC o la circunferencia de la cintura. (13)

Una posible explicación a este efecto similar, de intervenciones cortas, en individuos con peso normal o con exceso de peso, es que los sujetos

obesos tienen una predisposición genética para aumentar de peso más fácilmente en comparación con los sujetos de peso normal (13).

De hecho, Roberts *et al* (13) afirman que es conocido que muchos sujetos obesos son metabólicamente saludables, mientras que muchos individuos con peso normal son metabólicamente poco saludables. Por lo tanto, a largo plazo, es posible que con la continua modificación de estilo de vida la obesidad pueda ser revertida, pero incluso si no, los obesos podrían desarrollar un fenotipo metabólicamente sano, como se señaló en el corto plazo con los sujetos obesos que participaron del estudio. Además, dado que los intentos de pérdida de peso son típicamente asociados con un alto grado de reincidencia en poblaciones adultas y pediátricas, la modificación del estilo de vida que se centre en la normalización de los fenotipos metabólicos puede ser significativa en la población pediátrica.

En cuanto al análisis del cambio en el IMC luego del período de intervención en el grupo caso según el sexo, se encontró que a pesar de que de forma grupal los escolares intervenidos aumentaron significativamente el IMC, son los varones los que reflejan este efecto, puesto que las niñas lo disminuyeron. Esto reafirma nuevamente lo encontrado para la variable adiponectina, ya que en ambas variables se muestra que son las mujeres las que mejor respondieron a la intervención, mostrando los efectos esperados; aumento de adiponectina y disminución del IMC.

Se podría pensar que las diferencias reportadas para adiponectina e IMC obedecen a una situación de género, quizás porque las niñas fueron más perceptivas a la educación nutricional y sobre estilos de vida saludables ofrecidos durante la intervención. Se podría asociar a una participación más activa en las estrategias de actividad física, y a tener mayor interés en el consumo de frutas y/o vegetales y lácteos y a la

disminución del consumo de alimentos de alta densidad energética.

Esto porque es conocido que las niñas consumen en mayor cantidad y de forma más frecuente frutas y vegetales (14, 15) y que a los varones les agrada más los alimentos grasos y azucarados (15). Cooke & Wardle indican que esto puede deberse al hecho de que los hombres al tener un mayor requerimiento energético en comparación con las mujeres a lo largo de la vida tienen preferencias por alimentos con mayor densidad energética y/o la influencia social que hace que las mujeres presten más interés a ajustarse a una dieta saludable.

Al respecto, Monge et al (16), en su investigación determinaron que los adolescentes costarricenses consideran que alimentarse saludablemente es un comportamiento afeminado, por lo que constituye una barrera para la adopción de hábitos alimentarios sanos por parte de los hombres.

Por otra parte, en el estudio de la influencia del estado antropométrico inicial sobre el comportamiento de las adipoquinas en este trabajo, también se observó que fueron los escolares con un estado antropométrico normal, los que respondieron de forma significativa a la intervención con el aumento de adiponectina y más significativamente las mujeres, que como se mencionó en párrafos anteriores puede ser producto de que la mayoría de la población intervenida tenía un estado antropométrico normal.

Sin embargo, aunque el cambio no fue significativo para los escolares con sobrepeso y obesidad, se evidenció que la intervención generó un aumento de la adiponectina también en estos grupos, por lo que podría pensarse que si se aumenta el período de implementación de las estrategias los resultados en estos escolares también habrían llegado a ser significativos, ya

que experiencias similares referidas por otros investigadores (8, 17, 18, 19) indican que estos grupos generan los cambios esperados (aumento de adiponectina y disminución de leptina) luego de intervenciones de un año o más de aplicación y en las que la actividad física se realiza por períodos iguales o superiores a 1 hora al día y bajo supervisión profesional. Asimismo, el control dietético ajustado a las necesidades de los participantes puede ser otra herramienta útil para generar los cambios bioquímicos esperados en los grupos con exceso de peso.

Dentro de los trabajos que apoyan lo mencionado en el párrafo anterior se encuentra el de Rambhojan y et al (19), quienes luego de realizar una intervención de un año en niños y adolescentes en la cual se incluía el asesoramiento dietético, actividad física regular y el apoyo familiar, se encontró que las concentraciones de adiponectina aumentaron significativamente en niños normales, con sobrepeso y obesidad.

En cuanto al control dietético, en experiencias exitosas con niños o adolescentes obesos o con sobrepeso, el consumo de alimentos estuvo bajo un control más estricto, ya que a cada individuo se le indicó una dieta ajustada a sus necesidades, situación que podría favorecer el impacto de la intervención en estos grupos específicos.

Sin embargo, por la naturaleza de la intervención “Póngale Vida”, es poco factible esto, puesto que la estrategia involucra a niños de todos los estados antropométricos de manera inclusiva, para evitar que los niños con exceso de peso se sientan señalados, ya que esto podría afectar su dimensión emocional. Además, el modelo en que se enmarca la estrategia es ecológico, con un enfoque poblacional y preventivo.

No obstante, a pesar de las diferencias en cuanto al tipo de intervención dietética y ejercicio de la intervención “Póngale Vida” en comparación con otras similares, el hecho de que

en un período de ocho meses lograra cambios en los escolares intervenidos normales y con exceso de peso, indica que ésta podría ser una buena herramienta preventiva de obesidad infantil y sus complicaciones, puesto que podría mejorar el perfil metabólico de los participantes (debido al aumento de adiponectina), independientemente de la condición nutricional.

De igual manera, el porcentaje de grasa aumentó de forma significativa en los niños intervenidos de forma independiente del estado antropométrico inicial, lo que indica que en esta investigación ésta característica tampoco fue determinante para generar los cambios observados en la masa grasa.

Luego del período de intervención los escolares del grupo intervenido no mostraron cambios en la leptinemia, lo cual coincide con lo reportado en el trabajo de Rambhojan *et al.*, 2015 (19), mencionado anteriormente, quienes determinaron que luego de la intervención las concentraciones de leptina permanecieron sin cambios significativos luego de un 1 año de seguimiento en los niños en condiciones normales de peso y con sobrepeso, pero disminuyeron significativamente en niños obesos (este resultado se observó en el niño obeso que participó de la intervención (3% del grupo intervenido)). Lo anterior, evidencia que la leptina podría no ser un buen indicador de efectividad de intervenciones en las que la mayoría de población intervenida fueran niños con estado antropométrico normal, como en el caso de la presente investigación.

Por otra parte, a pesar de no haber encontrado cambios significativos en la relación leptina:adiponectina, otros investigadores han relacionados estos cambios con menores grados de inflamación y resistencia a la insulina, lo cual se traduce en un menor riesgo de enfermedad metabólica (20). En nuestro caso esta diferencia no resultó ser notoria probablemente porque no estuvo acompañada de cambios en las concentraciones de leptina.

Según los resultados de esta investigación, como se mencionó anteriormente, podría pensarse que si la intervención se realizara por un lapso de tiempo mayor y con sesiones de actividad físicas de mayor duración y frecuencia, las concentraciones de leptina podrían disminuir significativamente en los menores con exceso de peso.

Debido a que en estudios similares cuyo impacto ha sido positivo en esta adipoquina, el tiempo en que se desarrolla la estrategia y el que se le dedica a la actividad física es mayor, como fue el caso de la experiencia de Blüher *et al.* (8), quienes demostraron que luego de una intervención en niños que incluía la práctica de ejercicio 150 minU/semana y la modificación de la alimentación durante un año, los niveles de leptina se reducen significativamente y este cambio correlacionó positivamente con los cambios en IMC.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados del trabajo, podría afirmarse que la intervención “Póngale Vida” aun en un periodo de ejecución menor de un año mostró ser una propuesta efectiva para prevenir la obesidad infantil, ya que independientemente de la condición antropométrica del escolar, promueve un cambio positivo en la adiponectinemia, debido a que desde los menores con un estado nutricional normal hasta los que presentaron sobrepeso, aumentaron la concentración plasmática de adiponectina. Asimismo, podría ser una estrategia conveniente en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad infantil, ya que se determinó que en estos grupos también genera una modificación positiva de las concentraciones séricas de adiponectina. Sin embargo, es evidente la necesidad de que la intervención se realice en periodos superiores a un año para favorecer sus efectos como es

la modificación en leptinemia. El aumento en los indicadores IMC y porcentaje de grasa reportados en la población intervenida, hace alusión a que los cambios en la adiponectinemia encontrados no son dependientes de una disminución del peso y porcentaje de grasa en los escolares. Las concentraciones séricas de leptina no mostraron un cambio significativo luego de la intervención, lo cual indica que bajo las mismas condiciones y características de población a intervenir (mayoría niños con estado antropométrico normal), la leptina podría no ser un buen indicador de efectividad de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica (CONICIT) y la Universidad de Costa Rica.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (2014). World Health Statistics 2014. Geneva, Switzerland.
2. Ministerio de Salud y Ministerio de Educación Pública (2017). Informe Ejecutivo Censo Escolar Peso-Talla Costa Rica, 2016. Recuperado de: <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
3. Cambuli VM, Musiu MC, Incani M, Paderi M, Serpe R, Marras V, Cossu E, Cavallo MG, Mariotti S, Loche S, Barioni MG. (2008). Assessment of adiponectin and leptin as biomarkers of positive metabolic outcomes after lifestyle intervention in overweight and obese children. *J Clin Endocrinol Metab.* 93,3051-7. doi: 10.1210/jc.2008-0476
4. Yeste, D. & Carrascosa, A. (2011). Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. *Anales de Pediatría.* 75,135.e1-135.e9 doi:10.1016/j.angepedi.2011.03.025
5. Pulgarón, E. (2013). Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities. *Clinical Therapeutics.* 35, A18-A32. doi.org/10.1016/j.clinthera.2012.12.014
6. Arslan, N., Erdur, B. & Aydin, A. (2010). Hormones and cytokines in Childhood Obesity. *Indian Pediatrics,* 47, 829-839. Recuperado de <http://www.indianpediatrics.net/oct2010/829.pdf>
7. Martos- Moreno, G.A, Kopchick, J. & Argente, J. (2013). Adipoquinas en el niño sano y con obesidad. *Anales de pediatría.* 39, 189.e1-189.e15. doi.org/10.1016/j.angepedi.2012.10.008
8. Blüher, S., Panagiotou, G., Petroff, D., Markert, J., Wagner, A., Klemm, T.,... Mantzoros, C. (2014). Effects of a 1-Year Exercise and Lifestyle Intervention on Irisin, Adipokines, and Inflammatory Markers in Obese Children. *Obesity,* 22, 1701-1708. doi:10.1002/oby.20739
9. Timper, K. & Brüning, J. (2017). Hypothalamic circuits regulating appetite and energy homeostasis: pathways to obesity. *Disease Models & Mechanisms.* 10, 679-689 doi:10.1242/dmm.026609
10. Gilardini L, McTernan PG, Girola A, da Silva NF, Alberti L, Kumar S, Invitti C. 2006 Adiponectin is a candidate marker of metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Atherosclerosis* 189:401– 407
11. Murdolo1, G., Nowotny, B., Celi, F., Donati, M., Bini, V., Papi, F., Gornitzka, G., Castellani, S., Roden, M., Falorni, A., Herder, C. & Falorni, A. (2011). Inflammatory Adipokines, High Molecular Weight Adiponectin, and Insulin Resistance: A Population Based Survey in Prepubertal Schoolchildren. *PLoS ONE* 6(2): e17264. doi:10.1371/journal.pone.0017264
12. Staiano, A. & Katzmarzyk, P. (2012). Ethnic and sex differences in body fat and visceral and subcutaneous adiposity in children and adolescents. *International Journal of Obesity.* 36, 1261–1269. doi:10.1038/ijo.2012.95
13. Roberts, C., Izadpanah, A., Angadi, S & Barnard, J. (2013). Effects of an intensive short-term diet and exercise intervention: comparison between normal-weight and obese children. *American*

- Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 305, R552–R557. doi:10.1152/ajpregu.00131.2013.
14. Rasmussen, M., Krølner, R., Klepp, K., Lytle, L., Brug, J., Bere, E., & Due, P. (2006). Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: a review of the literature. Part I: quantitative studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3, 1-9. doi:10.1186/1479-5868-3-22
 15. Cooke, L. & Wardle, J. (2005). Age and gender differences in children's food preferences. *British Journal of Nutrition*, 93, 741–746. doi: 10.1079/BJN20051389
 16. Monge, R., Garita, C., Sánchez, M. & Muñoz, L. (2005). Barriers to and Motivators for Healthful Eating as Perceived by Rural and Urban Costa Rican Adolescents. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 37, 33-40. Recuperado de http://ac.els-cdn.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/S1499404606602571/1-s2.0-S1499404606602571-main.pdf?_tid=01ef1c94-e4d8-11e5-a5f00000aacb35d&acdnat=1457405390_a0f8025981ca82bdbacb678c288b845d
 17. Siegrist, M., Rank, M., Wolfarth, B., Langhof, H., Haller, B., Koenig, W. & Halle, M. (2013). Leptin, adiponectin, and short-term and long-term weight loss after a lifestyle intervention in obese children. *Nutrition*, 29, 851-857. doi.org/10.1016/j.nut.2012.12.011
 18. Mendelson, M., Michallet, A., Monneret, D., Perrin, C., Estève, F., Lombard, P., Faure, P., Lévy, P., Favre-Juvin, A., Pépin, J., Wuyam, B. & Flore, P. (2014). Impact of exercise training without caloric restriction on inflammation, insulin resistance and visceral fat mass in obese adolescents. *Pediatric Obesity*, 1-9. doi: 10.1111/ijpo.255
 19. Rambhojan, C., Bouaziz-Amar, E., Larifla, L., Deloumeaux, J., Clepier, J., Plumasseau, P., Lacorte, J. & Foucan, L. (2015). Ghrelin, adipokines, metabolic factors in relation with weight status in school-children and results of a 1-year lifestyle intervention program. *Nutrition & Metabolism*, 12, 1-10. doi 10.1186/s12986-015-0039-9
 20. Chou HH, Hsu LA, Wu S, Teng MS, Sun YC, Ko YL. (2014). Leptin-to-Adiponectin Ratio is related to low grade inflammation and insulin resistance independent of obesity in non-diabetic Taiwanese: A cross-sectional cohort study. *Acta Cardiol Sin.*30_201-14.

Recibido: 21-02-2018
Aceptado: 03-05-2018

Incremento del valor nutrimental, actividad antioxidante y potencial inhibitorio de α -glucosida en brownies a base de leguminosas cocidas

Jesús J. Rochín Medina¹, Karina Ramírez¹, Jesús G. Rangel-Peraza¹, Jesús Aguayo-Rojas².

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. ²Instituto Politécnico Nacional (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Campus Zacatecas). Zacatecas, Zacatecas, México.

RESUMEN: El objetivo de la presente investigación fue evaluar el valor nutrimental, actividad antioxidante e inhibición de la enzima α -glucosidasa de brownies libres de gluten enriquecidos principalmente con leguminosas. Los brownies fueron elaborados principalmente con leguminosas cocidas de frijol pinto (*Phaseolus vulgaris* L.), alubia chica (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.) o lenteja (*Lens culinaris* L.) (300 g de producto). Cada producto fue dividido en porciones de 100 g cada uno. Posteriormente, se determinó su composición nutrimental, y de los extractos etanólicos libres y ligados obtenidos, se evaluó el contenido de fenólicos totales, flavonoides, actividad antioxidante y el potencial inhibitorio de la enzima α -glucosidasa. Los brownies a base de leguminosas cocidas fueron significativamente mejores que los comerciales, y presentaron un contenido de proteínas entre 6.2 y 6.9%, 1.6-4.2% de lípidos, 1.2-5.8% de fibra dietaria soluble y 11.7-21.5% de fibra dietaria insoluble. Los productos presentaron en mayor proporción a los ácidos grasos linoléico y linoleico, además fueron ricos en minerales. El contenido de fenólicos totales, y flavonoides varió dependiendo de la leguminosa con la cual se desarrolló el producto, así como de la fracción que se evaluó. La actividad antioxidante total fue mayor en los brownies de alubia. La mayor inhibición de α -glucosidasa la presentaron los extractos de brownies elaborados a base de lenteja (fracción libre) y garbanzo (fracción ligada). Los brownies elaborados con lenteja fueron sensorialmente los más aceptados. La introducción de este tipo de productos promoverá un consumo nutritivo de alimentos por personas de diferentes edades y con efectos benéficos en la salud.

Palabras clave: Brownies, composición nutrimental, antioxidantes, antidiabético.

SUMMARY: Increase in nutritional value, antioxidant activity and inhibitory potential of α -glucosidase in brownies from cooked legumes. The aim of the present study was to evaluate the nutritional value, antioxidant activity and inhibition of α -glucosidase enzyme of gluten-free brownies enriched mainly with legumes. The brownies were elaborated mainly with cooked legumes of pinto (*Phaseolus vulgaris* L.), haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) or lentils (*Lens culinaris* L.) (300 g of product). Each product was divided into portions of 100 g and the chemical and nutritive composition were determined. From the free and bound ethanolic extracts obtained, the content of total phenolics, flavonoids, antioxidant activity and the potential inhibitor of the α -glucosidase enzyme were evaluated. Brownies based on cooked legumes were significantly better than commercial brownies, with a protein content between 6.2 and 6.8%, 1.6-4.2% lipids, 1.2-5.8% soluble dietary fiber and 11.7-21.5% insoluble dietary fiber. The products had a higher proportion of linolenic and linoleic fatty acids, and they were rich in minerals. The content of total phenolics and flavonoids varied depending on the legume as well as the fraction that was evaluated. Total antioxidant activity was higher in haricot bean-brownies. The highest inhibition of α -glucosidase was detected in extracts obtained from lentil (free fraction) and chickpea (bound fraction) brownies. Brownies based on lentil were the most accepted in the sensory test. The introduction of this type of products promotes a nutritious consumption of foods by people of different ages with beneficial effects on health.

Key words: Brownies, nutritional composition, antioxidants, antidiabetic.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria necesita satisfacer

la creciente demanda de alimentos más saludables y de buena aceptabilidad por parte de

los consumidores. La búsqueda de este tipo de alimentos como productos de panadería es una necesidad en nuestra población. Los alimentos sin gluten a menudo tienen menor valor nutricional y efectos benéficos a la salud que sus homólogos de gluten, así mismo, los productos libres de gluten pueden conducir a la deficiencia minerales, proteínas, fibra y otros compuestos nutrimentales (1-3). Por todo esto, la búsqueda o desarrollo de alimentos libres de gluten que cumplan con altos valores nutrimentales y nutraceuticos sensorialmente aceptables es importante para incrementar el consumo de este tipo de productos.

Además de la intolerancia al gluten, en el mundo cerca de 422 millones de personas padecen diabetes caracterizada por presentar una hiperglucemia, debido a defectos en la producción de insulina, su deficiente acción o ambos, por lo que es necesaria la regulación de los niveles de glucosa en sangre (4). Algunos fármacos utilizados para el tratamiento de la diabetes son los inhibidores de la enzima α -glucosidasa. Esta enzima intestinal hidroliza los polisacáridos a glucosa y otros monosacáridos, y la glucosa liberada es entonces absorbida por el intestino y contribuye a la hiperglucemia posprandial.

Los compuestos inhibidores de α -glucosidasa previenen o retrasan la digestión o absorción de carbohidratos y suprimen la hiperglucemia postprandial disminuyendo la acción de la α -glucosidasa intestinal, por lo que estos compuestos son útiles en el manejo de la diabetes tipo 2 (5).

Las leguminosas cocidas son la forma procesada más común para su consumo, sin embargo, este consumo ha experimentado una disminución lenta, pero constante tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. Por tal motivo, se han realizado estudios para la adición de leguminosas a productos de panificación como

pan, muffins y biscuits para incrementar su valor nutrimental (6,7). Además, se ha reportado que las leguminosas poseen compuestos con actividad biológica que se encuentran en su forma libre y ligados a la fibra, estos últimos llegan hasta el colon y son metabolizados por la microbiota (8). La adición de leguminosas integrales cocidas a productos de panificación como brownies es una estrategia para incrementar el consumo de productos libres de gluten. Estos productos contienen un alto valor nutrimental, moléculas con actividad antioxidante y moléculas con capacidad de controlar la acción de enzimas relacionadas con liberación rápida de glucosa en sangre; y de esta manera poder ampliar el rango de personas que puedan consumir estos productos.

El objetivo de este estudio fue evaluar el valor nutrimental, actividad antioxidante e inhibición de la enzima α -glucosidasa de brownies libres de gluten enriquecidos con leguminosas cocidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cocción de leguminosas

Las leguminosas utilizadas para el desarrollo de brownies fueron frijol pinto (*Phaseolus vulgaris* L.), alubia chica (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y lenteja (*Lens culinaris* L.), las cuales fueron adquiridas de un supermercado local. Se utilizaron lotes de 500 g de cada leguminosa, los cuales fueron sometidas a remojo frío por 12 h. Posteriormente, las leguminosas se cocieron en una relación 3:5 (p/v) entre granos y agua. Se colocaron a fuego alto hasta que el agua hirvió, en este momento se retiró la espuma que se forma en el proceso de cocción y se disminuyó el calor del fuego; cuando las leguminosas estaban tiernas se apagó el fuego y se dejó enfriar hasta llegar a la temperatura ambiente.

Desarrollo de brownies

Los brownies se elaboraron utilizando 200 g de las distintas leguminosas cocidas (frijol, alubia, garbanzo y lenteja), las cuales se mezclaron con 90 mL de agua potable hasta obtener una mezcla fina y sin grumos. Posteriormente, se le añadió una mezcla de harina de arroz y linaza con una relación 70:30 (p/p) con respecto a la mezcla obtenida anteriormente. Después, se le añadieron 15 g de cacao en polvo, 45 g de azúcar mascabado, 30 mL de miel de agave, finalmente, se le añadieron 3 g de polvo para hornear y se procesó con una licuadora hasta obtener una masa fina, fluida y sin grumos.

La mezcla preparada se vertió en moldes para brownies con papel encerado y se llevó a cocción en horno eléctrico a 180°C por un tiempo de 15 a 20 min, hasta obtener una superficie firme al tacto.

Determinación de la composición química, contenido de minerales y ácidos grasos

La composición química y de minerales de los brownies se determinó por los métodos oficiales de la AOAC (9): humedad (Método 925.09), proteínas (Método 960.52), lípidos (Método 923.03); y la fibra dietaria se determinó por el método 985.29 utilizando el kit para fibra Megazyme®. El contenido de minerales se realizó utilizando el método 955.06 de la AOAC (9) a partir de muestras calcinadas y digeridas con HCl, utilizando un espectro de absorción atómica. Los resultados de minerales fueron expresados como partes por millón (ppm). Todos los resultados fueron expresados en base seca (bs). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

La identificación de ácidos grasos se llevó a cabo de acuerdo con la metodología propuesta por Ryan y col (10), partiendo de los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) los cuales fueron obtenidos mezclando 100 µL del extracto lipídico y 80 µL de KOH. La muestra fue

sonicada a una frecuencia de 60 MHz por 20 s en un ultrasonido (Hielscher Ultrasonic processor, model UP200 HS). Después, la muestra se filtró a través de filtros de nylon (0.45 µm) y se llevó a sequedad en un rotavapor (Yamato, RE301A-W) a 45°C. El residuo se resuspendió en 1 mL de hexano grado HPLC, se centrifugó por 5 min para remover el glicerol y el sobrenadante se pasó a un vial HPLC y se almacenó a -20°C. La muestra se evaluó en un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies, modelo 6890N) acoplado directamente a un espectrómetro de masas (Agilent Technologies, modelo 5973). Se utilizó una columna capilar OMEGAWAX 30 m × 250 µm a una temperatura inicial de 150°C por 5 min, después se incrementó a 240°C en 7°C/min y finalmente se mantuvo a 240°C/10 min. Posteriormente, 0.2 µL de la muestra fueron inyectados vía un automuestreador (Agilent Technologies serie 7683) en modo splitless y utilizando helio como gas portador. Los resultados se expresaron como porciento (%) del total de lípidos.

Obtención de extractos fenólicos libres y ligados

La extracción de fenólicos libres y ligados se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Mora-Rochín y col (11) con algunas modificaciones. Para la extracción de fenólicos libres se tomó 1 g de muestra, resuspendidos en 10 mL de etanol-agua (80:20, v/v), seguido de una homogenización a 50 rpm por 3 h a temperatura ambiente. La muestra fue centrifugada a 3000 ×g por 10 min. El sobrenadante fue recuperado y almacenado a -20°C para el análisis de fenólicos totales, flavonoides y actividad antioxidante de la fracción libre. La fracción ligada se obtuvo a partir del pellet obtenido de la centrifugación anterior. Primeramente, el pellet fue digerido con 5 mL de NaOH 2M a 95°C por 30 min y se dejó en agitación por 1 h a 50 rpm. La muestra fue sometida a una digestión ácida con 2 mL de HCl

concentrado, y homogenizado a 50 rpm por 1 h. Se realizaron 5 lavados con 10 mL de acetato de etilo. Los extractos con acetato de etilo fueron evaporados en un rotavapor (Yamato, RE301A-W) a 45°C y reconstituidos en metanol al 50% para la determinación de fenólicos totales, flavonoides, actividad antioxidante e inhibitoria de α -glucosidasa.

Cuantificación de fenólicos totales y flavonoides

El contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) se determinó mediante la metodología de Singleton y col (12) a partir de los extractos obtenidos anteriormente. Para la cuantificación de fenólicos totales, 200 μ L del extracto fueron oxidados con 1800 μ L del reactivo Folin-Ciocalteu. Luego de 5 min de reposo, se les adicionó 500 μ L de carbonato de sodio al 7% y fueron incubados a temperatura ambiente y protegidos de la luz. Después de 90 min de incubación, se midió la absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro de celdas (Nano SP3000, Científica Senna). Se preparó una curva de calibración utilizando ácido gálico como estándar (25-300 ppm) y el contenido de fenólicos totales fue expresado como mg equivalentes de ácido gálico (mg EAG)/100 g de muestra (bs).

La cuantificación de flavonoides totales (FT) se realizó tomando 200 μ L del extracto al cual se le adicionaron 800 μ L de agua destilada; posteriormente se le agregó 60 μ L de NaNO₂ al 5%, luego de 5 min de reposo, se le agregaron 120 μ L de AlCl₃ al 10% seguido de 400 μ L de NaOH 1M. Finalmente, luego de 30 min de reposo se midió la absorbancia a 510 nm utilizando un espectrofotómetro de celdas (Nano SP3000, Científica Senna). Se preparó una curva de calibración de catequina (25-300 ppm). Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de catequina (mg EC)/100 g de muestra (bs) (13).

Determinación de actividad antioxidante

La capacidad antioxidante de los extractos fue evaluada mediante los ensayos de decoloración de los radicales 2,2-Difenyl-1-picrylhydrazilo (DPPH) a 517 nm, y ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS) a 732 nm. Se utilizó una curva estándar de trolox (0-100 μ mol). Los resultados fueron expresados como μ mol equivalente de trolox (ET)/100 g de muestra (bs).

Inhibición de α -glucosidasa

La evaluación de la inhibición de α -glucosidasa se llevó a cabo siguiendo la metodología de Girish y col (14) con algunas modificaciones. El ensayo de inhibición enzimática se determinó a 200 μ L de p-nitrofenil- α -D-glucopiranosido (10 mg en 2 mL de buffer de fosfatos, pH=7) reaccionando con 50 μ L de extractos fenólicos de los brownies. La reacción se inició añadiendo 80 μ L de la enzima α -glucosidasa (4 mg en 2 mL de buffer de fosfatos, Sigma Aldrich, USA). La reacción fue monitoreada por el incremento de absorbancia a 405 nm, utilizando un espectrofotómetro de celdas (Nano SP3000, Científica Senna) y comparada con la reacción enzimática sin los extractos fenólicos. El porcentaje de inhibición enzimática se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los brownies se realizó con 90 panelistas no entrenados, sin ningún problema de salud, de ambos sexos entre 20 y 50 años, a los cuales se les proporcionaron los productos y una planilla de evaluación. Los evaluadores emitieron su opinión acerca la aceptabilidad global mediante el uso de una escala hedónica de 5 puntos (1= me disgusta mucho; 5=me gusta mucho y un punto central 3= ni me gusta, ni me disgusta). Este tipo de prueba permitió a los panelistas mani-

festar su grado de aceptación por el producto. Las muestras se presentaron en orden aleatorio y se evaluaron con iluminación suficiente, para que no influyera el color, a una temperatura adecuada y aislado de ruido y olores. Los evaluadores se enjuagaron la boca con agua entre cada muestra.

Análisis estadístico.

Se realizó un ANOVA de una sola vía ($P \leq 0.05$). Las diferencias significativas se analizaron mediante una comparación de medias utilizando Tukey, con un nivel de significancia del 95% utilizando el paquete estadístico Minitab 16.

RESULTADOS

Composición química, contenido de minerales y ácidos grasos

La composición química de los productos es un parámetro importante para determinar el valor nutrimental del mismo. En este estudio, los brownies elaborados a base de frijol cocido presentaron el más alto valor nutrimental, mientras que el de garbanzo resultó el más bajo después de los productos comerciales similares ($P \leq 0.05$) (Tabla 1). Así mismo, los brownies de frijol presentaron los valores significativamente más altos de fibra dietaria soluble e insoluble comparado con el resto de brownies elaboradas a base de leguminosa, así como los comerciales. Por otro lado, el brownie de garbanzo presentó los valores más altos en contenido de lípidos (4.2%) (Tabla 1) en donde el ácido linoleico fue el principal ácido graso encontrado (49.4%) (Tabla 2).

Los brownies de frijol cocido y alubia cocida, por separado, a pesar de no presentar los valores más altos en el contenido de lípidos (2.8 y 1.6%, respectivamente), el principal ácido graso en estas leguminosas es el ácido linoléico (40.7% en brownies de frijol; 35.6% en brownies de alubia). Por otro lado, los productos comerciales presentaron el mayor contenido de lípidos (12.1%) en donde los principales ácidos grasos encontrados fueron oleico con 36.2%, palmítico (29.7%) y esteárico (22.5%).

El contenido de minerales de las leguminosas se puede observar en la Tabla 3. Los principales minerales cuantificados fueron hierro (199.8 ppm) en brownies de alubia y calcio (606.6 ppm) en brownies de garbanzo ($P \leq 0.05$). De la misma manera, el brownie de lenteja presenta los valores más altos de fósforo (11265.3 ppm), y el garbanzo los valores más altos de selenio (51.7 ppm). Este último mineral, es considerado un oligoelemento esencial que el organismo necesita en pequeñas cantidades para la síntesis de enzimas antioxidantes necesarios para la prevención del padecimiento de enfermedades crónicas (15). Por otro lado, los brownies comerciales presentaron los valores más altos ($P \leq 0.05$) de magnesio (165.3 ppm).

TABLA 1. Composición química de brownies a base de leguminosas cocidas.

	Proteínas	Lípidos	Fibra dietaria	
			Soluble	Insoluble
Brownie				
Frijol	6.9±1.12 ^a	2.8±1.11 ^d	5.8±0.92 ^a	21.5±0.73 ^a
Alubia	6.6±1.02 ^b	1.6±1.31 ^e	2.0±0.89 ^c	16.7±0.63 ^c
Garbanzo	6.2±0.99 ^c	4.2±1.01 ^b	1.2±0.61 ^e	11.7±0.83 ^e
Lenteja	6.8±0.97 ^a	3.2±1.05 ^c	1.5±0.97 ^d	17.7±0.73 ^b
Comercial	4.3±0.95 ^d	12.1±1.27 ^a	5.0±0.77 ^b	14.2±0.89 ^d

Letras diferentes en la misma columna (\pm desviación estándar) indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

TABLA 2. Contenido de ácidos grasos de brownies a base de leguminosas cocidas¹

Brownie	Ácido graso				
	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linolénico
Frijol	14.0±0.95 ^c	1.3±1.12 ^d	11.5±1.12 ^d	25.0±0.98 ^d	40.7±1.21 ^a
Alubia	12.8±0.79 ^d	1.6±0.99 ^c	10.8±1.06 ^e	27.0±1.02 ^c	35.6±1.12 ^b
Garbanzo	11.7±1.01 ^e	1.8±1.10 ^b	31.1±0.92 ^b	49.4±1.13 ^a	3.7±0.99 ^d
Lenteja	15.2±0.97 ^b	1.6±1.14 ^c	25.8±1.5 ^c	46.1±1.1 ^b	12.4±1.03 ^c
Comercial	29.7±0.89 ^a	22.5±1.12 ^a	36.2±1.05 ^a	18.2±0.97 ^e	0.8±1.31 ^e

¹Porcentaje por porción en base al contenido total de lípidos en base seca; Letras diferentes en la misma columna (±desviación estándar) indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

Contenido de fenólicos totales y flavonoides

Los compuestos fenólicos se han considerado desde hace varios años como compuestos nutraceuticos debido al efecto benéfico que estos poseen cuando son consumidos adecuadamente por medio de la dieta. Dentro de los compuestos fenólicos se encuentran los flavonoides que se les ha relacionado con efectos benéficos como antioxidantes naturales, modulación de problemas cardiovasculares, disminución de procesos inflamatorios crónicos así como la prevención en el desarrollo de carcinogénesis (16).

La concentración de estos componentes presentes en los brownies se encuentra en la Tabla

4. El contenido de fenólicos totales varió entre 46 y 122 mg EAG/100 g de muestra (bs) en su fracción libre, el contenido de estos compuestos en la fracción ligada varió entre 21 y 105 mg EAG/100 g de muestra (bs). El mayor contenido de fenólicos libres se encontró en brownies de lenteja, mientras que la fracción ligada se encontró en los brownies de garbanzo ($P \leq 0.05$).

El contenido de flavonoides totales varió entre 51 y 98 mg EC/100 g de muestra (bs) en la fracción libre siendo los brownies comerciales los que presentaron el contenido más alto ($P \leq 0.05$), por otro lado, la fracción ligada presentó variaciones entre 35 y 62 EC/100 g siendo el producto a base de garbanzo el que presentó el valor más alto ($P \leq 0.05$).

TABLA 3. Contenido de minerales de brownies a base de leguminosas cocidas (ppm)

Brownies	Selenio	Zinc	Manganeso	Hierro	Calcio	Magnesio	Fósforo
Frijol	48.5±0.85 ^c	4.7±1.01 ^c	0.4±0.97 ^c	130.8±0.95 ^c	337.9±0.82 ^c	9.0±1.04 ^c	32.0±1.01 ^d
Alubia	50.2±0.91 ^b	4.5±0.95 ^d	0.5±0.94 ^b	199.8±0.80 ^a	458.6±1.09 ^b	6.2±1.09 ^e	23.0±0.87 ^e
Garbanzo	51.7±0.98 ^a	4.9±0.96 ^b	0.5±0.85 ^b	96.2±0.97 ^d	606.6±0.82 ^a	11.5±1.00 ^b	280.9±1.02 ^b
Lenteja	45.8±0.86 ^d	5.2±0.87 ^a	0.5±0.88 ^b	139.9±0.98 ^b	219.0±0.82 ^d	6.9±1.06 ^d	11256.3±0.99 ^a
Comercial	10.1±0.78 ^e	2.5±1.10 ^e	0.8±0.95 ^a	46.8±1.06 ^e	98.6±0.77 ^e	165.3±1.11 ^a	252.6±0.96 ^c

Letras diferentes en la misma columna (±desviación estándar) indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

TABLA 4. Contenido de fenólicos, flavonoides, actividad antioxidante e inhibición de α -glucosidasa de brownies a base de leguminosas cocidas¹

Brownies	Actividad antioxidante ³																	
	Fenólicos totales ¹				Flavonoides ²				ABTS				DPPH				α -glucosidasa ⁴	
	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados	Libres	Ligados		
Frijol	46±1.12 ^c	75±1.90 ^c	64±0.95 ^b	55±1.32 ^c	3578±6.32 ^c	5986±69.43 ^d	2985±4.01 ^c	4764±43.12 ^d	32±1.12 ^b	73±0.97 ^b								
Alubia	52±1.21 ^d	66±1.12 ^d	55±1.14 ^d	50±1.21 ^d	4243±5.76 ^b	6874±71.23 ^a	3435±6.67 ^b	5789±57.65 ^a	22±1.06 ^d	55±1.05 ^d								
Garbanzo	72±0.98 ^c	105±1.24 ^a	51±1.10 ^c	62±1.07 ^a	4417±5.48 ^a	6421±78.54 ^b	3552±4.60 ^a	5112±64.23 ^c	26±0.98 ^c	76±1.13 ^a								
Lentejas	122±1.05 ^a	100±1.25 ^b	61±1.06 ^c	57±1.11 ^b	3986±6.33 ^d	6265±69.45 ^c	2667±5.72 ^d	5735±67.42 ^b	46±1.10 ^a	67±1.11 ^c								
Comercial	110±1.10 ^b	21±1.02 ^c	98±1.13 ^a	35±0.98 ^c	2132±8.31 ^c	1224±5.12 ^c	1542±5.36 ^c	1097±4.25 ^c	18±0.96 ^c	12±1.22 ^c								

Letras diferentes en la misma columna (\pm desviación estándar) indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$). 1mg EAG/100 g de muestra (bs); 2mg EC/100 g de muestra (bs); 3 μ mol ET/100 g de muestra (bs); 4Porcentaje de inhibición de la enzima

Actividad antioxidante y potencial inhibitorio de α -glucosidasa

Los compuestos antioxidantes presentes en los brownies tienen la capacidad de inhibir la oxidación de moléculas y por tanto actúan como protectores de moléculas biológicas contra los radicales (ABTS y DPPH) evaluados en este estudio. En la determinación de la actividad antioxidante por ambos métodos, los brownies elaborados a base de garbanzo presentaron el valor más alto ($P \leq 0.05$) de antioxidantes en su fracción libre (4417 μ mol ET/100 g en el ensayo ABTS; 3552 μ mol ET/100 g en el ensayo DPPH) (Tabla 4), mientras que los elaborados a base de alubia presentaron los valores más altos ($P \leq 0.05$) en la fracción ligada (6874 μ mol ET/100 g en el ensayo ABTS; 5789 μ mol ET/100 g en el ensayo DPPH).

Los extractos obtenidos de los brownies en sus fracciones libres y ligadas inhibieron la acción de la enzima α -glucosidasa (Tabla 4), enzima clave en la liberación de glucosa proveniente del almidón para su posterior absorción en el intestino. La fracción libre de extractos fenólicos de brownies de lenteja presentó el mayor porcentaje de inhibición (46%) ($P \leq 0.05$), mientras que la fracción ligada de extractos fenólicos de brownies de garbanzo presentó la mayor inhibición de la enzima (76%) ($P \leq 0.05$).

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los brownies se presenta en la Figura 1. El producto más aceptado fue el elaborado a base de lenteja, en donde los jueces emitieron valores de “me gusta moderadamente” (37%) y “me gusta mucho” (13%), por otro lado, el producto menos aceptado fue el elaborado a base de alubia en donde el 47% emitió un valor de “me disgusta moderadamente”.

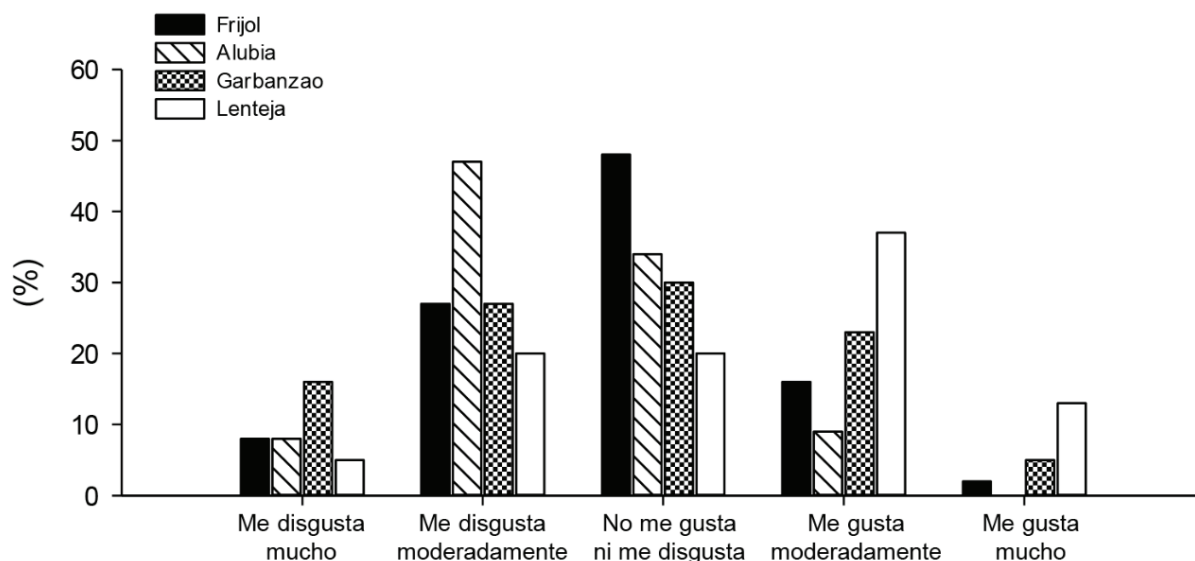


FIGURA 1. Evaluación sensorial de brownies utilizando una escala hedónica de 5 puntos para el atributo de aceptabilidad global

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista nutricional, los brownies elaborados con leguminosas cocidas presentaron diferencia significativa comparado con los productos comerciales ($P \leq 0.05$). El contenido de proteínas, minerales y fibra dietaria en los brownies de leguminosas cocidas fueron altos en comparación con los productos comerciales similares que actualmente existen en el mercado. La fibra dietaria en los productos se ha relacionado con problemas de hiperglicemia, así como otros padecimientos como problemas cardiovasculares, diabetes, cáncer entre otros, así mismo, la fibra dietaria insoluble se relaciona tanto con la absorción de agua como con la regulación intestinal, mientras que la fibra dietaria soluble se asocia con el colesterol en la sangre y disminuye su absorción intestinal (14).

En este estudio, los brownies de frijol y alubia presentaron el mayor contenido de ácido linolénico ($P \leq 0.05$), mientras que los brownies de garbanzo y lenteja presentaron principal-

mente ácido linoleico ($P \leq 0.05$). Resultados similares fueron reportados por Ryan y col (10), donde se identificaron diferentes tipos de ácidos grasos en muestras de cereales y leguminosas. Estos autores mostraron que el frijol kidney contenía una mayor cantidad de ácido linolénico (considerado como ω -3), mientras que en garbanzo y lenteja se presentaba un mayor contenido de linoleico (considerado como ω -6). En general, estos ácidos grasos juegan un papel importante en la salud, debido a que son considerados como nutracéuticos que tienen efectos benéficos en la función cerebral, cardiovascular, y procesos inflamatorios (17, 18). Por otro lado, los ácidos grasos mayoritarios en brownies comerciales fueron monoinsaturados (oleico) y saturados (palmítico y esteárico), esto puede deberse principalmente a la materia prima utilizada para la elaboración de estos productos.

El contenido de fenólicos totales y flavonoides entre los productos en estudio fue variable debido a que se elaboraron con diferentes le-

guminosas. Los brownies de lenteja presentaron los valores más altos de fenólicos totales, pero no presentaron los valores más altos para flavonoides, ya que los brownies comerciales presentaron el mayor contenido de estos últimos ($P \leq 0.05$). Por otro lado, los brownies elaborados a base de frijol presentaron los valores más bajos de fenólicos totales y los valores más altos en flavonoides después de los comerciales. Aguilera y col (19) reportaron que el tratamiento térmico de lentejas disminuyó el contenido de catequinas, flavonoles, flavonas, flavononas e incrementó el contenido de compuestos hidroxibenzoicos principalmente, por lo que un fenómeno similar se estaría presentando en este estudio. Por otro lado, en frijol se ha reportado que la mayor concentración de fenólicos son flavonoides, tales como quercetina, rutina, myricetina, kaempferol en sus formas glucosiladas (unida a azúcares) como en su forma aglicona (20). De manera general, la presencia de estos compuestos presentes en las leguminosas utilizadas como materias primas principales en los brownies incrementa el potencial nutraceutico de dichos productos y aunado a un adecuado consumo, puede mejorar los efectos benéficos a la población en general.

Los brownies elaborados en el presente estudio presentaron actividad antioxidante, sin embargo, a pesar de que la actividad antioxidante en la fracción libre la presentaron los brownies de garbanzo, el contenido de antioxidantes total (suma de la fracción libre y ligada) fue mayor en el elaborado de alubia (11117 $\mu\text{mol ET}/100$ g muestra (bs) por el ensayo ABTS; 9224 $\mu\text{mol ET}/100$ g de muestra (bs) por el ensayo DPPH), esto debido a que el contenido de fenólicos ligados es mayor en alubia y la proporción de esta fracción en el grano es aproximadamente del 61-62%. Los brownies comerciales presentaron los valores más bajos de antioxidantes evaluados por ambos métodos, posiblemente por los ingredientes o la concentración de estos, de acuerdo a la

formulación empleada. Algunos autores reportan correlaciones entre la actividad antioxidante y el contenido de fenólicos totales o el color del grano (21, 22). Sin embargo, en este estudio, los brownies que presentaron mayor contenido de fenólicos y flavonoides no fueron los que presentaron mayor actividad antioxidante, por lo que puede sugerirse que los compuestos presentes en los brownies que presentaron mayor contenido de estos compuestos no ejercen una acción antioxidante más efectiva que los productos elaborados a base de alubia.

El potencial inhibitorio de la enzima α -glucosidasa es importante para una correcta regulación de la digestión o absorción de carbohidratos, suprimiendo en parte la hiperglucemia postprandial. En este estudio, la mayor inhibición de esta enzima se presentó en los extractos de brownies de lenteja en su fracción libre (46%) y brownies de garbanzo en su fracción ligada (76%). Girish y col (14) evaluaron el efecto inhibitorio de extractos acetónicos de frijol negro sobre la inhibición de α -glucosidasa, encontrando porcentajes de inhibición hasta del 80%, un valor más alto comparado con los valores de inhibición de los brownies en ese estudio. Esto se puede deber a que los extractos de los brownies fueron etanólicos, por lo que la capacidad de extracción puede ser menor a solventes como acetona. Sin embargo, el porcentaje de inhibición de los extractos de los brownies se encontró cerca del 50% en su fracción libre y 76% en su fracción ligada.

CONCLUSION

Los brownies obtenidos a base de leguminosas cocidas representan una alternativa saludable para incorporar productos de panificación a la dieta porque al ser desarrollados con leguminosas cocidas en mayor proporción, libres de gluten, pueden ser consumidos por personas que padecen enfermedad celiaca. Del mismo modo, estos productos poseen la capacidad de regular los niveles

de glucosa en sangre por su efecto inhibitorio de α -glucosidasa, así como su actividad antioxidante capaz de neutralizar los radicales libres generados de manera cotidiana. El brownie a base de lenteja cocida fue el más aceptable por los jueces, además el valor nutrimental y nutracéutico de éste podría ser mayor que los productos similares que se encuentran en el mercado, los cuales son ricos en azúcares simples y valor nutrimental bajo. Así mismo, es importante buscar estrategias para mejorar la aceptabilidad del producto, y de esta manera se promocioe más su consumo.

AGRADECIMIENTO

Al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Culiacán por el apoyo brindado. A la Ingeniera Anel Zavala Verdugo por la asistencia técnica proporcionada.

REFERENCIAS

1. Matos Segura ME, Rosell CM. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. *Plant Foods Hum Nutr.* 2011; 66, 224–230.
2. Korus A, Gumul D, Krystyan M, Juszczak L, Korus J. Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuit made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites. *Eur Food Res Technol.* 2017. Doi: 10.1007/s00217-017-2853-y.
3. Capriles VD, dos Santos FG, Arêas JAG. Gluten-free breadmaking: improving nutritional and bioactive compounds. *J Cereal Sci.* 2016; 67, 83–91.
4. Zhang AJ, Rimando AM, Mizuno CS, Mathews ST. α -glucosidase inhibitory effect of resveratrol and piceatannol. *J Nutr Biochem.* 2017; 47, 86-93.
5. Bell DS. Type 2 diabetes mellitus: what is the optimal treatment regimen? *Am J Med.* 2004; 23S-29S.
6. O'Shea N, Arendt E, Gallagher E. State of the art in gluten-free research. *J Food Sci.* 2014; 79, R1067-R1076.
7. Foschia M, Horstmann SW, Arendt EK, Zannini E. Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2017; 8, 4.1-4.22.
8. Shahidi F, Yeo JD. Insoluble-Bounds phenolics in foods. *Molecules.* 2016; 21, 1216. Doi:10.3390/molecules21091216.
9. Association of Official Analytical Chemist International (AOAC). 1998; 16th Edition, 4th Revision. AOAC International Maryland, USA.
10. Ryan E, GalvinK, O'Connor TP, Maguire AR, O'Brien NM. Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains and legumes. *Plant Foods Hum Nutr.* 2007; 62, 85-91.
11. Mora-Rochín S, Gutiérrez-Urbe JA, Serna-Saldívar SO, Sánchez-Peña P, Reyes Moreno C, Milán-Carrillo J. Phenolic content and antioxidant activity of tortillas produced from pigmented maize processed by conventional nixtamalization or extrusion cooking. *J Cereal Sci.* 2010; 52, 502-508.
12. Singleton VL, Orthofer R, Lamuele-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299, 152-165.
13. Xu BJ, Chang SKC. A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents. *J Food Sci.* 2007; 72, S159- S166.
14. Girish TK, Pratapa VM, Prasada Rao UJS. Nutrient distribution, phenolic acid composition, antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory potentials of black gram (*Vigna mungo* L.) and its milled by-products. *Food Res Int.* 2012; 46, 370-377.
15. Tinggi U. Selenium: its role as antioxidants in human health. *Environ Health Prev Med.* 2008; 13, 102-108.
16. Moldes AB, Vecino X, Cruz JM. Nutraceuticals and food additives. En *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*. First edition. Pandey A, Sanromán MA, Du G, Soccol CR,

- Dussap CG (eds), Elsevier. 2016; pp 143-165. ISBN: 9780444636669.
17. Abou-zeid NA. 2016. Nutraceutical ingredients "Poly-unsaturated fatty acids" (PUFAs) fortification in milk and dairy products: A review. *Int J Adv Res Sci, Eng Technol.* 2016; 3, 1420-1427.
 18. Seema T, Neha S. Nutraceuticals: A review. *Asian J Res Pharm Sci.* 2016; 6, 85-94.
 19. Aguilera Y, Dueñas M, Estrella I, Hernández T, Benitez V, Esteban RM, Martín-CABrejas MA. Evaluation of phenolic profile and antioxidant properties of pardina lentils as affected by industrial dehydration. *J Agric Food Chem.* 2010; 58, 10101-10108.
 20. Lin LZ, Harnly JM, Pastor-Corrales MS, Luthria DL. The polyphenolic profiles of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem.* 2008; 107, 399-410.
 21. Marathe SA, Rajalakshmi V, Jamdar SN, Sharma A. Comparative study on antioxidant activity of different varieties of commonly consumed legumes in India. *Food Chem Toxicol.* 2011; 49, 2005-2012.
 22. Zhao Y, Du SK, Wang H, Meng C. *In vitro* antioxidant activity of extracts from common legumes. *Food Chem.* 2014; 152, 462-466.

Recibido: 03-05-2018

Aceptado: 03-08-2018

Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México.

Laura Virginia Madrigal-Ambriz¹, Julia Verónica Hernández-Madrigal¹, María Elena Carranco-Jáuregui², María de la Concepción Calvo-Carrillo², Rosa de Guadalupe Casas-Rosado³.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Coquimatlán, Colima, México.

²Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México. ³Hospital Ángeles Metropolitano. Ciudad de México, México.

RESUMEN: *Colocasia esculenta* (L.) Schott, conocida comúnmente como taro o malanga se cultiva en los trópicos húmedos en varios países de África, América y Asia y su tubérculo es un alimento esencial para humanos y animales. El objetivo de este estudio fue caracterizar física y nutricionalmente la harina del tubérculo de malanga cultivada en Actopan, Edo. De Veracruz, México. Se llevaron a cabo análisis químico proximal, aminoácidos, fracciones de fibra, minerales, actividad de agua, color, factores antinutricionales y contenido de fenoles totales. Los resultados indican un contenido de humedad de 6,87 g/100 g, proteína cruda de 5,93 g/100 g, extracto etéreo 1,25 g/100 g, fibra dietaria 12,08 g/100g, cenizas 3,47 g/100 g y extracto libre de nitrógeno 77,27 g/100g. El contenido de fenoles totales fue de 113,57±14 expresado como miligramos de equivalente de ácido gálico (mg EAG/100g). La harina de malanga presentó un alto contenido de K (1743 mg/100 g) y bajo en Na (9,25 mg/100 g). Se concluye que a pesar de no ser una fuente importante de proteína el perfil de aminoácidos esenciales supera los valores de FAO, en relación a la fibra dietética total podría ser un ingrediente en formulaciones alimenticias que además aportaría K, Ca y Mg. De acuerdo a las fracciones de fibra la harina es una alternativa para la elaboración de alimentos balanceados. El contenido de fenoles totales abre la posibilidad de que se complemente con la identificación de su actividad antioxidante.

Palabras clave: Malanga, composición proximal, fenoles totales, harina, fibra.

SUMMARY: Physical and nutritional characterization of tuber meal of “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) of Actopan, Veracruz, Mexico. *Colocasia esculenta* (L.) Schott, commonly known as taro, malanga or yam, is grown in the humid tropics in several countries in Africa, America and Asia and its tuber is an essential food for humans and animals. The objective of this study was to characterize malanga meal physicochemically and content of phenolic compounds cultivated in Actopan, Edo. Veracruz, Mexico. The proximal chemical analyzes, aminoacid, fiber fractions, minerals, water activity, color, antinutritional factors and total phenol content were carried out. The results indicate a moisture content of 6.87g /100 g, crude protein of 5.93 g /100 g, ether extract 1.25g /100g, dietary fiber 12.08 g /100 g, ash 3.47g/100g and nitrogen-free extract 77.27g/100g The total polyphenol content in this study was 113.57 ± 14 expressed as milligrams of gallic acid equivalent (mg EAG/100g). It concluded that despite not being an important source of protein the profile of essential amino acids exceeds the values of FAO, in relation to total dietary fiber could be an ingredient that in food formulations that also provide K, Ca and Mg. According to fiber fractions, meal is an alternative for the elaboration of balanced foods. The content of total phenols opens the possibility that it complements with the identification of its antioxidant activity.

Key words: Malanga, proximal composition, total phenols, meal, fiber.

INTRODUCCION

La producción agrícola está diversificándose

cada vez más, debido a la búsqueda de alternativas potenciales que involucren la producción de alimentos de alto valor nutricional y de bajos

costos. Los tubérculos, raíces y rizomas cumplen estos requisitos y entre ellos se encuentra la malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) que es un cultivo alternativo y exótico, conocido también como taro o dashen, con gran potencial para las zonas tropicales y los principales países productores son Nigeria (71%), Ghana (11%) y Costa de Marfil (9%). La malanga es una planta cultivada por sus cormos que se utilizan en la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales, como lo menciona la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (1). En México, la malanga se cultiva en los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla; en Oaxaca se cultivan aproximadamente 300 hectáreas para exportación a Estados Unidos y Canadá, con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea (t/ha), generando una derrama económica superior a los 6 millones de pesos (2). En Latinoamérica los únicos países que están exportando malanga actualmente son Costa Rica y Nicaragua, pero no superan las 15 mil toneladas, quedando un déficit de 50% que era cubierto por Puerto Rico y República Dominicana, pero su producción no es suficiente. Considerando los datos anteriores, México puede colocarse como el principal proveedor de malanga a Estados Unidos, dadas sus ventajas competitivas, tales como la cercanía con el mercado y su buen desarrollo tecnológico (2).

La malanga es un tubérculo comestible que pertenece a la familia de las Araceae originaria de Asia, África y Oceanía. Su forma es ovoide-redonda con pulpa almidonosa y cáscara de color marrón oscura (3). A partir de 2006 se comenzó a sembrar malanga en el Estado de Veracruz en el Municipio de Actopan, reportando una producción de 19,500 toneladas para 2016, duplicada en solo 2 años, y esto se ha visto favorecido por el buen clima (25-30°C), tierras fértiles, altitud (1500 msnm) y abasto de fuente natural de agua, logrando un producto que cumple con los estándares de la más alta calidad a nivel internacional (2).

En cuanto a su composición química Antonio-Estrada et al. (4) reportan, para el cormo en base húmeda (g/kg): humedad (719,1), proteína (3,8), cenizas (6,3), grasa (6,8), fibra cruda (1,6) y carbohidratos (262,4). Por lo antes mencionado, los cormos son la base de alimentación de países en desarrollo elaborando productos a nivel casero como harina, tortillas, pan, pastas, bebidas y galletas. También es un alimento para los animales, siendo las hojas, tallos y cormos hervidos para alimento de cerdos y la harina integral se utiliza para alimento de ovinos. La malanga también se ha utilizado a nivel industrial como un relleno modificador para plástico biodegradable y hay evidencias que también se utiliza para la obtención de etanol obteniendo un rendimiento de 142 litros por tonelada de cormo en peso húmedo (4). Sin embargo, el tubérculo malanga procedente del Estado de Veracruz, México, ha sido poco estudiado en cuanto a su composición química en comparación con el cultivado en el Estado de Oaxaca y otros países, por lo que el presente estudio se planteó con el objetivo de evaluar física y químicamente tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) procedente de Actopan, Estado de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y preparación de los tubérculos de malanga

Las muestras de tubérculos de malanga provinieron del Municipio de Actopan, Veracruz, México con una altura promedio de 135 msnm, clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, humedad media de 93% y temperatura que oscila entre 20-26°C (6). A los 11 meses de siembra los tubérculos se extraen de la tierra, se seleccionan y clasifican de acuerdo a su tamaño y se llevan a una procesadora para su lavado, secado y empaquetado. De esta cosecha se seleccionaron 20 piezas

aleatoriamente y de éstas se tomaron 4 tubérculos y se transportaron al Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México

Medición de las características físicas de los tubérculos de malanga

Los 4 tubérculos, por separado, se lavaron para eliminar tierra y material ajeno al estudio, se midió longitud (cm), diámetro centro y punta (cm) y peso (cáscara + pulpa) (kg), posteriormente se pelaron manualmente y se pesó la pulpa (kg). Ésta se rebanó en una rebanadora automática para carnes frías en porciones aproximadas de 1-2 mm de ancho, se colocaron en charolas y se procedió a secarlas en un secador de charolas de tiro forzado a 50°C/24 horas hasta un contenido menor de humedad de 15%. Posteriormente estas hojuelas se molieron en un molino de cuchillas Thomas Wiley, Mod. 4 con malla de 1 mm, estas harinas se pesaron (kg) y se guardaron en bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético a temperatura de 4°C hasta su análisis químico.

Análisis químicos a las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Se llevaron a cabo de acuerdo a los métodos estandarizados descritos en AOAC (5): Humedad (método 934,01), proteína cruda por Kjeldahl (N x 6,25) (método 976,05), extracto etéreo (método 2003,06), cenizas (método 942,05), fibra dietética (método 985,29), medición de pH (método 943,02) con potenciómetro HANNA Instruments, Modelo 211, previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7, acidez titulable (método 942,15), por titulación con solución de NaOH 0.1N hasta pH de 8,10 ± 0,2 y expresada como porcentaje de ácido oxálico/100 mL de muestra, actividad de agua (aw) (método 931,04) utilizando un higrómetro de punto de rocío marca Aqua-Lab Decagón, 3TE, perfil de aminoácidos por los métodos de cromatografía de intercambio iónico

y espectrofotométrico Ultravioleta (Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Métodos internos acreditados, 2011) y minerales por espectrofotometría de absorción atómica Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe y Zn (6).

El color se midió en un Colorímetro Hunter-Lab, mod. LabScan XE, los valores de color fueron L* (luminosidad) con valores de 100 (blanco) a 0 (negro), los parámetros a* y b* indican la cromaticidad y se miden en valores positivos y negativos. La escala de a* va del rojo (+) al verde (-) y la escala de b* va de amarillo (+) al azul (-).

Factores Antinutricionales a las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Inhibidor de tripsina y actividad ureásica (7), taninos (método 9,110) y glucósidos cianogénicos (método 936,11) (5), saponinas método cualitativo (8), alcaloides método cualitativo (9).

Fenoles totales extraíbles de las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Se cuantificaron por espectrofotometría, a una longitud de onda de 740 nm, por la prueba colorimétrica de Folin-Ciocalteus usando ácido gálico como estándar (10).

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para las variables estudiadas y los datos son expresados como media y desviación estándar.

RESULTADOS

Todos los datos reportados corresponden al promedio de tres repeticiones de cada muestra.

Los resultados de la inspección física se incluyen en la Tabla 1, observándose en general las mismas características físicas en los 4 tubérculos a excepción del tubérculo No. 2 que fue un poco más grande que los otros tres.

TABLA 1. Características físicas de los tubérculos de malanga
(*Colocasia esculenta* L. Schott)

Características físicas	Tubérculo				Media y DS
	1	2	3	4	
Longitud (cm)	37	39	35	37	37 ± 1,6
Diámetro centro (cm)	39	41,5	30,5	35	37,7 ± 4,2
Diámetro punta (cm)	18	18,5	12,5	17,3	16,5 ± 2,7
Peso fresco tubérculo (kg)	2,55	3,60	2,57	2,90	2,24 ± 1,04
Peso fresco pulpa (kg)	2,30	3,04	2,12	2,48	2,48 ± 0,39
Humedad pulpa* (%)	66,45	70,78	66,42	67,88	67,88 ± 2,04
Peso seco pulpa* (kg)	0,94	0,92	0,77	0,86	0,87 ± 0,07

*Resultados promedio ± desviación estándar de tres réplicas de cada tubérculo.

En la Tabla 2 la composición química y de minerales se destaca el extracto libre de nitrógeno, fibra dietética, K, Mg y Ca, sin embargo es baja en proteína y extracto etéreo.

El perfil de aminoácidos analizados se puede apreciar que en general los valores fueron altos, incluyendo los azufrados metionina+cisteína y aromáticos fenil-alanina+tirosina (Tabla 3).

TABLA 2. Composición química y contenido de minerales en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

Componente	Tubérculo				Media y DS
	1	2	3	4	
	(mg/100g)				
Humedad	6,66	7,22	6,79	6,79	6,87 ± 0,24
Proteína cruda (N x 6.25)	5,54	5,01	6,4	5,12	5,52 ± 0,63
Extracto etéreo	1,04	1,09	1,26	1,23	1,16 ± 0,11
Cenizas	2,93	3,08	3,83	3,09	3,23 ± 0,41
ELN ¹	71,79	73,55	70,02	72,57	71,98 ± 1,5
Fibra dietética total	12,04	10,05	11,70	11,20	11,25 ± 0,87
	(mg/100g)				
Cobre	>9	>9	>9	>9	>9
Zinc	11,68	7,00	6,47	4,22	7,34 ± 2,71
Hierro	17,46	17,75	14,74	12,61	15,64 ± 2,11
Calcio	69,42	88,77	69,81	85,59	78,4 ± 8,86
Sodio	8,28	7,00	9,61	12,10	9,25 ± 1,89
Potasio	1629,19	1951,55	1782,18	1609,74	1743,17 ± 137,6
Magnesio	93,43	97,33	92,03	78,12	90,23 ± 7,26

Los resultados se reportan en base a la humedad de la harina. Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. ¹ Extracto Libre de Nitrógeno calculado por diferencia.

TABLA 3. Aminoácidos presentes en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

Tubérculo	1	2	3	4	Media y DS	FAO/OMS/UNU (1995) (16)
Perfil de aminoácidos (g/100 de proteína)						
Esenciales						
Triptófano	0,65	1,03	0,57	0,89	0,78 ± 0,21	0,5
Valina	3,69	4,53	3,63	4,49	4,08 ± 0,49	1,3
Isoleucina	2,48	3,04	2,44	3,08	2,76 ± 0,34	1,3
Treonina	3,24	4,19	2,98	3,64	3,51 ± 0,52	0,9
Fenilalanina+tirosina	8,36	10,38	7,76	9,13	8,90 ± 1,13	1,9
Leucina	6,49	8,35	6,12	7,49	7,11 ± 1,00	1,9
Lisina	4,43	5,62	4,22	5,07	4,83 ± 0,63	1,6
Metionina+Cisteína	4,5	5,9	3,87	4,59	4,71 ± 0,82	1,7
No esenciales						
Histidina	1,53	1,70	2,05	3,17	2,11 ± 0,73	1,9
Ácido aspártico	14,25	19,68	12,44	13,40	14,94 ± 3,24	---
Serina	5,04	6,86	4,66	5,14	5,42 ± 0,97	---
Ácido glutámico	9,01	11,45	8,30	9,76	9,63 ± 1,35	---
Prolina	4,03	5,11	3,63	4,45	4,30 ± 0,63	---
Glicina	4,39	5,57	3,99	5,01	4,74 ± 0,69	---
Alanina	4,69	6,04	4,17	5,25	5,03 ± 0,80	---
Arginina	5,21	6,75	5,03	5,85	5,71 ± 0,77	---

En la Tabla 4, en las fracciones de fibra se subrayan las paredes celulares y hemicelulosa. Así mismo en cuanto a los factores antinutricios se observa la presencia de inhibidor de tripsina, tatinos y fenoles totales y no se detectaron saponinas, alcaloides ni glucósidos cia-

nogénicos. El pH estuvo en el rango entre ácido y casi neutro, la acidez titulable fue de 0,47 g de ácido oxálico/100g, aw (0,26) y para los valores de color fue mayor para la luminosidad (L*) que para los colores de a* y b* lo que indica que la harina fue más blanca que rosa.

TABLA 4. Fracciones de fibra, factores antifisiológicos, polifenoles totales, pH, acidez titulable, Aw y color en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

Tubérculo	1	2	3	4	Media y DS
	g/100g				
Paredes celulares (FND) ¹	33,86	32,29	38,76	38,52	35,85 ± 3,27
Contenido celular (FAD) ²	2,25	1,88	1,91	2,19	2,05 ± 0,18
Hemicelulosa	31,19	30,41	36,85	36,33	33,69 ± 3,36
Lignina	3,87	3,83	3,76	3,66	3,78 ± 0,09
Celulosa	1,76	1,30	1,35	1,70	1,52 ± 0,23
Inhibidor de tripsina (UIT/g) ³	2262,98	2022,4	1991,41	1424,58	1925,3 ± 355,22
Taninos (mg/100g)	180,9	212,5	200,6	216,5	202,6 ± 15,98
Actividad ureásica ⁴	0,01	0,01	0,01	0,02	0,012 ± 0,005
Fenoles totales ⁵	119,15	99,01	130,83	105,28	113,57 ± 14,26
pH	5,80	5,87	6,05	5,91	5,91 ± 0,11
Acidez titulable ⁶	0,50	0,45	0,46	0,46	0,47 ± 0,02
Actividad de agua (aw)	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26 ± 0,01
Color					
L*	86,53	89,25	88,72	88,70	88,30 ± 1,21
a*	2,65	1,75	1,75	1,72	1,92 ± 0,5
b*	7,46	5,05	5,86	5,33	5,93 ± 1,08

Los resultados se reportan en base a la humedad de la harina.

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar.

¹Fibra Neutro Detergente. ²Fibra Ácido Detergente. ³Unidades Inhibidas de Tripsina. ⁴Incremento de pH.

⁵mg Equivalente de ácido gálico/100g de harina. ⁶g de ácido oxálico/100g de harina.

DISCUSIÓN

Las características físicas del tubérculo fueron mayores que lo reportado por Ferreira et al (11) para tubérculos procedentes de la región del Bajo Calima (Valle del Cauca), Colombia, cosechados en una edad entre 6 y 9 meses: longitud, diámetro centro y peso fresco (30,77 cm; 18,46 cm y 1,8 kg respectivamente) diferencias que pueden deberse a la edad y lugar de cosecha de los tubérculos.

En cuanto al análisis químico proximal, destaca el alto contenido de carbohidratos constituidos principalmente por almidón (65-78%), lo cual puede ser una alternativa como fuente de energía en la elaboración de alimentos para niños y personas adultas así como en alimentos para animales

(12). Humedad, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas están dentro de lo reportado por otros autores oscilando entre 6,9-10,4%, 1,2-8,5%; 0,11-0,88% y 1,2-4,2% respectivamente. El contenido de extracto etéreo es muy bajo en tubérculos y autores refieren que es la grasa de la membrana celular que puede estar entre 0,11 y 0,88% (13, 14). La fibra dietaria cuenta con varias propiedades funcionales como facilitar funciones alimenticias, procesos de reabsorción de compuestos no deseables como el colesterol, reducir tiempo de tránsito intestinal, aumenta la estabilidad de alimentos modificando su estructura, densidad y textura, así como la formación de gel en los alimentos y la capacidad de espesamiento en éstos (12, 15).

La harina de pulpa de malanga (HPM) es buena fuente de K, Mg, Ca y Fe y fueron datos mayores a lo reportado por Caicedo (12) (40,8, 79,6, 24,7 y 2,33 mg/100g) respectivamente, siendo elementos fundamentales para la regulación cardiaca, presión arterial y función de los músculos.

El contenido de aminoácidos en HPM fue alto, principalmente en los azufrados metionina+cisteína y aromáticos fenilalanina+tirosina, con respecto al patrón de referencia FAO, OMS y ONU (16) para lactantes (2,8 y 5,2), pre-escolar (2,6 y 4,6), escolar-adolescente (2,4 y 4,1) y adulto (2,2 y 3,8) mg/100g de proteína respectivamente.

La fibra detergente neutro y fibra detergente ácido están formadas por lignina, celulosa y hemicelulosa que indican características propias de la planta asociadas con edad o madurez de ésta (tallo, raíz, tubérculo, etc.). Su importancia en la nutrición animal radica en poderse incluir como insumo en la elaboración de alimentos balanceados.

Para cuantificar la fibra dietética, se emplea un procedimiento enzimático que asemeja la digestión en el humano. Se ha reportado para papa cocida 1,99 g/100g de fibra dietética total con una humedad del 77%, que correspondería en base seca a 8,65 g/100g, valor inferior al reportado en malanga. La ingestión de alimentos con una concentración elevada de fibra incrementa sus efectos benéficos con la presencia de fenoles u otros antioxidantes, por lo que se recomienda el consumo de alimentos ricos en fibra (17).

El pH en HPM reportó un rango entre ácido y casi neutro que concuerda con lo reportado por Rodríguez-Miranda *et al* (14) que menciona un pH cercano a neutro (6,78) que puede indicar bajo contenido de ácidos orgánicos y alta concentración de almidones, sin embargo el pH de este estudio limitaría su uso de sustitución de otras harinas para la preparación de productos para

horneado. La acidez titulable se encontró cercana a valores reportados por Mboung *et al.* (18) en 6 variedades de malanga (0,6-1,0 g de ácido oxálico/100g) para HPM de Camerún. Los oxalatos son factores limitantes en la utilización de tubérculos y hojas de malanga responsables del sabor ácido e irritante cuando se consumen crudos o mal procesados. El ácido oxálico es tóxico para el ser humano y puede reducir el valor nutricional de un alimento mediante la unión con el Ca, Mg y Fe formando sales con estos minerales reduciendo su absorción a nivel intestinal y también produciendo lesiones renales (formación de cálculos); sin embargo los valores reportados en este estudio son menores a los encontrados en otras fuentes vegetales como cacao o espinacas (4.5 y 3.2 g/100 de ácido oxálico) respectivamente, pero la cocción del alimento puede destruir parcialmente el ácido oxálico (15). Por otro lado, la actividad acuosa (*aw*) de este estudio fue adecuada ya que se relaciona con un buen proceso de secado, siendo un parámetro importante para la conservación de cualquier producto seco. La *aw* ayuda a predecir la estabilidad y vida útil de los alimentos, también a establecer cualidades nutricionales, textura, cualidades microbianas, sabor, apariencia, aroma, estabilidad química así mismo el biodeterioro, putrefacción, moho, crecimiento de bacterias, reacciones químicas y otros puntos relacionados con la inocuidad y calidad de las harinas (3). Hernández *et al.* (19) menciona algunos intervalos de *Aw* y tipo de reacción deteriorativa: crecimiento de microorganismos, bacterias, levaduras y mohos (1-0,91); reacciones enzimáticas (0,80-0,65); 0,65-0,3 obscurecimiento no enzimático (0,65-0,3) y autooxidación y cambios físicos (0,3- 0,0).

Los parámetros de color para luminosidad (L^*) fue mayor (81,20) y menor para a^* y b^* (3,30 y 10,6) respectivamente de acuerdo a lo reportado por Rodríguez-Miranda *et al* (14). Jamin y Flores (20) plantearon la hipótesis de que la variación del valor b^* entre harinas de malanga de diferen-

tes procedencias puede atribuirse a la cantidad de carbohidratos y proteínas, reportando en general que la harina de malanga es blanca, rosada y amarilla. Estas diferencias en las características de color pueden deberse a contrastes en los pigmentos presentes en éstas, que a su vez dependerán del origen botánico de la planta y también de la composición de estas harinas. Al ser blanca su participación en la elaboración de alimentos tendrá la posibilidad de incluirla con otras materias primas sin que llegue a influir el color del producto final.

Dentro de los factores antinutricionales que están presentes en tubérculos se encuentran glucósidos cianogénicos, saponinas, fitatos, inhibidores de proteasas entre otros. La HPM analizada dio valores superiores a las unidades inhibidoras de tripsina con relación a lo reportado por McEwan (21), 1195 UIT/g, así como para los taninos comparado con lo reportado por Caicedo (12) (0,14 mg/100g). El contenido del primer factor puede eliminarse a través de la aplicación de un tratamiento térmico, mientras que con los taninos hay una dualidad en cuanto a su efecto antinutricional y como antioxidante; en el primer caso llega a reaccionar con algunas proteínas provocando que estas no puedan absorberse, contrastando con su acción antioxidante. No se detectaron saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides y la actividad ureásica fue baja, indicando que se aplicó una buena temperatura de secado para la obtención de HPM.

El contenido de fenoles totales fue alto en comparación con lo reportado por Eleazu et al (22) (187mg/EqAG/100g) en harina de malanga, así como en otros tubérculos ricos en estos compuestos como papa (33,6mg/100g), zanahoria (8,4mg/100g), mashua 0,92mg/g) y mellocos (0,41mg/g) (23).

Finalmente el tubérculo malanga procedente de Actopan, Estado de Veracruz, México, y haciendo referencia de resultados por otros au-

tores, la diferencia de resultados presentados se puede deber a una gran variedad de factores que deben tomarse en cuenta: genotipos, localización, intensidad de luz, precipitaciones pluviales, temporada de cosecha (madurez), temperatura y tipos de análisis realizados.

CONCLUSIONES

Los valores reportados de harina de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schoot) cultivada en Actopan, Estado de Veracruz, México, radica principalmente en su contenido de carbohidratos por lo que se le puede considerar un alimento energético, además de ser también una buena fuente de aminoácidos esenciales, fibra, minerales y fenoles. Por lo tanto, la malanga es de fácil y rápido crecimiento en climas tropicales y subtropicales y tomando en cuenta todos sus atributos la hacen ser una fuerte alternativa en la producción de almidones, bebidas fermentadas, elaboración de frituras y productos horneados con aceptable valor nutricional, así como en la nutrición animal, como fuente de energía, para la elaboración de alimentos balanceados.

REFERENCIAS

1. Martínez MCO, Muñozcano RM, Santoyo JJA. 2004. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. En línea: www.fps.org.mx/portal/index.php/component/category/35malanga [Consulta]: 20 mar 2017.
2. Martínez A., C. O.; Muñozcano R., y Santoyo Juárez, J. A. 2012. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. Resultados de Proyectos. Fundación Produce Sinaloa, A. C. y Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. 12p. En: <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/publicaciones/106-otros/1237-paquete-tecnologico-para-el-establecimiento-de-malanga>.
3. SEFIPLAN. 2015. Sistema de información Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz. En línea: www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2015/05/Actopan [Consulta]: 19 jul 2017.

4. Antonio-Estrada C, Bello-Perez LA, Martinez-Sanchez CE, Montanez-Soto JL, Jimenez-Hernandez J, Vivar-Vera MA. (2009). Enzymatic production of maltodextrins from Taro (*Colocasia esculenta*) starch. *CyTA-Journal of Food*. 2009; 7(3), 233-241.
5. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist International (AOAC). 2005; 18th Edition, AOAC International Maryland, USA.
6. NOM-117-SSA1. 1994. Norma Oficial Mexicana. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrofotometría de absorción atómica.
7. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC). 10ª ed. 2000.
8. Monroe EE y Rolland ML. Detection and estimation of steroidal sapogenins in plant tissue. *Anal Chem*. 1952; 8(24), 1337-1341.
9. Domínguez XA. Métodos de la investigación fitoquímica. Ed. Limusa, México. 1997.
10. Singleton VL, Rossi Jr JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*. 1965; 16(3), 144-157.
11. Ferreira S, Ortíz E, Pardo C. Estudio químico bromatológico de la *Colocasia esculenta* (Taro). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*. 1990; 18, 53-59.
12. Caicedo WO. Tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como una fuente energética tropical para alimentar cerdos, una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Rev Computarizada de Producción Porcina*. 2013; 20(1), 278-282.
13. Amon AS, Yadé-Soro RY, Koffi PKB, Dué EA, Kouamé LP. Biochemical Characteristics of Flours from Ivorian Taro (*Colocasia esculenta*, Cv Yatan) Corm as Affected by Boiling Time. *Advance J of Food Sci and Technol*. 2011; 3(6), 424-435.
14. Rodríguez-Miranda J, Rivadeneyra-Rodríguez JM, Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Herrera-Torres E, Navarro-Cortéz RO, Hernández-Santos B. Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 2011; 43, 37-47.
15. Temesgen M, y Retta N. Nutritional potential, health and food security benefits of Taro *Colocasia esculenta* (L.): A review. *Food Sci and Quality Management*. 2015; 36, 23-30.
16. Bourges RH, Torres N y Tovar AR. Proteínas y aminoácidos. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bourges RH, Casanueva E, Rosado JL. (ed), Vol. 2, Médica-Panamericana, México, 2008.
17. Rosado JL. Fibra dietética. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bourges RH, Casanueva E, Rosado JL. (ed), Vol. 2, Médica-Panamericana, México, 2008.
18. Mbofung CMF, Aboubakar YN, Njintag A, Abdou B, Balam F. Physicochemical and functional properties of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flour. *J of Food Technol*. 2006; 4(2), 135-142.
19. Hernández LR, Gassós OLE, Tavares SOL, Estrada AMI. (2013). El agua y su influencia en la textura de los alimentos. En línea: <https://es.slideshare.net/lauragassos/el-agua-y-su-influencia-en-la-textura-de-los-alimentos-hernandez-et-al-2013> [Consulta]: 17 oct 2017.
20. Jamin FF, Flores RA. Effect of additional separation and grinding on the chemical and physical properties of selected corn dry-miller streams. *Cereal Chem*. 1998; 75,166-170.
21. McEwan R. Anti-Nutritional constituent of *Colocasia esculenta* (Amadumbe) a traditional crop food in KwaZulu-Natal. (Doctoral Thesis. University of Zululand UNIZULU, South Africa). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10530/88>. 2008.
22. Eleazu CO, Okafor PN, Ifeoma I. Biochemical basis of the use of cocoyam (*Colocasia esculenta* L.) in the dietary management of diabetes and its complications in streptozotocin induced diabetes in rats. *Asian Pacific J of Tropical Disease*. 2014; 4(Suppl 2), S705-S711. Doi: 10.1016/S2222-1808(14): 60711-8.
23. Benítez-Santillán LB, Pagán-Moreno MJ, Martínez-Monzó J y García-Segovia P. Propiedades funcionales de tubérculos nativos de la region andina de Chimborazo (Ecuador): una revision. *Rev Esp Comunitaria*. 2016; 22(4): 28-33.

Recibido: 23-03-2018

Aceptado: 11-05-2018

FE DE ERRATAS

- En el Número 4, Volumen 66, Diciembre 2016, se publicó en la sección ARTICULOS GENERALES el artículo “Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz)”, pags. 261 – 271. En atención a solicitud expresa recibida el 02-09-2018, se aclara que la afiliación del Profesor Benjamín A. Rojano, coautor del citado trabajo, debe leer: Laboratorio de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados. No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS VÍA ELECTRÓNICA

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: Título del manuscrito y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos,

Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.

- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: info@alanrevista.org

PORTADA

Debe contener: Título del manuscrito. Nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobre pasará las 250 palabras de extensión. Agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

INTRODUCCIÓN

Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Cite las referencias estrictamente pertinentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante) y los procedimientos realizados. Identifique los reactivos y productos químicos utilizados.

Describa los métodos estadísticos con detalles e indique el método y modelo estadístico.

RESULTADOS

Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras.

DISCUSIÓN

Breve y concisa, contrastada con observaciones realizadas en otros estudios. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

CONCLUSIONES

Refiérase a las más relevantes y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido.

No cite referencias bibliográficas en esta sección.

AGRADECIMIENTOS

Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

TABLAS Y FIGURAS

Numérelas consecutivamente en arábigos siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto. Cerciórese de que cada Tabla y Figura aparezca citada en el manuscrito.

REFERENCIAS

En el texto numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las Referencias serán listadas al final del manuscrito en orden numérico, no en orden alfabético. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

COSTO POR PÁGINA

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 30 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título del documento que sigue:
RECOMMENDATIONS FOR THE CONDUCT, REPORTING, EDITING, AND PUBLICATION OF SCHOLARLY WORK IN MEDICAL JOURNALS Updated AUGUST 2013.
 Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>



SLAN

Sociedad Latinoamericana
de Nutrición



XVIII Congreso Latinoamericano de Nutrición

*Alimentación
saludable
para un planeta
sostenible*

DEL 11 AL 15 DE

NOVIEMBRE, 2018

GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO



SLAN
2015 • 2018

LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2016-2018) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Juan Angel Rivera Dommarco
Vicepresidente (Presidente electo)	Rafael Figueredo Grijalba
Presidente saliente	Maria de las Nieves García Casal
Secretaria	Teresa Shamah Levy
Tesorera	Lucía Cuevas Nasu

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez
Editor Asistente	Nilda Negretti

COMITE EDITORIAL. PERÍODO 2016-2018

Elizabeth Dini Golding	Fanny Carrillo de Padilla
Betty Méndez Pérez	Elba Sangronis
Cristina Palacios Alzuru	Juscelino Tovar
Patricio Hevia Opazo	Pilar Hernández Serrano
Liseti Solano R.	Alexia Torres

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL. PERÍODO 2016 - 2018

Juan de Dios Alvarado - Ecuador	Laura B. López de Bellesi - Argentina
Hugo Amigo A. - Chile	Laura B. López de Ventades - Argentina
Marianella Anzola - Venezuela	Mariane Lutz Riquelme - Chile
Marián Araujo Yasselli - Venezuela	María Elena Maldonado Celis - Colombia
Marcela A. Araya Bannout - Chile	Marbella Marcano Martell - Venezuela
María Laura Arias E. - Costa Rica	Julio Sergio Marchini - Brasil
Linda Arturo - Ecuador	Mariana Mariño Elizondo - Venezuela
Eduardo Atalah Samur - Chile	María L. P. Martín de Portela - Argentina
Omar T. Barrionuevo - Argentina	Luis Antonio Mejia - Mexico
Luis A. Bello Pérez - México	Josefina Morales de León - México
Odilia Bermúdez - E.E.U.U.	Laura Moreno Altamirano - México
David Betancur-Ancona - México	Alvaro Ojeda - Venezuela
Adriana Blanco Metzler - Costa Rica	Manuel Olivares - Chile
Erick Boy - E.E.U.U.	Giovannina Orsini Velásquez - Venezuela
Jesús Bulux - Guatemala	Saturnino de Pablo - Chile
Ana M. Calderón de la Barca - México	Ingrid Rached Paoli - Venezuela
Luis A. Caballero M. - Venezuela	Sandra Restrepo Mesa - Colombia
Fernando Carrasco Naranjo - Chile	Delia Rodríguez Amaya - Brasil
Louella Cuningham - Costa Rica	Gaspar Ros Berruezo - España
Marcia Erazo - Chile	Manuel Ruz Ortiz - Chile
Luis Falque Madrid - Venezuela	Alba Morón de Salim - Venezuela
Patricia R. de Ferrer - Argentina	Norma Sammán - Argentina
María A. González Stäger - Chile	Sonia G. Sáyago Ayerdi - México
Marisela Granito - Venezuela	Teresa Shamah Levi - México
Marisa Guerra M. - Venezuela	Yaritza Sifontes - Venezuela
Marianella Herrera Cuenca - Venezuela	Ingrid Soto de Sanabria - Venezuela
Hector A. Herrera M. - Venezuela	Coromoto M. Tomei - Venezuela
Ileana Holst Schumacher - Costa Rica	Elio Vannucchi - Brasil
Marta Kaufer Horwitz - México	Maura Vásquez Ramírez - Venezuela
Aurelio López Malo - México	Iñigo Verdalet Guzman - México

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 68. N° 2, Junio 2018

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS GENERALES

Efectos del ayuno en sujetos que realizan el Ramadan sobre la calidad de vida y su relación con la diabetes y la hipertensión.

Raul Guerrero Morilla; Verónica Espigares Dorado; Jesús Ramírez Rodrigo..... 103

PERSPECTIVA

Ecuaciones antropométricas para el cálculo de grasa corporal en adultos jóvenes

Arnulfo Ramos-Jiménez, Rosa P. Hernández-Torres, Miguel Murguía-Romero..... 111

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Bioquímica Nutricional

Influencia del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas

Nataly Bernuy, María Elena Villanueva, Silvia Suárez, Carlos Vilchez..... 122

Efecto del consumo de pulpa de *Carica papaya* sobre la glicemia y peso de ratones normo e hiperglicémicos por aloxano

Miguel A. Campuzano-Bublitz, Laura E. Rolón, Larissa M. Vera, María L. Kennedy..... 132

Nutrición y Obesidad

Desarrollo y validación de escalas para medir el valor que las mujeres dan a la saciedad y a la alimentación: un factor crítico para el tratamiento de la obesidad

María del Carmen Caamaño; Jorge R. Palacios; Pablo Parás; Jorge L. Rosado..... 141

Concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina en escolares después de la implementación del modelo de prevención de obesidad infantil “Póngale Vida”

Raquel Arriola Aguirre, Xinia Fernández Rojas, Georgina Gómez Salas 152

Ciencia de Alimentos

Incremento del valor nutrimental, actividad antioxidante y potencial inhibitorio de α -glucosida en brownies a base de leguminosas cocidas

Jesús J. Rochín Medina, Karina Ramirez, Jesús G. Rangel-Peraza, Jesús Aguayo-Rojas..... 164

LatinFoods. Composición de Alimentos

Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México.

Laura Virginia Madrigal-Ambriz, Julia Verónica Hernández-Madrigal, María Elena Carranco-Jáuregui, María de la Concepción Calvo-Carrillo, Rosa de Guadalupe Casas-Rosado 175

FE DE ERRATAS..... 184

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 185