



ARTÍCULO CIENTÍFICO/ SCIENTIFIC PAPER

NUTRICIÓN

Volumen 4. Número 2. Julio - Diciembre 2017

ISSN 1390-910X

EFFECTO MODULADOR DEL CONSUMO DE JUGO DE TOMATE DE ÁRBOL (C. BETACEA) SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE METALES ESENCIALES (CU, ZN Y MG) EN UN GRUPO DE VOLUNTARIOS

MODULATOR EFFECT OF THE CONSUMPTION OF TREE TOMATO JUICE (C. BETACEA) ON THE CONCENTRATIONS OF ESSENTIAL METALS (CU, ZN AND MG) IN A GROUP OF VOLUNTEERS

Salazar-Lugo Raquel

PHD/ DOCENTE-INVESTIGADORA, LABORATORIO DE PROTEÍNAS E INMUNOTOXICIDAD, POSTGRADO DE BIOLOGÍA APLICADA, ESCUELA DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, VENEZUELA

Tamami Diana

LICENCIADA EN NUTRICIÓN Y SALUD COMUNITARIA/ UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE/ ECUADOR

Moreno José Luis

DOCTOR EN QUÍMICA/ UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE/ ECUADOR.

Barahona Meneses Amparito

LICENCIADA EN NUTRICIÓN/ MAGISTER EN NUTRICIÓN/ DOCENTE-INVESTIGADORA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD/ UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE/ ECUADOR

Autor para correspondencia: raquelsalazarlugo@gmail.com

Manuscrito recibido el 18 de enero del 2017

Aceptado, tras revisión: 17 de Diciembre del 2017

RESUMEN

El consumo de jugos de frutas incrementa el estatus antioxidante y se asocia con alta captura de minerales. En este sentido, el tomate de árbol (*C. betacea*) se ha propuesto como un fruto con alto poder nutracéutico por su contenido de vitaminas, minerales y fitoquímicos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto modulador del jugo de tomate de árbol sobre las concentraciones de cobre, zinc y magnesio en voluntarios clasificados nutricionalmente. Cincuenta (50) voluntarios; 42 mujeres y 8 hombres de 45 ± 8 años consumieron 100ml de jugo de tomate de árbol durante 45 días. Antes del tratamiento (AT) y después del tratamiento (DT) se les determinó el estado nutricional y se les tomó muestras de sangre para la determinación de Cu, Zn y Mg por espectrofotometría de absorción atómica. El 10% presentó valores de Cu en los rangos de referencia. El 22% de los voluntarios AT presentaron los valores de Zn en rangos de referencia; incrementándose significativamente en un 50% DT. El 66% de los voluntarios presentaron valores de Mg en rangos de referencia. En voluntarios DT con normopeso, sobrepeso y obesidad abdominal, el Zn se incrementó significativamente. La relación Cu/Zn disminuyó después del tratamiento. Hubo una relación positiva entre las concentraciones de cobre y la edad antes del tratamiento. El mejoramiento en las concentraciones de zinc y la disminución del índice Cu/Zn es indicativo de que el consumo del jugo de esta fruta puede contribuir a aminorar procesos relacionados con enfermedades metabólicas.

PALABRAS CLAVE: Tamarillo, tomate de árbol, Ecuador, Zinc, Magnesio, Cobre, relación C/Z, *C. betacea*.

ABSTRACT

The consumption of fruit juices increases the antioxidant status and is associated with high mineral capture. In this sense, the tree tomato (*C. betacea*) has been proposed as a fruit with high nutraceutical power for its content of vitamins, minerals and phytochemicals. The objective of this work was to determine the modulating effect of tree tomato juice on the concentrations of copper, zinc and magnesium in volunteers classified nutritionally. Fifty (50) volunteers; 42 women and 8 men aged 45 ± 8 years consumed 100ml of tree tomato juice for 45 days. Before of treatment (BF) and after treatment (AT) was finished, the nutritional status was determined and blood samples were taken for the determination of Cu, Zn and Mg by atomic absorption spectrophotometry. 10% presented Cu values in the reference ranges. 22% of the BF volunteers presented Zn values in reference ranges; increasing significantly by 50% AT. 66% of the volunteers presented Mg values in reference ranges. In AT volunteers with normal weight, overweight and abdominal obesity, Zn increased significantly. The Cu/Zn ratio decreased after the treatment. There was a positive relationship between copper concentrations and age before treatment. The improvement in zinc concentrations and the decrease of the Cu/Zn index is indicative that the consumption of the juice of this fruit can help to reduce processes related to metabolic diseases.

KEY WORDS: Tamarillo, tree tomato, Ecuador, Zinc, Magnesium, Copper, Cu/Zn ratio, *C. betacea*.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de micronutrientes coexiste con procesos inflamatorios e infecciones. En algunos países latinoamericanos existe información limitada sobre la deficiencia de minerales como el zinc (Zn), cobre (Cu) y el magnesio (Mg) en poblaciones adultas; algunos reportes señalan deficiencia en estos elementos que van hasta 40% (1, 2). Concentraciones de bajas de Zn pueden inducir procesos inflamatorios y afectar los sistemas de defensa, por el contrario, bajas concentraciones de Cu se asocian con anemias y se ha demostrado que el incremento en la relación Cu/Zn se asocia con el incremento de procesos oxidativos que pueden conducir a enfermedades. Estudios indican una positiva correlación entre la disminución de los niveles de cromo (Cr), zinc y magnesio y un pobre control glicémico ya que estos elementos están involucrados en la traducción de señales de la insulina, en el metabolismo de la glucosa y en la defensa antioxidante celular; igualmente, deficiencia en estos metales se ha relacionado con disfunción cardiovascular (3; 4; 5). Interesantemente, el consumo de jugo de frutas puede asegurar una adecuada suplementación de estos micronutrientes minerales (6). En individuos adultos mayores con sobrepeso y obesidad se demostró que el consumo de concentrados de frutas y vegetales mejora el perfil metabólico, reduciendo el perfil lipídico y la inflamación sistémica. El consumo de diferentes tipos de jugos de frutas y vegetales incrementa el estatus antioxidante y se asocia con alta captura de vitaminas y de minerales mejorando así la calidad de la dieta (7; 8; 9). En este sentido, el tomate de árbol o tamarillo (*C. betacea*) se ha propuesto como un fruto con alto poder nutracéutico debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y de fitoquímicos que

incluyen betacaroteno, antocianinas, flavonoles, ácidos fenólicos y ácido ascórbico (10, 11). Esta fruta es originaria de los Andes Peruano-ecuatorianos y tiene una alta aceptación y consumo en Ecuador, trabajo previo realizado en un grupo de voluntarios indicó que el consumo del jugo de este fruto durante seis semanas, parece ejercer un efecto hipolipemiante y moduladora en el metabolismo de la glucosa (12).

Esta investigación plantea como objetivo determinar el efecto modulador del jugo de tomate de árbol sobre la concentración de metales esenciales cobre, zinc y magnesio y la relación de los mismos con factores bioquímicos y nutricionales en un grupo de voluntarios adultos, Ecuador.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio fue de tipo descriptivo, experimental y analítico.

Los sujetos de estudio fueron 50 voluntarios; 42 mujeres y 8 hombres con edades de 45 ± 8 años quienes declararon espontáneamente su voluntad de participar en este estudio, con edades entre 23- 59 años. Estando el 46% en el rango de 40 a 49 años de edad. El presente estudio se realizó tomando en cuenta las normas de bioética establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para trabajos de investigación en humanos (13). A Los voluntarios se les informó sobre los alcances y objetivos de la investigación, así como de las ventajas de su participación en la misma, obteniendo su consentimiento por escrito.

Al inicio del estudio, a los voluntarios se les aplicó una encuesta para la recolección de la información socioeconómica, de estilo de vida y de vigilancia epidemiológica. Fueron exclui-

dos de este estudio aquellas personas que presentaron un diagnóstico de diabetes mellitus.

Para determinar los hábitos alimentarios del personal administrativo se aplicó una encuesta, al inicio y al final del estudio, la cual contenía preguntas sobre tiempos de comidas, tipos de preparaciones, consumo de alimentos diario y semanal, esta encuesta fue previamente validada mediante una prueba piloto y la evaluación de la escala empleada.

Obtención de la muestra sanguínea

Una vez que los participantes firmaron el consentimiento válido se les tomaron muestras de sangre venosa, utilizando jeringas descartables. Las muestras obtenidas se dividieron en dos tubos de ensayos estériles, uno con sal disódica de ácido etilendiaminotetracético (EDTA-Na₂) como anticoagulante para la determinación en sangre de los metales Cu, Mg y Zn,

Determinación del estado nutricional

Para valorar el estado nutricional, los sujetos de estudio se pesaron en una balanza electrónica (TBF-551; Tanita Corp, Tokio, Japón) y se midieron con un tallímetro de madera (de 0 a 200 cm y precisión de un milímetro). Estos datos fueron usados para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC), se determinó el estado nutricional considerando los siguientes puntos de corte: < 18,5 = desnutrición; 18,5 a 24,99 = normal; 25 a 29,9 = sobrepeso; 30,0 a 34,9 = obesidad 1; 35 a 39,9 = obesidad 2; > 40 = obesidad 3 (14). Se midió la circunferencia de la cintura (CC) con una cinta métrica, según criterios de la Federación Internacional de Diabetes (15) aplicando para este estudio puntos de corte definidos para poblaciones latinoamericanas (hombres ≥ 90 cm y mujeres ≥ 80 cm) (14).

Determinación de concentraciones de metales esenciales:

Para la determinación analítica de Cu, Zn y Mg se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica, marca Perkin-Elmer (USA), modelo Analyst400, en el modo instrumental de la espectrometría de absorción atómica con llama (FAAS) con horno de grafito autosampler AS800. Las condiciones operacionales (o parámetros instrumentales) usados para cada metal se indican en la tabla 1. Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico. Todo el material fue esterilizado y lavado con agua acidificada. Todas las soluciones estándar se prepararon en una matriz de ácido nítrico (HNO₃) 0,01 M. preparado a partir de ácido nítrico concentrado (Riedel-de Haën o Fisher Scientific Co.) que contenía concentraciones de Cu, Zn y Mg no detectables por FAAS. Las soluciones patrones se prepararon diariamente usando agua desionizada grado I ASTM (20) en HNO₃ 0,01 M [Riedel-de Haën (Alemania) o Fisher Scientific Co. (USA)].

Para la digestión de la muestra se utilizó 100 μ l de suero, 500 μ l de ácido nítrico, 1 ml de óxido de lantano y un 9,9 ml de agua grado I ASTM. La calibración del equipo fue realizada utilizando calibradores para los metales (cobre, zinc, magnesio) de la marca Accustandard.

La evaluación de la exactitud de los métodos se realizó a través del análisis de un patrón certificado de referencia para cada metal marca; Fluka de RTC Trace metal 1- W P Lote 0305 Exp.

Para las concentraciones y la preparación de la curva de calibración de cada metal se utilizó el límite lineal fueron; Cobre (Cu), límite lineal de 15 μ g/dl y una curva de calibración de 5: 7,5: 10 y 15 en Cu μ g/dl. Para: Zinc (Zn), límite

linear de 10 g/dl y una curva de calibración de 2; 4; 6 y 10 µg/dl y para Magnesio (Mg), límite linear de 0,025 mg/dl con una curva de calibración 0.010: 0.015: 0.020 y 0.025 en Mg mg/dl.

Tabla 1. Longitud de onda de los metales para lectura por espectrofotometría de absorción atómica.

Metales	Longitud de Ondas
Cobre (Cu)	324,75 nm
Zinc (Zn)	213,86 nm
Magnesio (Mg)	285,21 nm

Preparación del Jugo

La preparación del jugo de tomate de árbol se realizó en los laboratorios de Técnica Dietética de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Se utilizaron tomates de árbol orgánicos, de las variedades amarillos y en menor cantidad de la morada; los tomates fueron provistos por un proveedor de la asociación de productores agrícolas Ñukanchi Maki, (parroquia Miguel Egas, cantón Otavalo, Ecuador). Los tomates se lavaron y desinfectaron con hipoclorito al 5% durante cinco minutos, luego se lavaron con agua de chorro y se secaron. Inmediatamente se procedió a pelarlos dejándoles aproximadamente 2 centímetros de corteza cercanas al pedúnculo.

Para la preparación del jugo se consideró una cantidad a emplearse por persona de 100 g (1 ½ unidad de tomate de árbol) en 150 ml de agua, tomando en consideración los requerimientos de nutrientes que hay en 100g del fruto de acuerdo a lo reportado en cuanto a estos compuestos por Torres (10) y Espín et al (11); al jugo no se le

agregó azúcar. Todas las mañanas entre 9 y 10:30 am, las personas acudieron a este laboratorio a tomar el jugo de lunes a viernes; para los fines de semana se les proveyó de la materia prima exacta para dos tomas (tomate de árbol) y se les indicó como debían prepararlo y consumirlo en su casa.

Una vez finalizado este tiempo, se procedió nuevamente a tomar las medidas antropométricas y las muestras de sangre para los análisis bioquímicos y hematológicos señalados.

Análisis estadístico

Para la evaluación estadística los sujetos fueron clasificados de acuerdo a sus parámetros nutricionales y de acuerdo a sus parámetros bioquímicos. Para las comparaciones de estos grupos (antes del tratamiento: AT y después del tratamiento: DT) se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (KW); Para la comparación de dos medianas se utilizó la prueba del estadístico Mann Whitney (W) ya que los datos no siguieron los criterios

de normalidad y homogeneidad. Para la correlación entre variables se utilizó el coeficiente de Spearman, que establece la correlación entre dos variables y se consideró como significativo un valor de $P < 0,05$. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico Statgraphic Plus versión 4.1 ambiente Windows.

RESULTADOS

La encuesta determinó que el 79,3%, de los voluntarios y voluntarias consumen alimentos en preparaciones no fritas y el 64,3% no añade sal adicional a la comida. El 41,7% consumen algún tipo de lácteo todos los días, el 68,0% consume huevos de dos a tres veces por semana; el 54,2% consume algún tipo de carne todos los días y el 41,07% pescado ocasionalmente; el 90,3% consumen algún tipo de leguminosa de dos a tres por semana, el 70,5 % consume avena, trigo y/o quinua dos a tres veces por semana. El 73,3% consume arroz, pan y/o todos los días. En cuanto a frutas y vegetales, el 75,24% consume frutas todos los días, el 66,1% refiere consumo de verduras crudas o cocidas a diario, el 63,9% no consume grasa saturada y el 49,8% no consumen alimentos fritos diariamente, y el 49,2% manifestó que no consume ningún tipo de dulces y productos de pastelería durante el día. Estos hábitos alimentarios así como los estilos de vida (80% no fuman, 52% no consume bebidas alcohólicas y 70% realizaban actividad física), se mantuvieron sin modificaciones durante el tiempo que duró la investigación excepto la actividad física que disminuyó a 62%.

Los metales Zn y Cu, se encontraron en valores ligeramente por debajo de rangos de referencias para adultos, tanto antes (AT) como después del

tratamiento (DT). Solo un 10% de los voluntarios presentaron valores de Cu en los rangos de referencia, no observándose diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de este metal AT y DT (tabla 2, figura 1). En cuanto al Zn, el 22% de los voluntarios AT presentaron los valores de este metal en los rangos de referencia; después del consumo de jugo de tomate (DT), un 50% mostró valores de Zn en los rangos de referencia y se observó un incremento estadísticamente significativo en las concentraciones de este metal en los voluntarios después del tratamiento (tabla 2, figura 1).

Los valores promedios de Mg en los voluntarios AT fueron $1,6 \pm 0,4$ $\mu\text{g/dl}$, para mostrar un promedio de $1,5 \pm 0,4$ $\mu\text{g/dl}$ DT. El 66% de los voluntarios AT presentaron valores de Mg en los rangos de referencia contra un 54% que presentó valores en el rango de referencia después del tratamiento. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en las concentraciones de Mg antes y después del tratamiento (Tabla 2).

Los voluntario clasificados con normopeso y sobrepeso de acuerdo al indicador IMC, mostraron un incremento significativo en las concentraciones de Zn después del tratamiento con jugo de tomate de árbol ($W=248$, $p < 0,01$; $W=504$ $p > 0,05$); esta diferencia no fue observada para los clasificados con obesidad (tabla 3).

Para Cu y Mg no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los voluntarios clasificados de acuerdo al IMC, después del tratamiento (tabla 3).

El consumo de jugo de tomate de árbol no produjo cambios estadísticamente significativos en las concentraciones de Cu y Mg en los voluntarios agrupa-

dos de acuerdo a la circunferencia de cintura (Tabla 4). Para las concentraciones de Zn se observó un aumento estadísticamente significativo ($W=701$ $p<0,01$) después del tratamiento, tanto para los voluntarios clasificados con normopeso como en los clasificados con obesidad abdominal (tabla 4).

La relación Cu/Zn fue de $1,57\pm 1,2$ AT y de $1,17\pm 0,6$ DT. La disminución observada después del consumo de jugo de tomate de árbol fue estadísticamente significativa ($W=893$, $P<0,01$; figura 2). En los voluntarios se observó una relación positiva entre las concentraciones de Cu y la edad ($r=0,36$, $p<0,05$) antes del tratamiento, esta relación no fue observada después del tratamiento.

DISCUSIÓN

Las concentraciones promedios de Mg se encontraron en los rangos de referencia establecidos para adulto; al contrario las concentraciones de Cu y Zn estuvieron por debajo de los límites establecidos. Este resultado difiere al encontrado por Caride et al. (16) en un estudio realizado en personas con rango de edades semejantes a los de este estudio. Las bajas concentraciones de Cu y Zn obtenidos en este estudio se podrían fundamentar con base en las diferencias de las dietas locales, el estado hormonal en las mujeres y la absorción de los minerales.

En las personas clasificadas con obesidad (antes del tratamiento), se observaron las mayores concentraciones de Zn. Se ha demostrado que las concentraciones de Zn aumentan en la obesidad; debido a que este metal forma parte del metabolismo de la hormona leptina la cual está involucrada en la fisiopatología de la obesidad. La leptina es una hormona que está relacionada directamente con la masa de tejido adiposo y al IMC (17).

Samad (18) encontró una correlación positiva entre los niveles de leptina, el Zn y el triptófano con la obesidad y sugiere que un elevado nivel de leptina unido a la disminución en las concentraciones de Zn tiene un gran impacto en la progresión de la obesidad (19). El tratamiento con jugo de tomate de árbol produjo un mejoramiento de las concentraciones de este metal en las personas con normopeso y sobrepeso, así como en aquellas clasificadas con obesidad abdominal.

Más del 50% de los voluntarios presentaron los valores de Mg en los rangos de referencia, el otro 50% los presentó ligeramente por debajo de este rango. El Mg es un electrolito de mucha importancia en el cuerpo siendo el cuarto el catión más abundante en el cuerpo humano. Nuevas evidencia conforman que aproximadamente dos tercios de la población occidental no consume los requerimientos diarios para este elemento. El Mg es empleado para prevención y el tratamiento de muchas afecciones de salud comunes, incluyendo migraña, síndrome metabólico, diabetes, hiperlipidemia, asma, síndrome premenstrual, preeclampsia y diversas arritmias cardíacas; también se puede considerar para la prevención de los cálculos renales y la formación de cataratas, como un complemento o tratamiento para la depresión y como una intervención terapéutica para muchos otros trastornos relacionados con la salud (20). En algunas enfermedades como la diabetes se encuentra disminuido (hipomagnesemia) también se asocia con la prevalencia de arritmias en personas obesas con diabetes; la deficiencia de Mg se asocia con decline y envejecimiento (4; 21).

En cuanto a la relación positiva observada entre las concentraciones de Cu y la edad, se ha reportado que esto se

atribuye al proceso de envejecimiento, el cual es un estado crónico inflamatorio y de estrés oxidativo; se ha demostrado que las concentraciones de Cu se incrementan con la edad similar a lo encontrado en este estudio; esto se relaciona con el aumento de procesos inflamatorios crónicos relacionado con el envejecimiento. La no relación de las concentraciones de Cu con la edad después del tratamiento sugiere un mejoramiento del estado oxidativo (22).

El Cu es cofactor de proteínas como la ceruloplasmina, a la cual se le atribuye una efectiva actividad antioxidante previniendo la oxidación de lípidos y proteínas. Se ha demostrado en recientes trabajos que el rol esencial de la ceruloplasmina es proteger a la célula y los tejidos durante las condiciones de estrés (5, 23).

Durante los procesos inflamatorios relacionados con enfermedades o envejecimiento se ha reportado incremento en las concentraciones de Cu con disminución en las concentraciones de Zn esto trae como consecuencia un desbalance en el estado oxidativo como ocurre en caso de la diabetes mellitus (5).

Metales esenciales como: cobre, zinc, magnesio son requeridos para una serie de numerosos procesos metabólicos y fisiológicos en el cuerpo humano y sus excesos o carencias han demostrado tener un impacto significativo sobre la salud por lo tanto es necesario realizar estudios de mayor alcance poblacional que permitan evaluar diversos factores tales como la edad, ingesta, hábitos y exposición ocupacional.

CONCLUSIONES

En este estudio se demostró que el jugo de tomate de árbol mejoró las concentraciones de zinc en las personas lo que sugiere que mejoró su estado oxidativo. Igualmente la disminución del índice Cu/Zn en los voluntarios después del tratamiento es indicativo de que el consumo del jugo de esta fruta puede contribuir a aminorar este índice cuyo incremento se le relaciona con procesos de enfermedades metabólicas y cardíacas.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaria Nacional de Educación Superior. Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT). Proyecto Becas PROMETEO, a la Facultad de Ciencias de la Salud (FCCS), al Centro Universitario de Investigación Ciencia y Tecnología (CUICYT) de la Universidad Técnica del Norte (UTN-Ibarra), al Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) Ibarra; a los departamentos: de Bienestar Universitario y Riesgos Laborales, a la Carrera de Nutrición y Salud Comunitaria y un especial reconocimiento a los voluntarios que participaron en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Albala C, Lera L, Pizarro F, Olivares G, Araya M. Prevalencia de deficiencia de zinc y cobre en adultos mayores de la Región Metropolitana de Santiago. *Rev Méd Chile*, 2011; 139 (3): 283-289.
2. Mejía-Rodríguez F, Shamah-Levy T, Villalpando S, García-Guerra A, Méndez-Gómez, Humarán I. Iron, zinc, copper and magnesium deficiencies in Mexican adults from the National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pub Mex*, 2013; 55:275-284.
3. Mocchegiani E, Malavolta M, Lattanzio F, Piacenza F, Basso A, Abbatecola A M et al. Cu to Zn ratio, physical function, disability, and mortality risk in older elderly (iSIRENTE study) *Age*, 2012; 34:539–552. DOI 10.1007/s11357-011-9252-2.
4. Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes*, 2015; 6(10): 1152-1157.
5. Malavolta M, Piacenza F, Basso A, Giacconi R, Costarelli L, Mocchegiani E. Serum copper to zinc ratio: Relationship with aging and health status. *Mech Ageing Dev*, 2015; 151:93-100. doi: 10.1016/j.mad.2015.01.004
6. Mohammadifard N, Humphries KH, Gotay C, Mena-Sánchez G, Salas-Salvadó J, Esmailzadeh A, Ignaszewski A, Sarrafzadegan N. Trace minerals intake: Risks and benefits for cardiovascular health. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2017; 13:1-13. doi: 10.1080/10408398.2017.1406332.
7. Novotny JA, Baer DJ, Khoo C, Gebauer SK, Charron CS. Cranberry juice consumption lowers markers of cardiometabolic risk, including blood pressure and circulating C-reactive protein, triglyceride, and glucose concentrations in adults. *J Nutr*, 2015; 145(6):1185-93. doi: 10.3945/jn.114.203190.
8. Potter AS, Foroudi S, Stamatikos A, Patil BS, Deyhim F. Drinking carrot juice increases total antioxidant status and decreases lipid peroxidation in adults. *Nutr J*, 2011; 10:96. doi: 10.1186/1475-2891-10-96.
9. Evan J. Williams, Katherine J. Baines, Bronwyn S. Berthon, Lisa G. Wood. Effects of an Encapsulated Fruit and Vegetable Juice Concentrate on Obesity-Induced Systemic Inflammation: A Randomised Controlled Trial. *Nutrients*, 2017; 9(2): 116. doi: 10.3390/nu9020116.
10. Torres A. Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *Arch Latinoamer Nutr*, 2012; 62(4): 381-388.
11. Espin S, Gonzalez-Manzano S, Taco V, Poveda C, Ayuda-Durán B, Gonzalez-Paramas AM, Santos-Buelga C Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chem*, 2016; 194:1073-80.
12. Salazar-Lugo R, Barahona A, Ortiz K, Chávez C, Freire P, Méndez J, Bermeo B, Santamaria M, Salas H, Oleas M. Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, Ecuador. *Arch. Latin. Nutr*, 2016; 66(2):121-128.
13. World Medical Association. World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 2013; 310(20):2191-94.
14. Organización Mundial de la Salud (OMS). Uso e interpretación de la an-

tropometría. Ginebra: OMSOPS. 1995.

15. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome International Diabetes Federation, 2005. disponible en:https://www.idf.org/webdata/docs/MetS_def_update2006.pdf.
16. Caride M, Rojas de Astudillo L, González A, Peña L, Ruotolo, A Márquez Y et al. Niveles séricos de magnesio, hierro y cobre en población de adultos de ciudad bolívar, estado Bolívar, Venezuela. *Saber*, 2014; 26(1): 25-32.
17. Gómez A. Efecto de la administración oral de zinc sobre sensibilidad a la insulina y niveles séricos de leptina y andrógenos en hombres con obesidad. *Rev med Chile*, 2006; 134(3): 279-284.
18. Samad N. Serum levels of leptin, zinc and tryptophan with obesity: A case-control study. *Pak J Pharm Sci*, 2017; 30(5):1691-1696.
19. Samad N, Yasmin F, Naheed S, Bari AZ, Ayaz MM, Zaman A, Akbar A, Saeed S, Ullah N. Serum levels of leptin, zinc and tryptophan in obese subjects with sleep deficits. *Pak J Pharm Sci*, 2017; 30(4):1431-1438.
20. Schwalfenberg GK, Genuis SJ. The Importance of Magnesium in Clinical Healthcare. , 2017; 4179326. doi: 10.1155/2017/4179326.
21. Soares de Oliveira AR, Clímaco Cruz KJ, Soares Severo J, Silva Morais J B, Coelho de Freitas TE, Araújo R S et al. Hypomagnesemia and its relation with chronic low-grade inflammation in obesity *Revista da Associação Médica Brasileira* *Rev. Assoc. Med. Bras*, 2017; .63(2) <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.63.02.156>.
22. Piacenza F, Malavolta M, Basso A, Costarelli L, Giacconi R, Ravussin E et al. Effect of six-month caloric restriction on Cu bound to Ceruloplasmin in adult overweight subjects. *J Nutr Biochem*, 2015; 26(8): 876–882. doi: 10.1016/j.jnutbio.2015.03.012.
23. Chapman AL, Mocatta TJ, Shiva S, Seidel A, Chen B, Khalilova I, et al. Ceruloplasmin is an endogenous inhibitor of myeloperoxidase. *J. Biol. Chem*, 2013; 288, 6465–6477.