

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.

Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barahona, Katherine Ortiz, Cynthia Chávez, Paola Freire, Jimmy Méndez, Bélgica Bermeo, Manuel Santamaria, Hilda Salas, Mariana Oleas.

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt), Ecuador. Universidad de Oriente.
Postgrado de Biología Aplicada, Cumaná, Venezuela. Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

RESUMEN. En este trabajo se evaluó el efecto del consumo del jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre parámetros nutricionales y bioquímicos en 54 voluntarios (44 mujeres y 10 hombres) con edades 45±8 años de Ecuador. Al inicio se les realizó una evaluación nutricional y bioquímica, luego se les invitó a consumir el jugo (100g de fruto en 150 ml de agua) diariamente durante 6 semanas. Finalizado este tiempo, se procedió a realizar la evaluación nutricional y bioquímica nuevamente. La evaluación nutricional determinó 67% de obesidad abdominal. Disminuyendo a 53% después del consumo del jugo de tomate de árbol. El 87% de los voluntarios antes del tratamiento, mostraron hipercolesterolemia; 40,7% y 46,3% tenían los triglicéridos y el LDL elevados y 18,5% valores de glucosa entre 98-130mg/dL. Valores que disminuyeron significativamente en este grupo después de la toma del jugo. En general, tanto en voluntarios con y sin sobrepeso se observó disminución significativa de colesterol total, LDL y glucosa; sin cambios significativos en los valores de HDL. El consumo del jugo no afectó la actividad de las enzimas alanina-aminotransferasa ni aspartato-aminotransferasa, tampoco las concentraciones de creatinina, urea y ácido úrico; ni la presión arterial, demostrando que no afecta la función hepática ni renal. Estos resultados indican que el consumo del jugo de tomate de árbol, durante seis semanas, parece ejercer un efecto hipolipemiente y moduladora en el metabolismo de la glucosa y colocan a *C. betacea* como uno de los frutos andinos con alto potencial nutracéutico. Sin embargo, estos aspectos deben ser investigados con más detalles.

Palabras clave: *Cyphomandra betacea*, perfil lipídico, hiperlipidemia, tomate de árbol, hipoglicémico, Ecuador.

SUMMARY. Effect of consumption of tree tomato juice (*Cyphomandra betacea*) on lipid profile and glucose concentrations in adults with hyperlipidemia, Ecuador. In this work the effect of consumption of tree tomato juice (*Cyphomandra betacea*) was evaluated on nutritional and biochemical parameters in 54 volunteers (44 women and 10 men) aged 45 ± 8 years-Ecuador. A nutritional and biochemical evaluation was performed in volunteers; then they were invited to drink tree tomato juice (100g of fruit in 150 ml of water) daily for 6 weeks. Finished these 6 weeks, volunteers were nutritional and biochemical evaluated again. 67% abdominal obesity was found, decreasing at 53% after drinking the established dosage of juice. 87% of the volunteers before treatment, showed hypercholesterolemia, 40.7% and 46.3% had hypertriglyceridemia and elevated LDL, respectively and 18.5% glucose concentrations between 98-130 mg/dL. These values decrease significantly in this group after drinking tomato juice. In general, Total Cholesterol, LDL and glucose concentrations decrease significantly after drinking tree tomato juice in all the voluntaries with or without overweight. There is no change in HDL concentrations. The consumption of tree tomato juice did not affect the activity of alanine aminotransferase or aspartate aminotransferase enzymes either creatinine, urea and uric acid concentrations, neither blood pressure suggesting that does not affect renal or liver function. These results indicate that consumption of tree tomato juice for six weeks appears to have a lipid-lowering and modulating effect on glucose metabolism, suggesting *C. betacea* as one of the high Andean fruits nutraceutical potential. However, this issue should be investigated in more detail.

Key words: *Cyphomandra betacea*, lipid profile, hyperlipidemia, tree tomato, hypoglycemic, Ecuador.

INTRODUCCION

Las enfermedades cardiometabólicas están asociadas con factores bioquímicos alterados dentro de los cuales están las dislipidemias y la hiperglicemia.

Factores genéticos y de estilos de vida determinarán el desarrollo de la patología ya sea hacia enfermedades cardiovasculares o a la diabetes mellitus tipo II (1). En América latina estas enfermedades se han convertido en una epidemia y se registra que causan el 47% de las muertes

(2). En la población adulta ecuatoriana, se ha reportado una incidencia de hipercolesterolemia entre 38,4% (40-49 años) y 51,1% (50-59 años), de hipertrigliceridemia de 44,7-43,1% para estos dos grupos de edades respectivamente; así como una prevalencia de LDL de 31,4-40,5%. Esto sumado a la prevalencia de sobrepeso y obesidad reportada en poblaciones adultas se convierten en un problema de salud pública que necesita intervención desde diferentes perspectivas (3).

Al respecto, existe una abundante contribución científica señalando que dietas con alto contenido de frutas y vegetales contribuyen eficientemente en el mejoramiento de los factores bioquímicos asociados a patología cardiometabólicas (4). De allí a que se han desarrollado trabajos para evaluar la composición química de frutas a las cuales se les asignan estas propiedades, dentro de ellas está el tomate de árbol o tamarillo *Chyphomacea betaceas*, (Solanácea), originario de América del sur y de amplia aceptación de consumo en Ecuador en donde se consume principalmente en jugos y en salsas. La caracterización físico química del fruto señalan su capacidad antioxidante de la pulpa madura (EC50 de 165 g/g DPPH y poder reductor de 0,07 mmol Fe +2/100g) poder antioxidante que se puede atribuir al alto contenido de compuestos fenólicos y flavonoides totales en la piel ($4,89 \pm 0,04$ mg EAG/g y $3,36 \pm 0,01$ mg UR/g, respectivamente); y antocianinas y carotenoides en la pulpa ($4,15 \pm 0,04$ mg/100 g y $25,13 \pm 0,35$ mg/100 g). Además, el análisis de la pulpa madura reflejan un aporte de 30 Kcal/100g, fibra dietaria (4,10g/100g) y valores de fósforo, calcio, magnesio potasio y hierro de 331,32; 21,25; 21,18; 17,03; 7,44 mg/100g respectivamente (5, 6).

Considerando todas estas propiedades del fruto y su gran aceptación en el consumo en el Ecuador se realizó este estudio en donde se evaluó el efecto del consumo del jugo de tomate de árbol sobre parámetros nutricionales y bioquímicos asociados con el desarrollo de patologías cardiometabólicas en un grupo de adultos voluntarios de la región de Imbabura, Ecuador.

MATERIALES Y METODOS

Los sujetos de estudio fueron 54 voluntarios; 44 mujeres y 10 hombres con edades de 45 ± 8 años quienes declararon espontáneamente su voluntad de participar en este estudio. 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 (7). 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 se aplicó una encuesta para la recolección de la información socioeconómica, de estilo de vida y de vigilancia epidemiológica. Fueron excluidos 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.

Esta 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%.

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 (8). Se midió la circunferencia de la cintura (CC) con una cinta métrica, según criterios de la federación Internacional de diabetes (IDF, 9) aplicando para esto, puntos de corte definidos para poblaciones latinoamericanas (hombres ≥ 90 cm y mujeres ≥ 80 cm). El porcentaje de

grasa y agua corporal se evaluó en la balanza TANITA, según puntos de corte señalados en el equipo para ambos sexos(10).

La presión arterial, fue medida con un tensiómetro de mercurio (No. 611 Yamasu; Kenzmedico, Saitama, Japon) siguiendo los criterios de ATP III (11). Se tomaron muestras de sangre en ayunas para obtener el suero, con el cual se hicieron las determinaciones de glucosa (GLU), colesterol (COL), lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteína de alta densidad (HDL), triglicéridos (TRI), creatinina, ácido úrico, úrea, las enzimas alaninoaminotransferasas (ALT), aspartato amino transferasas (AST) en un equipo COBAS e311 ROCHE (DiagnosticGmbHSandhoferStrasse 116, D-68305 Manhein, Alemania)empleando reactivos especificados de acuerdo a la casa ROCHE; también se realizaron determinaciones de los parámetros hematológicos hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), volumen corpuscular (CHCM) conteo total de leucocitos y eritrocitos, plaquetas, estas determinaciones fueron realizadas en un analizador hematológico KX-21N marca ROCHE. Una vez realizadas todas estas determinaciones se invitó a los voluntarios a consumir el jugo de tomate de árbol diariamente durante 6 semanas.

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 ÑukanchiMaki, (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 (6) y Espín et al (7); 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. También se midió la presión arterial.

Análisis estadístico

Para comparar los valores de los parámetros bioquímicos antes y después de la toma del jugo de tomate de árbol se empleó la prueba de T-student y la prueba no paramétrica de Wilcoxon, cuando los datos no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad. Todos los análisis se hicieron considerando un nivel de significancia de 95% ($p < 0,05$) y para comparar los parámetros bioquímicos de acuerdo al estado nutricional se empleó un ANOVA simple. Un análisis de regresión múltiple fue realizado para determinar la influencia de las variables bioquímicas y nutricionales sobre las concentraciones de colesterol total. Los datos bioquímicos y antropométricos obtenidos se procesaron utilizando el programa estadístico StatgraphicCenturiumVersion XVI.

RESULTADOS

El 100% de los voluntarios manifestó aceptación del jugo, no se observaron manifestaciones estomacales (acidez estomacal) durante las seis semanas de consumo del jugo. La evaluación nutricional realizada a los voluntarios antes del consumo del jugo determinó un 47% de sobre peso, de acuerdo al IMC y de un 67% de obesidad abdominal. Después del tratamiento, el porcentaje de sobrepeso fue 41% (reducción de 6%), de acuerdo a IMC y de 53% de obesidad abdominal (reducción de 14%) (Figura 1A y B). Sin embargo, el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas en los promedios de los parámetros nutricionales evaluados antes y después del tratamiento (tabla 1).

TABLA 1. Valores promedios y desviaciones estándar de los indicadores nutricionales de los voluntarios antes de la toma del jugo de tomate de árbol (AT) y después (DT).

Indicadores nutricionales	AT	DT
IMC (kg/cm ²)	27,3±5,1	27,3±5,4ns
CC (cm)	85,6±12,4	85,1±12,4ns
% AGUA	46,2±6,0	46,6±5,2ns
% GRASA	33,5±7,4	33,7±7,7ns

IMC= índice de masa corporal, CC= circunferencia de la cintura ns= no significativo

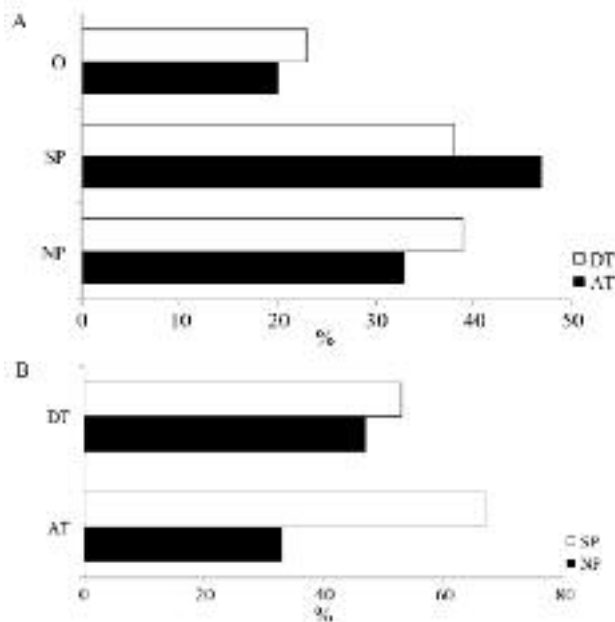


FIGURA 1. Distribución porcentual de los voluntarios antes (AT) y después (DT) de que tomaron el jugo de tomate de árbol, clasificados nutricionalmente de acuerdo al índice de masa corporal (A) y a la circunferencia de la cintura (B). NP= normopeso, DP= sobrepeso; O= obesos

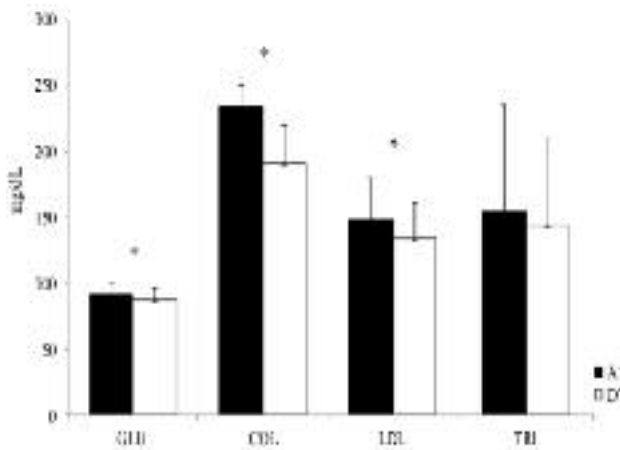


FIGURA 2. Valores promedios de las concentraciones de los parámetros bioquímicos glucosa (GLU), colesterol total (COL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos (TRI) en los voluntarios antes (AT) y después (DT) de la toma del jugo de tomate de árbol; *= $P < 0,05$

El 87% de los participantes antes del tratamiento, mostró hipercolesterolemia, Un 40,7% y 46,3% tienen los TRI y el LDL por encima del rango de referencia y un 18,5% tienen los valores de GLU entre los rangos de 96-130mg/dL. En general, se observa una disminu-

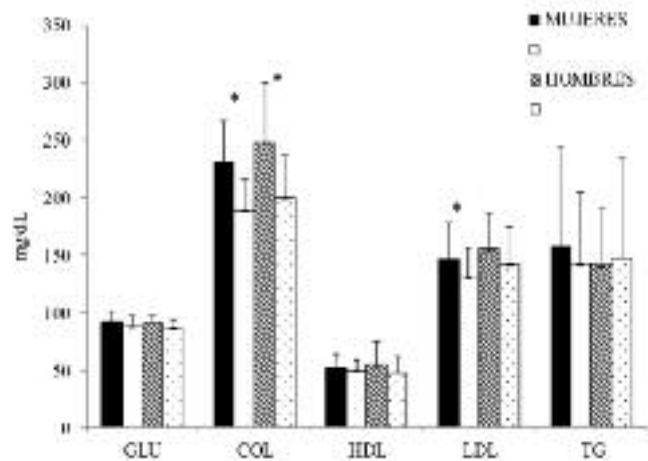


FIGURA 3. Valores promedios de las concentraciones de los parámetros bioquímicos glucosa (GLU), colesterol total (COL), lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos (TRI) en los voluntarios mujeres y hombres antes (AT) y después (DT) de la toma del jugo de tomate de árbol; *= $P < 0,05$.

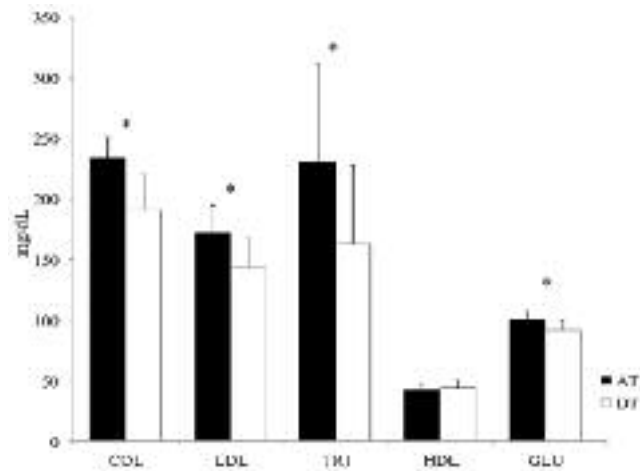


FIGURA 4. Valores promedios de las concentraciones de los parámetros bioquímicos colesterol total (COL), lipoproteínas de baja densidad (LDL), triglicéridos (TRI), lipoproteínas de alta densidad (HDL) y glucosa (GLU), en los voluntarios que presentaron hiperlipidemia y concentraciones de glucosa en límites entre 96-130 mg/dL antes (AT) y después (DT) de la toma del jugo de tomate de árbol; *= $P < 0,05$.

ción estadísticamente significativa en los valores de COL total y LDL después del consumo del jugo de tomate de árbol, también en las concentraciones de GLU. No hubo cambios significativos en las concentraciones de TRI (Figura 2).

Al discriminar por sexo se muestra que en las mujeres, la disminución de COL total y LDL fue estadísticamente significativa y en los hombres fue la de COL total solamente (Figura 3). Las personas con CC en la norma, muestran disminución significativa en los promedios de COL total y aquellas con obesidad abdominal, muestran disminución en COL total y LDL (tabla 2).

Cuando se consideran a los voluntarios que ingresaron al estudio con los parámetros bioquímicos de perfil lipídico y glucosa fuera de los rangos de referencia, se observa una disminución significativa en las concentraciones de COL total, LDL, TRI y CLU sin cambios significativos en los valores de HDL para este grupo (figura 4).

El consumo del jugo de tomate de árbol durante el tiempo establecido no afectó la actividad de las enzimas alaninaaminotransferasa (ALAT; W=874,5 P=0,50) y aspartato amino transferasa (ASAT; W=982 P=0,81) tampoco las concentraciones de creatinina

(W=1410,5 P=0,77), urea (t=0,75 P=,44) ni de ácido úrico. Demostrando que el consumo del jugo, al menos por seis semanas, a la dosis empleada no afecta la función hepática ni renal (tabla 3).

Los valores promedio de presión arterial en los voluntarios fue: para la presión diastólica 80,9±8,4 mm3Hg antes del tratamiento y 80,6±9,2mm3Hg después para la sistólica 117±15mm3Hg antes del tratamiento y 122±15mm3Hg sin mostrar diferencias estadísticamente significativas.

Los parámetros hematológicos son mostrados en la tabla 4, exceptuando por un voluntario que tenía las concentraciones de Hb en 11,5g/dL, los valores estuvieron en el rango de 13,5-17,2 g/dL. Después del tratamiento, el voluntario que tenía los valores de Hb de 11,5 g/dl lo incrementó a 13,5 g/dL. En general, no hubo cambios significativos en la hemoglobina después del consumo del jugo de tomate de árbol, el hematocrito disminuyó significativamente en hombres y mujeres, pero manteniéndose en los rangos de referen-

TABLA 2. Resumen estadístico de los parámetros bioquímicos en los voluntarios evaluados de acuerdo a la evaluación de circunferencia de la cintura antes (AT) y después (DT) de consumir el jugo de tomate de árbol.

Parámetros Bioquímicos	Sin obesidad abdominal		Con obesidad abdominal	
	AT	DT	AT	DT
GLU (mg/dL)	90,3 ± 6,32	85,9 ± 7,74	92 ± 11,1	89 ± 10,9
COL (mg/dL)	222,4 ± 38,7	184,9 ± 29,1*	238,4 ± 33,1	192,2 ± 25,5*
HDL (mg/dL)	53,7 ± 11,4	51,3 ± 8,0	50,7 ± 12,9	47,5 ± 9,8
LDL (mg/dL)	137 ± 30,7	125 ± 24,6	153,8 ± 31,4	136,2 ± 25,7*
TRI (mg/dL)	157,7 ± 87,0	142,4 ± 63,4	175,0 ± 93,7	151,8 ± 61,2
GLU (mg/dL)	90,3 ± 6,32	85,9 ± 7,74	92 ± 11,1	89 ± 10,9

GLU= glucosa, COL= colesterol total, HDL= lipoproteína de alta densidad, LDL= lipoproteínas de baja densidad, TRI= triglicéridos
*P<0,05 = significativo

TABLA 3. Valores promedios y desviaciones estándar de los parámetros hematológicos evaluados en los voluntarios antes (AT) y después de la toma del jugo de tomate de árbol (DT).

Parámetros Hematológicos	Mujeres		Hombres	
	AT	DT	AT	DT
Hb (g/dL)	14,6±0,91	14,6±0,8ns	16, ±0,5	15,9±0,8ns
Hto (%)	43,8±2,5	42,7±2,2*	48,4±1,5	46,4±2,0*
HCM	30±1,6	30±1,2*	30,3±1,3	30,6±1,6ns
CHCM	33,3±0,8	34,1±0,6*	33,6±0,7	34,4±0,9*
VCM	90,2±4,6	88,4±3,5*	90,9±3,9	88,8±3,8ns
Eritrocitos (1012 L)	4,91±0,41	4,79±0,4	5,3±0,3	5,2±0,3ns
Leucocitos (109 L)	6,8±1,9		6,9±2,1ns	
Plaquetas (109 L)	267,3±56ns		269,3±47ns	

Hb= hemoglobina, Hto= hematocrito, HCM= hemoglobina corpuscular media, CHCM= concentración de hemoglobina corpuscular media, VCM= volumen corpuscular medio *=P<0,05 ns=no significativo.

TABLA 4. Valores promedios y desviaciones estándar de parámetros relacionados con el funcionamiento hepático y renal evaluados en los voluntarios antes de la toma del jugo de tomate de árbol (AT) y después de la toma (DT).

Parámetros bioquímicos	AT	DT
AST (U/L)	23,2±6,5	24,3±11,1ns
ALT (U/L)	28,5±16,2	26,4±16,3ns
UREA (mg/dL)	27,2±7,1	28,3±7,5ns
CREATININA (mg/dL)	0,98±0,1	0,91±0,2ns
ACIDO URICO (mg/dL)	4,9±1,9	5,3±1,4ns

AST= aspartato amino transferasa, ALT= alaninaaminotransferasa ns=no significativo

cia; asimismo los índices hematimétricos concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y volumen corpuscular medio (VCM) mostraron diferencias significativas en mujeres, en hombres solo CHCM (tabla 4).

El análisis de regresión múltiple determinó que antes del tratamiento los valores de colesterol total están influenciados independientemente por el porcentaje de grasa, la concentración de glucosa, y los parámetros lipídicos TRI, col-LDL y HDL ($r^2=95,5\%$).

Después del tratamiento, la concentración de COL total está influenciada sólo por los parámetros lipídicos: col-LDL, TRI y col-HDL ($r^2=95,6\%$).

DISCUSION

El consumo de jugo de tomate de árbol durante seis semanas produjo una disminución significativa en los valores de COL total, col-LDL y de glucosa en las personas que lo consumieron siendo más efectiva la disminución de estos parámetros en aquellos voluntarios que presentaron hiperlipidemia y valores de glucosa en rangos por encima o cercanos a los valores de referencia; este resultado indica que esta fruta consumida regularmente optimiza el perfil lipídico plasmático y tiene un efecto hipoglucemiante. En un estudio realizado con ratas inducidas a la obesidad y luego tratadas durante siete semanas con extracto del fruto de tomate de árbol, se registró una disminución significativa del COL total; coincidiendo con nuestros resultados, sin embargo, los autores reportan una reducción no significativa en los niveles de LDL y de glucosa (12).

La literatura señala que el consumo de frutos y plantas con alto contenido de compuestos fenólicos, tal como lo es el tomate de árbol, ejercen un efecto hipolipemiante y antioxidante (13). Está bastante documentado que las hiperlipidemias inducen un estado

oxidativo crónico que de mantenerse puede inducir daños a nivel de las arterias e inclusive a órganos como el riñón, hígado y corazón; este estado de estrés, si se prolonga, puede contribuir a la progresión de patología cardiometabólicas e inclusive de cáncer (14). Los compuestos fenólicos reportados en frutos tales como el tomate de árbol, son los responsables del alto poder antioxidante

de los mismos (15).

Recientemente se ha identificado el ácido rosmarínico como uno de los polifenoles más abundante en el fruto de tomate de árbol (16). Este compuesto tiene importantes propiedades biológicas dentro de las cuales están su poder antiinflamatorio, antiviral, antibacterial, antidepresivo, anticarcinogénico y quimioprotector (17). Se ha demostrado el efecto protector del ácido rosmarínico en procesos relacionados con estrés oxidativo inducidos por hiperlipidemia e hiperglicemia (18); ya sea por protección del tejido pancreático hacia la glucolipototoxicidad (19) o por activación de la maquinaria enzimática antioxidante en tejidos como el hígado, riñón y otros órganos sensibles a peroxidación lipídica (20). Es posible que este compuesto presente en el fruto, en sinergia con otros polifenoles y carotenoides sean los responsables del efecto hipolipemiante observado sobre todo en los voluntarios con perfil lipídico alterado.

Aunque cabe señalar que fueron pocos los voluntarios que presentaron las concentraciones de GLU sobre los valores de referencia; sin embargo, de manera general, se observó una reducción de este parámetro sugiriendo un efecto modulador del jugo sobre el metabolismo de la glucosa. Además de polifenoles, el tomate de árbol es rico en licopeno, carotenoide conocido por su alto poder antioxidante; se ha demostrado que el consumo de frutas ricas en carotenoides ejerce un efecto protector hacia el desarrollo de hiperglicemia (21).

Por otro lado, la etnofarmacología señala el uso de jugo de tomate de árbol para tratamiento de las anemias quizás relacionado con su alto contenido en minerales tales como el Cu, Zn, Ca, K, Mg, Mn y Fe (6, 22). Los voluntarios participantes en este estudio no presentaban problemas de anemia, sin embargo se pudo observar

cierto efecto modulador en los parámetros hematológicos, sobre todo del hematocrito el cual disminuyó significativamente manteniéndose en valores de referencia; este resultado reviste gran importancia, debido a que el hematocrito es uno de los parámetros relacionados con la viscosidad sanguínea; un hematocrito muy alto incrementa la viscosidad sanguínea y esto afecta la entrega de glucosa de la sangre a los tejidos contribuyendo con la hiperglicemia, predisponiendo a la resistencia a la insulina, a la diabetes mellitus tipo 2 y al síndrome metabólico. Igualmente, la hiperviscosidad de la sangre afecta el manejo de oxígeno hacia los tejidos creando estrés oxidativo sobre todo en individuos con dislipidemias (23). Estas consideraciones sugieren que se podría explorar este hallazgo para comprobar el efecto del jugo de tomate de árbol en algunas condiciones relacionadas con los parámetros hematológicos, tales como hiperviscosidad sanguínea y las anemias ferropénicas.

Dentro de las limitaciones de este estudio está el hecho de que no hubo un grupo control que no tomara el jugo; el tiempo de toma del jugo que debió ser más largo para que permitiera evaluaciones intermedias, así como el número de voluntarios participantes que fue bajo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis bioquímicos realizados en los voluntarios, el consumo por seis semanas, del jugo de tomate de árbol no produce cambios en los marcadores hepáticos y renales demostrando su inocuidad sobre la función hepática y renal; asimismo, parece ejercer un efecto hipolipemiante y posiblemente modulador del metabolismo de la glucosa y de la hemoglobina. Ese posible efecto aquí reportado, sumado a la identificación reciente del ácido rosmarínico como uno de sus principales polifenoles (16) colocan a *C. betacea* como uno de los frutos andinos con alto potencial nutraceutico.

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) Iba-

rra, 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

1. Marcadenti A. Diet, cardiometabolic factors and type-2 diabetes mellitus: the role of genetics. *Curr Diabetes Rev.* 2015; PMID: 26179755
2. Rubinstein AL, Irazola VE, Calandrelli M, Elorriaga N, Gutierrez L, Lanas F, Manfredi JA, Mores N, Olivera H, Poggio R, Ponzo J, Seron P, Chen CS, Bazzano LA, He J. Multiple cardiometabolic risk factors in the Southern Cone of Latin America: a population-based study in Argentina, Chile, and Uruguay. *Int J Cardiol.* 2015; 183:82-8.
3. Freire WB, Ramirez MJ, Belmont P, Mendiata MJ, Silva MK, Romero N, Saenz K, Piñeros K, Gómez LF, Monge R. Resumen Ejecutivo, Tomo I. Encuesta Nacional de salud y Nutrición el Ecuador ENSANUT-ECU 2011-2013. 2013; Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Quito, Ecuador.
4. Pienovi L, Lara M, Bustos P, Amigo H. Consumo de frutas, verduras y presión arterial. Un estudio poblacional. *ArchLatinoamer Nutr.* 2015; 65(1): 21-26.
5. Hassan SHA, Bakar MFA. Antioxidative and Anticholinesterase Activity of *Cyphomandra betacea* Fruit. *Scient World J.* 2013; doi.org/10.1155/2013/278071
6. Torres A. Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *ArchLatinoamer Nutr.*; 2012; 62(4): 381-388.
7. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA.* 2013; 310(20):2191-94.
8. Organización Mundial de la Salud (OMS). Uso e interpretación de la antropometría. Ginebra: OMS-OPS.1995.
9. 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
10. Gallagher AC. Fluid and electrolyte requirements. En: Krey SH, Murrar RL (eds). Dynamics of nutrition support. Norwalk CT. Appleton-Century-Crofts. EUA 1986: 249-75.
11. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Sum-

- mary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 2001; 285(19):2486-97.
12. Abdul NA, Rahmat A, Jaafar HZ. Protective Effects of Tamarillo (*Cyphomandra betacea*) Extract against High Fat Diet Induced Obesity in Sprague-Dawley Rats. *J Obes*. 2015; doi: 10.1155/2015/846041.
 13. Massao M, Prado de Oliveira E, Moreto F, Portero-McLellan KC, Burini RC. Association of dyslipidemia with intakes of fruit and vegetables and the body fat content of adults clinically selected for a lifestyle modification program *Arch Latinoamer Nutr*. 2010; 60(2):148-154.
 14. Cao XL, Du J, Zhang Y, Yan JT, Hu XM. Hyperlipidemia exacerbates cerebral injury through oxidative stress, inflammation and neuronal apoptosis in MCAO/reperfusion rats. *Exp Brain Res*. 2015; 233(10):2753-65.
 15. Kumar S, Pandey AK. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. Volume 2013, Article ID 162750, 16 pages DOI:10.1155/2013/162750
 16. 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.
 17. Nunes S, Madureira R, Campos D, Sarmiento B, Gomes AM, Pintado M, Reis F. Therapeutic and Nutritional Potential of Rosmarinic Acid - Cytoprotective Properties and Pharmacokinetic Profile. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015. DOI: 10.1080/10408398.2015.1006768.
 18. Mushtaq N, Schmatz R, Ahmed M, Pereira LB, da Costa P, Reichert KP, Dalenogare D, Pelinson LP, Vieira JM, Stefanello N, de Oliveira LS, Mulinacci N, Bellumori M, Morsch VM, Schetinger MR. Protective effect of rosmarinic acid against oxidative stress biomarkers in liver and kidney of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Physiol Biochem*. 2015; DOI: 10.1007/513105-015-0438-4.
 19. Govindaraj J, Sorimuthu Pillai S. Rosmarinic acid modulates the antioxidant status and protects pancreatic tissues from glucolipotoxicity mediated oxidative stress in high-fat diet: streptozotocin-induced diabetic rats. *Mol Cell Biochem*. 2015; 404(1-2):143-59.
 20. Zhang Y, Chen X, Yang L, Zu Y, Lu Q. Effects of rosmarinic acid on liver and kidney antioxidant enzymes, lipid peroxidation and tissue ultrastructure in aging mice *Food Funct*. 2015; 6(3):927-31.
 21. Suzuki K, Ito Y, Nakamura S, Ochiai J, Aoki K. Relationship between serum carotenoids and hyperglycemia: a population-based cross-sectional study. *J Epidemiol*. 2002; 12(5):357-66.
 22. Acosta-Quezada PG, Raigón MD, Riofrío-Cuenca T, García-Martínez MD, Plazas M, Burneo JI, Figueroa JG, Vilanova S, Prohens J. Diversity for chemical composition in a collection of different varietal types of tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*), an Andean exotic fruit. *Food Chem*. 2015; 169:327-35.
 23. Irace C, Carallo C, Scavelli F, Esposito T, De Franceschi MS, Tripolino C, Gnasso A. Influence of blood lipids on plasma and blood viscosity. *Clin Hemorheol Microcirc* 2014; 57(3):267-74.

Recibido: 24-11-2015

Aceptado: 25-02-2016