



## **Nivel de Triglicéridos y relación al contenido de polifenoles dietéticos en estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales**

Gilary Mariana Rojas Espitia  
Juan Nicolás Giraldo Rodríguez  
Karen Melissa Zambrano Vallejo  
Karol Melissa Vega Sánchez  
Luca Fehrenbacher  
María Isabel Mejía Ruiz  
Natalia Sofia Buelvas Tatis  
Valentina Morales Quijano  
Zamia Lineth Álvarez Quiñones

Trabajo de investigación presentado a líneas de investigación IV

### **Investigadora Principal**

Eridia Dinora Castaño Mora  
Química Farmacéutica

### **Coinvestigadores**

Clara Helena González-Correa  
Juan Carlos Carmona Hernández

Asesores de recursos académicos: Juan Pablo Charry Osorio (asesor bibliográfico)

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Medicina  
Manizales, Caldas, Colombia

2025

---

Álvarez Quiñones et al. (1)

Referencia/Reference

Álvarez Quiñones Zamia Lineth (1) Buelvas Tatis Natalia Sofía (2) Carmona Hernández Juan Carlos (3) Castaño Mora Eridia Dinora (4) Fehrenbacher Luca (5) González-Correa Clara Helena (6), Giraldo Rodríguez Juan Nicolas (7) Mejía Ruiz María Isabel (8) Morales Quijano Valentina (9) Rojas Espitia Gilary Mariana (10) Vega Sánchez Karol Melissa (11) Zambrano Vallejo Karen Melissa (12) Nivel de Triglicéridos y relación al contenido de polifenoles dietéticos en estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales. Trabajo de investigación presentado a líneas de investigación IV. Manizales, Colombia. Universidad de Manizales; 2025.

Estilo/Style:  
Vancouver/ICMJE (2018)



Grupo de Investigación Médica

Facultad de Ciencias para la Salud

Semillero de Investigación Farmacéutica

Líneas de investigación

Medicina

**Declaración de inteligencia artificial:** el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, entre otras], de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

**Biblioteca y Centro de Recursos:** <https://biblioteca.umanizales.edu.co/>

**Repositorio Institucional:** <http://ridum.umanizales.edu.co/>

**Universidad de Manizales:** [www.umanizales.edu.co](http://www.umanizales.edu.co)

**Revistas:** <http://revistasum.umanizales.edu.co/>

**Fondo Editorial:** <https://editorialum.umanizales.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Agradecimientos

Damos nuestros más sinceros agradecimientos a **Carmen Serna Hurtado** por su excelente y comprometido apoyo a la toma y procesamiento de muestras, así como a al proceso logístico para la preparación y suministro del jugo de tomate de árbol y papaya. Su apoyo fue crucial para la obtención y análisis de resultados.

## Resumen

**Introducción:** Las alteraciones metabólicas que llevan a patologías como la obesidad, aumento de la resistencia a la insulina, dislipidemias y enfermedades cardiovasculares son cambios patológicos que por su gran prevalencia a nivel mundial son de gran interés para la comunidad científica. Se ha planteado en diferentes estudios los beneficios de los polifenoles que se encuentran en una gran variedad de alimentos y que pueden integrarse a la dieta de los pacientes propensos a padecer o que ya presenten algunas de estas patologías; impactando de forma positiva sobre los niveles de glicemia, factores antiinflamatorios y actuando como antioxidantes y antineoplásicos. La presente investigación propone analizar la relación entre los niveles de triglicéridos y el contenido de polifenoles en estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales, antes y después del consumo de jugo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) y Papaya (*Carica papaya*). **Materiales y métodos:** Se recolectaron datos sociodemográficos, pruebas antropométricas, muestras de sangre y de orina para la cuantificación de triglicéridos y polifenoles antes y después del jugo por espectrofotometría. Se cuantificó la cantidad de polifenoles en las frutas para determinar la cantidad suministrada en las porciones de los jugos. Los datos obtenidos se analizaron a través del programa SPSS, lo que permitió la asociación entre variables relacionadas con los estados nutricionales y el contenido de polifenoles detectados. **Resultados:** Los niveles de triglicéridos se encontraron entre 50 y 150 mg/dL, los polifenoles oscilaron entre 2 y 13 mg EAG/mL. De igual forma, se encontró una línea de tendencia negativa ( $r = - 0.110$ ) donde a mayor ingesta de polifenoles se asociaron niveles más bajos de triglicéridos después del jugo de tomate de árbol y papaya. El análisis mediante la prueba  $t$  para muestras relacionadas mostró que esta disminución

no alcanzó significancia estadística ( $p > 0.05$ ), sin embargo, se evidenció una tendencia descendente clínicamente relevante en algunos estudiantes con cifras basales más altas.

**Conclusiones:** De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible que una ingesta más alta en polifenoles del Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) y de la Papaya (*Carica papaya*) impacten de forma positiva sobre el nivel de triglicéridos en estudiantes universitarios, por lo tanto, la inclusión en la dieta de alimentos ricos en polifenoles es una acción de promoción y prevención de la enfermedad que debe integrarse a los entornos educativos con el fin de orientar hacia comunidades saludables.

**Palabras clave:** Triglicéridos, Polifenoles, Estudiantes de medicina, *carica papaya*, tomatillo.

### Abstract

**INTRODUCTION:** Metabolic disorders that lead to conditions such as obesity, increased insulin resistance, dyslipidemia, and cardiovascular disease are pathological changes that, due to their high prevalence worldwide, are of great interest to the scientific community. Various studies have highlighted the benefits of polyphenols, which are found in a wide variety of foods and can be incorporated into the diet of patients who are prone to or already suffer from some of these pathologies, positively impacting blood glucose levels and anti-inflammatory factors and acting as antioxidants and antineoplastic agents. This research proposes to analyze the relationship between triglyceride levels and polyphenol content in medical students at the University of Manizales, before and after consuming tree tomato (*Solanum betaceum*) and papaya (*Carica papaya*) juice. **MATERIALS AND METHODS:** Sociodemographic data, anthropometric tests, blood and urine samples were collected for the quantification of triglycerides and polyphenols before and after juice consumption by spectrophotometry. The amount of polyphenols in the fruits was quantified to determine the amount supplied in the juice portions. The data obtained were analyzed using the SPSS program, which allowed for the association between variables related to nutritional status and the content of detected polyphenols. **RESULTS:** Triglyceride levels were found to be between 50 and 150 mg/dL, while polyphenols ranged from 2 to 13 mg EAG/mL. Similarly, a negative trend line was found ( $r = -0.110$ ), where higher polyphenol intake was associated with lower triglyceride levels. Analysis using the t-test for related samples showed that this decrease did not reach statistical significance ( $p > 0.05$ ); however, a clinically relevant downward trend was evident in some students with higher baseline values. **CONCLUSIONS:**

According to the results obtained, it is possible that a higher intake of polyphenols from tree tomatoes (*Solanum betaceum*) and papaya (*Carica papaya*) has a positive impact on triglyceride levels in university students. Therefore, the inclusion of polyphenol-rich foods in the diet is a disease promotion and prevention measure that should be integrated into educational settings to guide communities toward better health.

**Keywords:** Triglycerides, Polyphenols, Medical students, papaya, tomatillo.

## 1. Introducción

Los niveles elevados de triglicéridos (TG) y colesterol generan alteraciones metabólicas en el organismo. Este desequilibrio favorece el desarrollo de condiciones como la obesidad, aumento de la resistencia de la insulina, las dislipidemias y enfermedades cardiovasculares. Las actuales políticas nacionales carecen de acciones más efectivas para la prevención de enfermedades metabólicas y cardiovasculares, ya que no existen por ejemplo impuestos sobre bebidas azucaradas fomentando el consumo excesivo de azúcares simples, lo que contribuye a la hipertrigliceridemia y a una limitada planificación de estrategias para la prevención de estas enfermedades (1,2).

Existen otros factores de riesgo importantes como los son el consumo de tabaco responsable de más de 7,2 millones de muertes anuales a nivel mundial, se espera que esta cifra siga aumentando. Así mismo el consumo excesivo de sal contribuye a 4,1 millones de muertes cada año, el consumo de alcohol y la falta de actividad física es responsable de aproximadamente 1,6 millones de muertes anuales. Gran parte de estos inadecuados hábitos forman parte del estilo de vida de muchos estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales, quienes, debido a las largas horas de estudio, cargas de trabajo, exigencias académicas y estrés, tienen poco tiempo para actividades recreativas y adoptan patrones alimenticios poco saludables (3,4).

Las alteraciones en la producción o catabolismo de los TG pueden generar hipertrigliceridemia, que se clasifica en leve-moderada (150-885 mg/dL), grave (>885 mg/dL) y muy grave (>1.770 mg/dL) (5). Los triglicéridos se consideran altos cuando

superan los 200 mg/dL. Para pacientes con hipertrigliceridemia aislada entre 500 y 800 mg/dL, se recomienda realizar cambios en el estilo de vida y evaluar posibles causas secundarias junto con terapia farmacológica. La detección temprana, el cribado, el tratamiento adecuado y los cuidados paliativos son esenciales en la respuesta a las enfermedades no transmisibles (6).

A nivel global, la elevación del colesterol LDL (cLDL) contribuye a más de 2,6 millones de muertes anuales. En los cinco países más grandes de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia, España y Reino Unido), más de 130 millones de personas tienen cLDL elevado, lo que representa una prevalencia de hipercolesterolemia del 14 % y una prevalencia de placa aterosclerótica del 8 %. En Estados Unidos, más de 100 millones de personas tienen cLDL elevado, y el 37 % de la población requiere tratamiento con estatinas. Cerca de 29 millones de personas tienen colesterol total  $\geq 240$  mg/dL, lo que duplica el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Estas condiciones... han hecho que las enfermedades cardiovasculares se conviertan en la principal causa de muerte por enfermedades no transmisibles, con 17,9 millones de muertes al año (6).

De acuerdo con un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Chiapas de México en el que se buscaba relacionar el índice de masa corporal (IMC) y circunferencia de cintura (cc) con la glucosa, colesterol y triglicéridos en 294 estudiantes, con un promedio de 20 años inscritos en la licenciatura en Médico Cirujano de una escuela privada en Tuxtla Gutiérrez Chiapas en el año 2018. Se encontró que 36,4% de estudiantes presentó sobrepeso y 12,9 con obesidad tipo I. También, se observó una tendencia al sobrepeso en estudiantes que tuvieron valores normales de glucosa (34%), colesterol (45%), triglicéridos (36%), y con valores altos de estos parámetros 70%, 48% y 50% respectivamente. Se encontró un riesgo de salud alto para enfermedades cardiovasculares en estudiantes con hiperglicemia (10%), hipercolesterolemia (16%) y con riesgo moderado con hipertrigliceridemia (40%) (7).

En Colombia, según el World Obesity Atlas 2025, el 26% de los adultos presentan obesidad y el 65% de la población mayor de edad tiene un índice de masa corporal  $\geq 25$

kg/m<sup>2</sup>. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que en 2021 se registraron 8.198 muertes prematuras asociadas a enfermedades no transmisibles relacionadas con un IMC elevado, principalmente debido a la inactividad física y una dieta inadecuada. Así mismo la prevalencia de hipertensión arterial en 2015 fue del 16.9% en hombres y 21.5% en mujeres, teniendo en cuenta que la hipertensión es un factor de riesgo clave para enfermedades cardiovasculares, como accidentes cerebrovasculares e insuficiencia renal, siendo responsable del 12.2% de las muertes por enfermedades del sistema circulatorio. En algunas regiones del país, como Bolívar y Antioquia, la prevalencia de hipertensión es del 10% y 9.4%, respectivamente, lo que subraya la necesidad de controlar factores como la hipertensión, la obesidad y los niveles elevados de triglicéridos (2,3).

En Bogotá, los indicadores de salud metabólica muestran cifras de colesterol total promedio de 193,7 mg/dL, el cLDL de 120,4 mg/dL, el HDL de 42,2 mg/dL y los triglicéridos de 164,7 mg/dL. La prevalencia de hipercolesterolemia en la población es del 11,7%, mientras que la prevalencia de cLDL elevado alcanza el 19,1%. Estos valores reflejan que una parte significativa presenta alteraciones en los niveles de colesterol (8,6).

En el departamento de Caldas se ha identificado un preocupante fenómeno de doble carga nutricional, caracterizado por la coexistencia de desnutrición y obesidad en distintos segmentos de la población. Este desequilibrio alimentario se evidencia en los altos índices de riesgo de delgadez y obesidad, especialmente en niños y adolescentes de 5 a 18 años, donde se reporta un 60,8% con riesgo de delgadez, acompañado de un número significativo de casos de obesidad, aunque sin un porcentaje específico. Frente a este escenario, el departamento ha emprendido diversas acciones en salud pública. Se destacan campañas educativas para fomentar hábitos saludables, actividad física regular y el control de enfermedades crónicas como la hipertensión y la diabetes. Igualmente, se ha fortalecido el sistema de vigilancia en salud nutricional, permitiendo un monitoreo más efectivo del estado nutricional de la población (9).

Se está trabajando en el fortalecimiento de la red hospitalaria y en la creación de sistemas de salud interculturales para mejorar el acceso y la atención médica de las

comunidades indígenas. Estas estrategias buscan reducir la carga de enfermedades no transmisibles y mejorar de manera integral la salud de la población caldense (10).

Por esto, y teniendo en cuenta los factores de riesgo para estudiantes universitarios, se plantea la siguiente pregunta de investigación: **¿Existe relación entre el nivel de triglicéridos y el contenido de polifenoles en estudiantes de medicina de la universidad de Manizales antes y después del consumo de jugo del Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) y de la Papaya (*Carica papaya*).**

El objetivo de la presente investigación es evaluar la relación entre el nivel de triacilglicerolos con el contenido de polifenoles antes y después del suministro de jugo de tomate de árbol (*solanum Betacecum*) y papaya (*caricaturización papaya*) en estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales, se busca evaluar dichos niveles y determinar si existe una correlación en un grupo de estudiantes. Se plantea como efecto esperado disminuir los niveles de triglicéridos en los estudiantes posterior a la toma del jugo.

## 2. Justificación

Hasta la fecha, la literatura científica ha identificado más de 8.000 tipos de estos compuestos, ampliamente distribuidos en frutas, verduras, legumbres y cereales. De igual forma, con el avance de las ciencias, el conocimiento sobre los polifenoles se ha enriquecido con diferentes técnicas en varios ensayos clínicos que han permitido clasificarlos en: Ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico), Flavonoides (flavonas, flavonoles, isoflavonas, flavanonas, antocianinas), Estíbenos (resveratrol, piceataanol), Lignanós (sesamol, pinosinol, sinol, enterodiol) entre otros (11).

Su consumo ha sido asociado con efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular, metabólica, ósea y neurológica, además de propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antineoplásicas, sugiriendo también un papel significativo en la prevención de enfermedades como la diabetes mellitus. El consumo de polifenoles es beneficioso para la salud de la población estudiantil (12).

En relación con enfermedad aterosclerótica los polifenoles presentan la capacidad de atenuar el inicio y la progresión de esta y otras patologías que afectan el sistema cardiovascular, por su habilidad para reducir la oxidación de las LDL (lipoproteínas de baja densidad). Lo anterior, teniendo en cuenta que la peroxidación lipídica es un proceso donde los radicales libres atacan los lípidos que tienen doble enlaces carbono - carbono, puntualmente en ácido grasos polinsaturados que afectan las funciones celulares y desencadenan patologías como las mencionadas anteriormente (13).

El resveratrol, es un polifenol que se puede encontrar en plantas y frutos como el maní, moras, arándanos y especialmente, en la uva y el vino tinto; además es uno de los polifenoles más relacionados con disminuir los efectos producidos por la citotoxicidad de las LDL oxidadas en las células endoteliales. Este compuesto, posee la cualidad de producir un incremento de colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) en el plasma (14,15).

Respecto a la biodisponibilidad del Resveratrol, se ha mencionado que posterior a una administración por vía oral, éste se absorbe por medio de la difusión pasiva o a través de transportadores de membrana localizados en el intestino, en el cual se ve expuesto a reacciones metabólicas favoreciendo la liberación al torrente sanguíneo, donde, se puede medir su concentración plasmática. Este polifenol, se metaboliza en su forma glicosilada, lo que permite aumentar su estabilidad y solubilidad, favoreciendo una alta biodisponibilidad sistémica y logrando así sus efectos protectores contra los efectos del aumento nocivo de los triglicéridos a nivel plasmático (16).

Esta investigación es pertinente, actual y con un alto potencial de impacto en el campo de la salud pública, la nutrición funcional y la prevención de enfermedades crónicas, con un enfoque poblacional que responde a las necesidades actuales de una comunidad científica cada vez más interesada en los vínculos entre alimentación, metabolismo y salud, además de que la evidencia presentada que se derive podrá ser

utilizada para apoyar futuras recomendaciones clínicas y estrategias de promoción de la salud en estudiantes universitarios.

### **3. Materiales y métodos**

Los sujetos del estudio fueron 33 estudiantes de Medicina; 22 mujeres y 9 hombres, con edades entre los 18 y 35 años, de diferentes semestres de la Universidad de Manizales. La selección fue basada en su disponibilidad, alimentación, sin comorbilidades y la posibilidad de recolección de datos y muestras de sangre y orina. Los participantes firmaron de forma voluntaria el consentimiento informado y luego se les aplicó un formulario completado antes de llegar al laboratorio que incluía información personal y estilos de vida. El segundo formulario fue diligenciado por los investigadores principales en el laboratorio, donde se indago sobre su dieta cotidiana, se realizaron las pruebas de antropometría y se tomaron las muestras de sangre y orina para cuantificar los niveles de triglicéridos y polifenoles. El estudio fue aprobado por el comité de Bioética de la universidad de Manizales (número de aprobación CBE01\_2023).

Antes de la intervención del suministro del jugo, se tomaron los datos antropométricos y muestras de sangre y orina para la cuantificación inicial de triglicéridos y polifenoles respectivamente en los participantes. Después se inició la intervención nutricional en la que los participantes consumieron el jugo de tomate de árbol y papaya durante dos semanas. Cada día, los participantes acudieron a la sala designada para el proyecto con el fin de recibir el jugo recién preparado. Durante este proceso, los participantes fueron observados mientras consumían totalmente el jugo antes de retirarse.

La preparación del jugo consistió en licuar 100g de tomate de árbol y 25 g de papaya en 150 mL de agua durante un minuto, para luego colar la mezcla. Al concluir la segunda semana, se recolectaron muestras de orina y de sangre en ayunas para cuantificar el nivel de polifenoles y de triglicéridos presentes en las muestras de los participantes.

### **Cuestionario de 24horas**

Este cuestionario se utilizó para recopilar información detallada sobre la ingesta alimentaria de los participantes durante el día previo a la toma de las muestras de sangre y orina. Este instrumento permitió registrar los alimentos y bebidas consumidos en las diferentes comidas (Desayuno, almuerzo, cena y refrigerios intermedios). La información facilitó la estimación del consumo total de energía y la cantidad de nutrientes ingeridos.

### **Pruebas antropométricas**

Para medir la estatura, se utilizó un tallímetro. Luego, para el peso y el porcentaje de grasa corporal se usó una báscula 2001 tipo Tanita cuyo lote es 840805 y se registró digitalmente el peso del participante. A través de la báscula mencionada se calculó el porcentaje de grasa corporal). La circunferencia del brazo se midió con una cinta métrica en cm. Para el pliegue del tríceps se implementó un adipómetro marca SlimGuide que medía dicho pliegue en milímetros. La circunferencia de la cintura que se tomó con una cinta métrica flexible en cm. Para las pruebas de fuerza, se utilizó un dinamómetro marca Jamar con número serial 30608087, con el cual se realizaron tres pruebas; cada prueba duro 5 segundos y se registró la fuerza máxima alcanzada en cada una.

### **Espectrofotometría triglicéridos**

La determinación de triglicéridos se realizó mediante el método enzimático glicerol fosfato oxidasa/peroxidasa, descrito por Bucolo & David (1973) y Fossati & Prencipe (1982), reacción enzimática colorimétrica acoplada que emplea un reactivo compuesto por lipasa (>100 U/mL), glicerol quinasa (>1,5 U/mL), glicerol-3-fosfato oxidasa (>4 U/mL) y peroxidasa (>0,8 U/mL), en una solución tamponada con Pipes 45 mmol/L y pH 7,0. Este procedimiento convirtió los triglicéridos en glicerol libre, que posteriormente fue oxidado para generar peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Dicho peróxido reaccionó con un cromógeno en presencia de peroxidasa, formó un compuesto coloreado cuya intensidad fue proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en las muestras.

La absorbancia del producto coloreado se midió a una longitud de onda de 500 ± 20 nm. La concentración de las muestras se calculó con base en las absorbancias de

éstas y el estándar utilizado (200 mg/dL (2,26 mmol/L) de triglicéridos. El cálculo se realizó con base en la siguiente formula:

$$\frac{\text{Absorbancia nm muestra}}{\text{Absorbancia nm patrón}} \times C \text{ patrón mg/dL} = C \text{ muestra}$$

### **Método para el Análisis de Polifenoles en Orina**

Para este análisis basados El contenido total de fenoles se determinó mediante el método de Folin–Ciocalteu, ampliamente descrito por Pérez et al. (23). Se utilizaron frascos recolectores de muestras marcados con fecha y código del participante; micropipetas y puntas; microtubos y el espectrofotómetro. Los reactivos y productos químicos incluyeron: acetona, etanol, carbonato de sodio y reactivo de Folin-Ciocalteu, adquiridos de PanReac AppliChem, ITW Reagents (Darmstadt, Alemania); acetonitrilo y metanol de Sigma Aldrich (St. Louis, MO, EE. UU.); nitrito de sodio y cloruro de aluminio de LOBA Chemie (Mumbai, India); hidróxido de sodio de EMSURE Merck (Darmstadt, Alemania). Los estándares de referencia para HPLC, quercetina y kaempferol, fueron adquiridos de MP Biomedicals (Irvine, CA, EE. UU.); ácido ascórbico y 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) de Sigma-Aldrich, comprados de Merck KGaA (Darmstadt, Alemania).

Para realizar el procedimiento se inició recolectando las muestras de orina en frascos marcados por paciente. Posteriormente, se centrifugó 8 mL de muestra en tubos Falcon de 15mL a 3500 rpm por 7 minutos. El sobrenadante se transfirió a tubos Eppendorf duplicados y se procedió a la cuantificación de polifenoles.

Para medir polifenoles totales, se utilizó el ensayo de Folin-Ciocalteu: se mezclaron 200  $\mu$ L de la muestra con 800 $\mu$ L de agua y 1mL del reactivo Folin-Ciocalteu (dilución 1:10) Se permitió reaccionar durante 2 minutos y luego se combinó con 2 mL de solución de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al 3.5% p/v, se incubó 90 minutos protegido de la luz y se midió la absorbancia a 655 nm. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente por mL de orina (mg GAE/mL).

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS versión 30.0.0.0 (172). La normalidad de las variables se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, confirmando una distribución normal para los datos. La relación entre las variables cuantitativas se evaluó a través del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), con el objetivo de determinar la correlación entre los niveles de polifenoles, IMC, circunferencia de cintura y los triglicéridos séricos. Se estableció el nivel de significancia estadística en  $p < 0.05$ , se planteó como no significativa diferencias o asociaciones con valores de  $p$  superiores a este valor.

### Variabes e instrumentos

Las variables estipuladas en esta investigación se plantearon con el objetivo de caracterizar el perfil sociodemográfico, antropométrico, dietético y bioquímico de los participantes. De igual forma establecieron posibles asociaciones entre el nivel de triglicéridos con el contenido de polifenoles antes y después del consumo del jugo. Cada variable fue medida con instrumentos calibrados bajo procedimientos estandarizados en el laboratorio y/o de acuerdo con los procedimientos bioquímicos de los reactivos utilizados para la detección de los biomarcadores. En la siguiente tabla 1, se muestran las variables analizadas, equipos y/o métodos utilizados para la medición:

**Tabla 1.** Variables analizadas y equipos utilizados en el estudio.

Tipo de Variable	Variable	Equipo o Instrumento	Unidad de medida/método
<b>Sociodemográfica</b>	Edad	Cuestionario digital	NA
	Sexo		
	Lugar de procedencia		
	Consumo de tabaco		
	Actividad física		
<b>Antropometría</b>	Estatura	Tallímetro	cm

	Peso corporal	Báscula Tanita 2001 (lote 840805)	Kg
	Índice de masa corporal	Cálculo: peso (kg) / talla <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	kg/m <sup>2</sup>
	Circunferencia de cintura	Cinta métrica flexible	cm
	Pliegue tricípital	Adipómetro SlimGuide	mm
	Porcentaje de grasa corporal	Báscula Tanita 2001	%
	Fuerza de presión manual	Dinamómetro Jamar (serial 30608087)	kgf
<b>Bioquímica</b>	Triglicéridos Séricos	Espectrofotometría (reacción enzimática colorimétrica)	mg/dL
	Polifenoles totales en orina	Espectrofotómetro, método Folin- Ciocalteu	mg EAG/mL

#### 4. Marco teórico

Los triglicéridos (TG) son ésteres de glicerol ( $C_3H_8O_3$ ) y tres ácidos grasos (R-COOH), fundamentales en el almacenamiento y transporte de energía en los organismos vivos. Su síntesis ocurre mediante una reacción de esterificación, en la cual los grupos hidroxilo (-OH) del glicerol reaccionan con los grupos carboxilo (-COOH) de los ácidos grasos, liberando tres moléculas de agua ( $H_2O$ ) y formando enlaces éster (-COO-). Dependiendo de la saturación de los enlaces carbono-carbono en los ácidos grasos, los TG pueden clasificarse como saturados (sin dobles enlaces), insaturados (con uno o más dobles enlaces) o mixtos, lo que influye en su estado físico y función metabólica. El metabolismo de los triglicéridos (TG) está regulado por vías hepáticas e intestinales, con el transporte plasmático que es mediado por lipoproteínas como los quilomicrones y las lipoproteínas de muy baja densidad VLDL. Alteraciones en la producción o catabolismo de los TG pueden generar hipertrigliceridemia (16).

Los polifenoles son compuestos naturales formados por uno o varios anillos aromáticos, en estos anillos se unen los grupos hidroxilo (-OH), esta combinación de un anillo aromático y un grupo hidroxilo se le conoce como estructura fenólica, los polifenoles se encuentran principalmente en las plantas como metabolitos secundarios, sus principales grupos estructurales son ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides, estos se clasifican dependiendo del número y tipo de anillos que contenga (17)

Los beneficios presentes en los polifenoles derivan en su capacidad para captación de radicales libres, ya que estos pueden donar electrones a los radicales libres, neutralizándolos y convirtiéndolos en formas menos reactivas, también tiene un papel importante en la quelación de metales como lo son el hierro y cobre. Activación de enzimas antioxidantes puesto que este aumenta la actividad de enzimas antioxidantes endógenas, como el superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa y la reducción del riesgo cardiovascular por el contenido de resveratrol este reduce citocinas inflamatorias, limita la expresión de la enzima óxido nítrico sintasa inducible, que funciona en la síntesis de óxido nítrico, esta conduce a la formación de especies reactivas de nitrógeno (18).

El tomate de árbol contiene ácidos fenólicos, como lo es el ácido clorogénico, este es el principal y se encuentra en la cascara y en la pulpa, también contienen flavonoides derivados de quercetina y miricetina y por último contiene antocianinas (19). La papaya contiene ácidos fenólicos, como la quercetina, ácido cafeico y ácido clorogénico, como los compuestos del tomate de árbol (20). El ácido clorogénico posee propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, modulando mediadores como el factor de necrosis tumoral alfa, la interleucina 1 beta, la interleucina 6, el óxido nítrico y las prostaglandinas E, de igual forma activa rutas celulares como el factor nuclear kappa B, la proteína quinasa activada por mitógenos y el factor nuclear eritroide 2 relacionado con el factor antioxidante, también tiene relevancia en enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, y diabetes (21). La quercetina contiene propiedades antiinflamatorias,

anticancerígenas y antioxidantes, debido a su capacidad para neutralizar radicales libres, reducir el estrés oxidativo y proteger las células de daños (22).

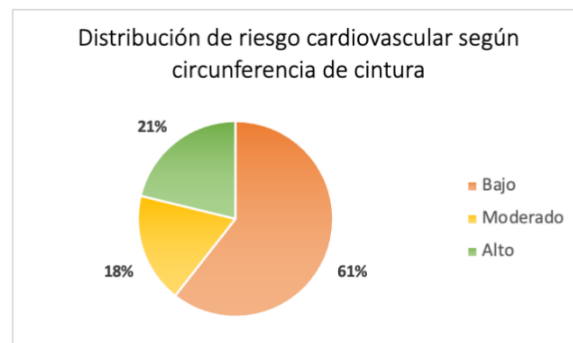
## 5. Resultados

El estudio incluyó un total de 33 participantes. El rango de edad de los participantes fue de 18 a 35 años, con una edad promedio de 21 años. En cuanto al género, participaron 9 hombres, representando un 27.3%, y 24 mujeres, que corresponden al 72.7% del total. Respecto al consumo de tabaco, 7 personas (21.2%) afirmaron consumir tabaco y 26 personas (78.8%) no lo consumen. En relación con la actividad física, 18 participantes (54.5%) manifestaron realizar ejercicio físico regularmente, y 15 personas (45.5%) no lo practican. Finalmente 19 personas (57.6%) reportaron antecedentes familiares de diabetes mellitus, mientras que 14 (42.4%) no tienen antecedentes conocidos.

Sobre el lugar de procedencia, 18 participantes (54.5%) son de Caldas, 1 (3.0%) de Caquetá, Córdoba, España, Huila, Nariño, Norte de Santander y Putumayo, el restante 6 (18.2%) proviene de Tolima y 2 del Valle del Cauca (6.1%).

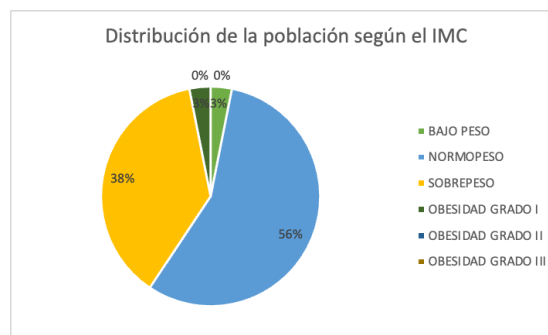
Según el riesgo cardiovascular basado en la circunferencia de cintura, el 61% (20) de los estudiantes presentaron riesgo cardiovascular bajo, 18% (6) riesgo cardiovascular moderado y 21% (7) riesgo alto, estos datos pueden observarse en la **figura 1**.

**Figura 1.** Distribución del riesgo cardiovascular según circunferencia de cintura



El 56% de los estudiantes se encontraron en rango de normopeso, seguido por un 38% en sobrepeso, 3% con bajo peso y 3% con obesidad grado I, **Figura 2**. Este hallazgo es relevante porque, aunque el normopeso fue predominante, existe una proporción significativa de exceso de peso 13 (41% entre sobrepeso y obesidad), lo cual constituye un factor de riesgo para alteraciones metabólicas a futuro, incluyendo dislipidemias, hipertensión y resistencia a la insulina. El IMC promedio fue de 25.02 kg/m<sup>2</sup> en hombres (límite de sobrepeso) y 22.97 kg/m<sup>2</sup> en mujeres (normopeso).

**Figura 2.** Distribución de la población según en IMC

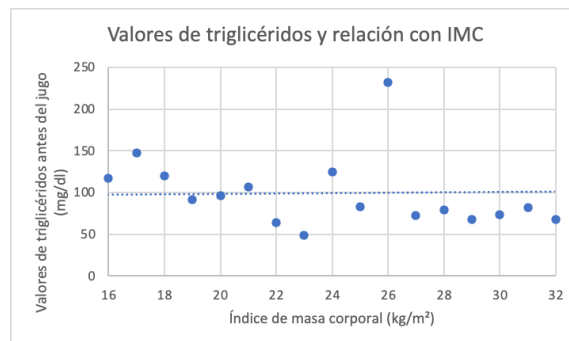


Respecto al cuestionario 24 horas, la ingesta energética diaria en el caso de las mujeres fue insuficiente (64.2% del requerimiento), mientras que la proteína superó lo recomendado (109.1%). En contraste, grasa total (113.1%), colesterol (118.8%) y ácidos grasos saturados (125%) estuvieron por encima de los valores recomendados, lo que eleva el riesgo cardiovascular. En las mujeres, la vitamina D presentó la mayor deficiencia (18.4% del requerimiento), seguida de la vitamina E (56.3%). La vitamina C alcanzó un 80.1% de cumplimiento, acercándose más al valor recomendado.

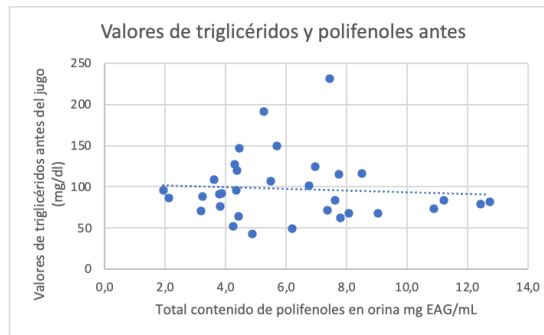
Los hombres presentaron una ingesta diaria energética insuficiente (63.1% del requerimiento), la ingesta proteica fue ligeramente menor al valor recomendado (96.3%). En contraste, grasa total (109.5%), colesterol (125.3%) y ácidos grasos saturados (119%). Los niveles de vitaminas fueron bajos en general. La vitamina D fue 118.7 UI/día de los 600 UI/día (19.8% de cumplimiento). La vitamina E alcanzó 5.2 mg/día, lo que sugiere el 52.2% de los 10 mg. Finalmente, la vitamina C fue baja, con 35.8 mg/día de los 88.8 mg/días requeridos, lo que representa solo un 39.9% de cumplimiento.

Los valores de triglicéridos se distribuyen de manera heterogénea a lo largo del rango de IMC antes del jugo de tomate de árbol y papaya, con casos aislados de triglicéridos elevados en participantes con sobrepeso. La correlación positiva de Pearson ( $r = 0.174$ ) mostro la probabilidad de relación de aumento de ambas variables, aunque no se evidencio relación estadísticamente significativa ( $p = 0.333$ ) como se observa en la **figura 3**, esto puede estar relacionado con factores modificantes adicionales como dieta, genética y actividad física que pueden incidir en el metabolismo lipídico independiente del peso corporal.

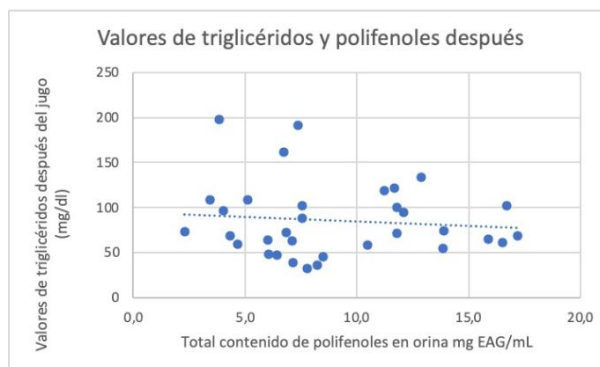
**Figura 3.** Correlación entre los valores de triglicéridos y el IMC antes del jugo



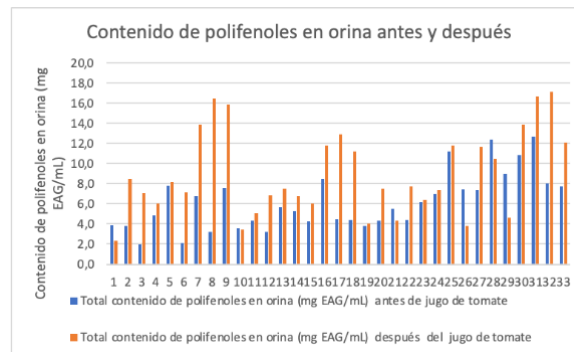
Los valores de triglicéridos se concentraron principalmente entre 50 y 150 mg/dL y los polifenoles oscilaron entre 2 y 13 mg EAG/mL. Antes del suministro del jugo, la línea de tendencia presentó una pendiente negativa, lo que indica que a mayores niveles de polifenoles los triglicéridos tienden a disminuir ( $r = -0.074$ ). Sin embargo, la dispersión de los datos muestra que esta relación no alcanzó significancia estadística ( $p = 0.682$ ), como se observa en la **figura 4**.

**Figura 4.** Correlación entre los niveles de triglicéridos y polifenoles antes del jugo.

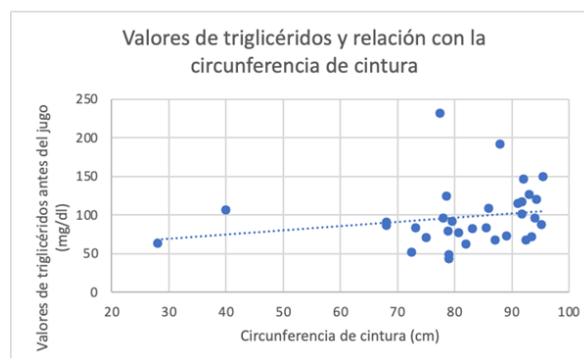
Tras la intervención con jugo de tomate de árbol y papaya, se observó una tendencia descendente en los niveles de triglicéridos a medida que aumentaba la excreción de polifenoles. La línea de tendencia negativa ( $r = -0.110$ ) indica que probablemente a medida que se aumenta el consumo de polifenoles disminuye moderadamente el nivel de triglicéridos, aunque no se evidenció relación estadísticamente significativa ( $p = 0.542$ ) como se observa en la **figura 5**.

**Figura 5.** Correlación entre los niveles de triglicéridos y polifenoles después del jugo

Se observó un aumento en los niveles urinarios de polifenoles tras la ingesta de jugo de tomate de árbol y papaya. Los valores iniciales se encontraron entre 1.0 y 8.0 mg EAG/mL, mientras que después de la intervención se alcanzaron cifras de hasta 18.0 mg/mL. Algunos casos fueron particularmente marcados, como el estudiante 8, que pasó de 3.0 a 16.5 mg/mL, estos datos se observan en la **figura 6**.

**Figura 6.** Contenido de polifenoles en orina antes y después del jugo

Finalmente, la correlación entre el nivel triglicéridos y la circunferencia de cintura antes del jugo fue positiva ( $r = 0.203$ ) indicando que a medida que aumenta el nivel de triglicéridos aumenta al circunferencia de cintura, pero no se evidencio relación estadísticamente significativa ( $p=0.258$ ) como se observa en la **figura 7**. Se observó que los estudiantes con mayor perímetro abdominal presentaron valores más altos de triglicéridos.

**Figura 7.** Valores de triglicéridos y relación con la circunferencia de cintura

## 6. Discusión

Los resultados obtenidos permitieron establecer una posible relación entre el nivel de triglicéridos y el contenido de polifenoles dietéticos en estudiantes de medicina de la Universidad de Manizales, antes y después del consumo de jugo de tomate de árbol y papaya. En términos generales, se evidenció una tendencia hacia la reducción de los niveles de triglicéridos y una modificación positiva en los parámetros metabólicos, lo cual

sugiere un posible efecto beneficioso de los compuestos bioactivos presentes en las frutas estudiadas.

El análisis de las gráficas iniciales demostró que, antes de la intervención, una proporción considerable de los participantes presentaba niveles de triglicéridos por encima del rango de referencia, reflejando posiblemente hábitos alimentarios poco saludables o sedentarismo. Tras la intervención con el jugo rico en polifenoles, se observó una leve disminución en los triglicéridos séricos, especialmente en aquellos individuos que inicialmente tenían valores elevados. Este hallazgo es coherente con estudios previos que describen la capacidad antioxidante y moduladora del metabolismo lipídico de los polifenoles, al influir sobre la expresión de enzimas implicadas en la lipogénesis y la oxidación de ácidos grasos.

En cuanto al contenido total de polifenoles, los resultados mostraron un incremento significativo tras la ingesta del jugo, lo cual confirma la adecuada biodisponibilidad de los compuestos fenólicos presentes en el tomate de árbol y la papaya. Este aumento en los niveles séricos o estimados de polifenoles podría estar relacionado con la mejora observada en el perfil lipídico, ya que existe evidencia de que dichos compuestos pueden disminuir la síntesis hepática de triglicéridos y mejorar la sensibilidad a la insulina.

La correlación estadística observada entre el contenido de polifenoles y los niveles de triglicéridos, aunque de magnitud moderada, sugiere una relación inversa, apoyando la hipótesis de que una mayor ingesta de alimentos ricos en antioxidantes naturales puede contribuir al control del metabolismo lipídico. Este comportamiento concuerda con investigaciones internacionales que reportan reducciones en lípidos séricos tras la suplementación con extractos ricos en polifenoles, como el té verde, los frutos rojos y el vino tinto.

Por otro lado, al analizar las gráficas relacionadas con variables complementarias como el índice de masa corporal, la frecuencia de consumo de frutas y el estado nutricional se evidenció que los estudiantes con mayor adherencia a una dieta saludable presentaron una respuesta más favorable al consumo del jugo. Esto refuerza la

importancia de los patrones dietarios globales en la modulación de los biomarcadores metabólicos. La interpretación de los resultados debe considerar ciertas limitaciones del estudio, como el tamaño reducido de la muestra, la corta duración de la intervención y la ausencia de un grupo control. No obstante, los hallazgos permiten plantear que el consumo regular de jugos naturales con alto contenido de polifenoles podría representar una estrategia sencilla, económica y accesible para la prevención de dislipidemias en población joven aparentemente sana.

En relación con la pregunta de investigación, se puede concluir que sí existe una relación entre el nivel de triglicéridos y el contenido de polifenoles dietéticos en los estudiantes evaluados. Los resultados respaldan la hipótesis inicial, demostrando que la ingesta de jugo de tomate de árbol y papaya contribuyó a una mejora en los parámetros lipídicos y un incremento del aporte antioxidante. Este efecto podría explicarse por los mecanismos antioxidantes, antiinflamatorios y reguladores del metabolismo de lípidos atribuidos a los polifenoles. Finalmente, se resalta la necesidad de realizar estudios adicionales con muestras más amplias, periodos prolongados de intervención y control de variables, con el fin de establecer con mayor precisión el impacto de los polifenoles sobre el perfil lipídico y su potencial uso como herramienta preventiva en el riesgo cardiovascular.

## **7. Conclusiones**

Los hallazgos de esta investigación emergen como un aporte significativo para comprender el potencial impacto del consumo de polifenoles, particularmente a través del jugo de tomate de árbol y papaya, en la modulación de marcadores lipídicos en población universitaria. La evidencia obtenida sugiere que la excreción de polifenoles en orina puede estar inversamente relacionada con los niveles de triglicéridos en plasma, apuntando hacia una posible interacción beneficiosa que contribuye a la salud cardiovascular en jóvenes adultos.

Este estudio sienta las bases para la hipótesis en que la inclusión de alimentos ricos en polifenoles como estrategia preventiva y promotora de salud en contextos

universitarios puede reducir riesgos asociados a dislipidemias, específicamente la hipertrigliceridemia. Aunque los resultados respaldan parcialmente esta hipótesis, es fundamental considerar las limitaciones metodológicas inherentes, entre ellas el tamaño muestral reducido, la heterogeneidad en hábitos alimentarios, estilos de vida y factores socioambientales, que pudieron atenuar la fuerza de las asociaciones, así como la dificultad para establecer causalidad en un diseño transversal.

Desde una perspectiva investigativa, estos hallazgos consolidan la necesidad de realizar estudios de seguimiento con muestras mayores y diseños longitudinales, que puedan establecer relaciones temporales y determinar el efecto causal del consumo de polifenoles en perfiles lipídicos y otros biomarcadores de riesgo cardiovascular. Además, resulta pertinente explorar variables adicionales como la adherencia a dietas ricas en compuestos antioxidantes, influencia de estilos de vida activos y factores genéticos, para comprender de manera integral los mecanismos subyacentes.

Más allá del alcance fisiológico, los resultados abren la posibilidad de implementar intervenciones nutricionales en la comunidad universitaria, promoviendo la ingesta de alimentos fuente de polifenoles como parte de estrategias integrales de promoción de la salud. La potencialidad de esta línea de investigación radica en el desarrollo de programas educativos y de alimentación saludable que puedan ser escalados hacia otras poblaciones jóvenes, contribuyendo a reducir los riesgos tempranos de patologías relacionadas con el metabolismo lipídico.

## Referencias

1. Gugliucci A. Sugar and dyslipidemia: A double-hit, perfect storm. *J Clin Med.* 2023;12(17):5660. doi:10.3390/jcm12175660. Available from: <https://www.mdpi.com/2077-0383/12/17/5660>
2. World Obesity Federation. Global Obesity Observatory: Colombia. [Internet]. [Citado el 28 de abril del 2025]. Disponible en: [https://data.worldobesity.org/country/colombia-43/#data\\_prevalence](https://data.worldobesity.org/country/colombia-43/#data_prevalence)
3. Murray CJL, Aravkin AY, Zheng P, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi-Kangevari M, et al. Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and territories, 1990–2019: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet* [Internet]. 2020 Oct;396(10258):1223–49. Available from: DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2
4. Okunogbe A, Nugent R, Spencer G, Powis J, Ralston J, Wilding J. Economic impacts of overweight and obesity: current and future estimates for 161 countries. *BMJ Global Health.* 2022 Sep;7(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36130777/>
5. Ibarretxe D, Masana L. Metabolismo de los triglicéridos y clasificación de las hipertrigliceridemias. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis* [Internet]. 2021 May 1;33:1–6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0214916821000371>
6. Vargas-Uricoechea H, Ruiz AJ, Gómez EA, Román-González A, Castillo J, Merchán A, et al. Recomendaciones del panel de expertos sobre la fisiopatología diagnóstico y tratamiento de las dislipidemias en la población adulta. Asociación Colombiana de Endocrinología Diabetes y Metabolismo, Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo* [Internet]. 2020 May 3;7(1S):4–36. Disponible en: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/573/757>
7. Zenteno CAC, Pérez JDG, Feliciano MÁR. Relación del Índice de Masa Corporal (IMC) y Circunferencia de Cintura (CC) con Glucosa, Colesterol y Triglicéridos en Estudiantes de Medicina. *Espacio I+D, Innovación más desarrollo* [Internet]. 2020 Jun 2;9(23). Disponible en: <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/217/702>

8. Ministerio de Salud y Protección Social (Colombia). Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia 2020 [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2020 [citado el 28 de abril del 2025]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-2020-colombia.pdf>
9. Dirección Territorial de Salud de Caldas. Dirección Territorial de Salud advierte la importancia de prevenir la malnutrición. Eje21. 2023 mayo 31 [citado 2025 Oct 13]; Disponible en: <https://www.eje21.com.co/2023/05/direccion-territorial-de-salud-advierte-la-importancia-de-prevenir-la-malnutricion/>
10. Gobernación de Caldas, Secretaría de Planeación. Diagnóstico Plan de Desarrollo Departamental de Caldas 2020–2023 (versión preliminar). [Internet]. Manizales: Gobernación de Caldas; 2020 [citado el 28 de abril del 2025]. Disponible en: [https://ejecafeterorap.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/PDD\\_CALDAS\\_2020-2023.pdf](https://ejecafeterorap.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/PDD_CALDAS_2020-2023.pdf)
11. Prabhu S, Molath A, Choksi H, Kumar S, Mehra R. Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*. 2021 Jan 1;6(1):293–301. Available from: <https://doi.org/10.22271/journalofsport.2021.v6.i1e.2236>
12. Prabhu S, Molath A, Choksi H, Kumar S, Mehra R. Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*. 2021 Jan 1;6(1):293–301. Available from: <https://doi.org/10.22271/journalofsport.2021.v6.i1e.2236>
13. Gil ZA, et al. Peroxidación lipídica y estrés laboral en trabajadores de una universidad privada del norte de Perú. *Horiz Med (Lima)* [Internet]. 2023;23(2) [citado el 28 de abril del 2025]. Disponible en: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/2121>
14. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp* [Internet]. 2012 [citado el 28 de abril del 2025]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100009](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009)

15. Ren B, Kwah MXY, Liu C, Ma Z, Shanmugam MK, Ding L, et al. Resveratrol for cancer therapy: Challenges and future perspectives. *Cancer Letters*. 2021 Sep;515:63–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34052324/>
16. Truzzi F, Whittaker A, Eros D'Amen, Tibaldi C, Abate A, Valerii MC, et al. Wheat Germ Spermidine and Clove Eugenol in Combination Stimulate Autophagy In Vitro Showing Potential in Supporting the Immune System against Viral Infections. *Molecules* [Internet]. 2022 May 26 [cited 2025 Oct 7];27(11):3425–5. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9182079/>
17. Rathod NB, Elabed N, Punia S, Ozogul F, Rocha JM. Recent Developments in Polyphenol Applications on Human Health: A Review with Current Knowledge. *Plants*. 2022;12(6):1217. doi:10.3390/plants12061217
18. Caiati C, Jirillo E. Cellular and molecular bases for the application of polyphenols in the prevention and treatment of cardiovascular disease. *Diseases*. 2025;13(7):221. doi:10.3390/diseases13070221. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12293885>
19. Diep T, Pook C, Yoo M. Phenolic and Anthocyanin Compounds and Antioxidant Activity of Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). *Antioxidants*. 2020 Feb 18;9(2):169. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox9020169>
20. Kumarasinghe, H. S., Kim, J.-H., Kim, S.-L., Kim, K. C., Perera, R. M. T. D., Kim, S.-C., & Lee, D.-S. (2024). Bioactive constituents from *Carica papaya* fruit: implications for drug discovery and pharmacological applications. *Applied Biological Chemistry*, 67, Article 103. <https://doi.org/10.1186/s13765-024-00962-y>
21. Huang J, Xie Ming-xiang, He L, Song X, Cao T. Chlorogenic acid: a review on its mechanisms of anti-inflammation, disease treatment, and related delivery systems. *Frontiers in Pharmacology*. 2023 Sep 13;14. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10534970/>

22. Aghababaei F, Hadidi M. Recent Advances in Potential Health Benefits of Quercetin. *Pharmaceuticals* [Internet]. 2023 Jul 1;16(7):1020. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8247/16/7/1020>
  
23. Pérez M, Domínguez-López I, Lamuela-Raventós RM. The Chemistry Behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *J Agric Food Chem*. 2023;71(7):2830-2843. doi:10.1021/acs.jafc.3c04022.