



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**C A M P U S   I V**

**ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE  
TRIGLICÉRIDOS - GLUCOSA Y EL DIAGNÓSTICO DE  
SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS EN  
TAPACHULA, CHIAPAS.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**

Presenta:

**DANIEL ADALBERTO LARA MORALES PS2329**

Directora de Tesis:

**DRA. CONSUELO CHANG RUEDA**

Co-Director de Tesis:

**DR. MIGUEL ALEXANDER VAZQUEZ MORENO**



**Tapachula de Córdoba y Ordoñez, Chiapas. Noviembre 2023**



FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS, C. IV  
DIRECCION



OFICIO No. FCQ/D/0433/2023  
Tapachula, Chis., a  
28 de septiembre del 2023

**C. QFB. DANIEL ADALBERTO LARA MORALES.**  
PASANTE DE LA MAESTRIA EN  
CIENCIAS EN BIOQUIMICA CLINICA  
P R E S E N T E.-

DE ACUERDO A LA RESPUESTA QUE EMITIERON LOS SINODALES QUE REVISARON EL PROYECTO DE TESIS PROFESIONAL TITULADO: **“ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS - GLUCOSA Y EL DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS EN TAPACHULA, CHIAPAS”**. ME ES GRATO INFORMARLE QUE SE LE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DE LA MISMA.

ASI COMO TAMBIEN, ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 346 DEL ESTATUTO INTEGRAL DE ESTA UNIVERSIDA EL JURADO ASIGNADO PARA SU EXAMEN PROFESIONAL QUEDA INTEGRADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

DRA. MARISOL ESPINOZA RUIZ  
M.C. TERESA VIRGINIA LAU HAM  
DRA. CONSUELO CHANG RUEDA  
DRA. KARINA DEL CARMEN TRUJILLO MURILLO  
DR. SERGIO DOMÍNGUEZ ARREVILLAGA

PRESIDENTE  
SECRETARIO  
VOCAL  
SUPLENTE  
SUPLENTE

**A T E N T A M E N T E**  
**“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”**

  
**DR. LUIS MIGUEL CANSECO AVILA**  
DIRECTOR



c.c.p. Exp. alumno  
LMCA/cmvm



Código: FO-113-05-05

Revisión: 0

## CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) DANIEL ADALBERTO LARA MORALES,  
Autor (a) de la tesis bajo el título de “ ANÁLISIS DE ASOCIACION ENTRE EL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS -  
GLUCOSA Y EL DIAGNOSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS EN TAPACHULA, CHIAPAS ”  
presentada y aprobada en el año 2023 como requisito para obtener el título o grado  
de MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOQUÍMICA CLINICA, autorizo licencia  
a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH),  
para que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos  
para su consulta, reproducción parcial y/o total, citando la fuente, que contribuya a la  
divulgación del conocimiento humanístico, científico, tecnológico y de innovación que se  
produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional del Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 22 días del mes de NOVIEMBRE del año 2023.

DANIEL ADALBERTO LARA MORALES

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

## **AGRADECIMIENTOS.**

Primeramente a la ***Dra. Consuelo Chang Rueda*** por haberme dirigido y apoyado en el transcurso de la maestría y en la construcción de la tesis. Por haberme guiado en el camino de la investigación. Por compartir grandes conocimientos que me serán útiles en mi formación académica y profesional.

Al ***Dr. Miguel Alexander Vázquez Moreno*** por su tiempo y dedicación en este proyecto de tesis, ya que a pesar de la distancia me enseñó el arte de la investigación y que el esfuerzo y la perseverancia son mis mejores aliadas.

A mis asesores de tesis: ***Dra. Marisol Espinoza Ruiz, M.C. en B.C. Teresa Virginia Lau Ham, Dra. Karina del Carmen Trujillo Murillo, Dr. Sergio Domínguez Arrevillaga***, por haber participado en mi formación académica tanto en la licenciatura como en posgrado, por dedicarle tiempo y haberme hecho ver que nuestros conocimientos son la base para ser mejor profesional de la salud.

A la ***Dra. Velia Vela Arévalo*** por haberme impulsado a seguir adelante y compartir sus conocimientos al impartirme la materia de “Seminario de tesis”. Por siempre ser constante conmigo y con mis compañeros. Ya que un buen maestro siempre toma la mano, abre la mente y toca el corazón de sus alumnos.

A todos los docentes de maestría por haberme compartido sus conocimientos y por haber aclarado las dudas que tuve en el transcurso de este viaje. No menciono a todos por si me olvido de alguno. De ustedes aprendí que la constancia es una virtud.

A mis compañeros de maestría, por coincidir en lugar y tiempo y que a cual distancia siempre supimos que lo íbamos a lograr. Por nuestros esfuerzos y nuestra amistad.

## **DEDICATORIAS.**

**A Dios**, por haber permitido que culminara esta etapa de mi vida profesional, por hacerme más valiente y enfrentar cualquier circunstancia que se presentó en la travesía.

**A mi madre**, por el simple hecho de existir, por su fortaleza, por levantarme y apoyarme a que se llevará a cabo este anhelo que siempre tuve.

**A Emigdio Arteaga** por estar a mi lado, por ser todo soporte y base para que este logro se terminara. Por todo tu apoyo.

**A familia, amigos y hermanos de corazón** que confiaron y creyeron en mí, sabiendo desde antes que lo lograría. No menciono a todos por si llegara a faltar alguno. La amistad solo puede tener un lugar a través del tiempo, nuestro tiempo.

# INDICE

LISTA DE TABLAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	II
ABREVIATURAS.....	III
RESUMEN.....	IV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Generalidades.....	2
2.2 Prevalencia.....	2
2.3 Factores de riesgo del Síndrome Metabólico.....	3
2.3.1 Factores genéticos.....	3
2.3.2 Dieta.....	4
2.3.3 Sedentarismo.....	4
2.4 Fisiopatología.....	5
2.5 Criterios de diagnóstico.....	6
2.6 Índice Triglicéridos/ Glucosa.....	9
3. ANTECEDENTES.....	10
4. HIPOTESIS.....	12
5. OBJETIVOS.....	12
6. METODOLOGÍA.....	13
6.1 Tipo de estudio, Población y tipo de muestreo.....	13
6.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	13
6.3 Procedimientos.....	14
6.3.1 Mediciones antropométricas.....	14
6.3.2 Técnicas de laboratorio.....	14
6.4 Cálculo del Índice Triglicéridos/Glucosa y el diagnóstico de SM.....	14
6.5 Análisis estadístico.....	15

<b>7. RESULTADOS</b> .....	16
<b>7.1 Descripción general de la muestra de estudio</b> .....	16
<b>7.2 Características clínicas de la muestra</b> .....	17
<b>7.3 Factores de riesgo de SM en la muestra de estudio</b> .....	18
<b>7.4 Frecuencia del Síndrome Metabólico</b> .....	19
<b>7.5 Asociación del Índice TyG con el Síndrome Metabólico</b> .....	20
<b>8. DISCUSION</b> .....	21
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	23
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	24
<b>ANEXOS</b> .....	28

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Características clínicas de la muestra total.....	17
--	----

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Porcentaje total de población.....	16
Figura 2. Factores de Riesgo de Síndrome Metabólico.....	18
Figura 3. Frecuencia del Síndrome Metabólico.....	19
Figura 4. Asociación del índice T/G con el Síndrome Metabólico.....	20

## ABREVIATURAS

<b>ABREVIATURA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
SM	Síndrome Metabólico
T/G	Índice Triglicéridos/ Glucosa
HOMA-IR	Modelo Homeostático para evaluar Resistencia a la Insulina
HOMA- $\beta$	Modelo Homeostático para evaluar la secreción de insulina Por las Células $\beta$ del Páncreas
RI	Resistencia a la Insulina
OMS	Organización Mundial de la Salud
NCEP: ATP III	Panel de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol III
ADA	Asociación Estadounidense de Diabetes
IDF	Federación Internacional de Diabetes
AHA/NHLBI	Asociación Estadounidense del Corazón/Instituto Nacional Del Corazón los Pulmones y la Sangre
CDC	Centro para el Control y Prevención de Enfermedades
EGIR	Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina
AACE	Asociación de Endocrinología Clínica
TAV	Tejido adiposo visceral
HDL-C	Colesterol de Alta Densidad
GLUC	Glucosa
TG	Triglicéridos
CC	Circunferencia de Cintura
Kg	Kilogramos
mg	Miligramos
dL	Decilitros
rpm	Revoluciones por Minuto
PA	Presión Arterial
PAS	Presión Arterial Sistólica
PAD	Presión Arterial Diastólica
HAS	Hipertensión Arterial
DM2	Diabetes Mellitus Tipo 2

## **RESUMEN:**

# **ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS/GLUCOSA Y EL DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS EN TAPACHULA, CHIAPAS**

Q.F.B. Daniel Adalberto Lara Morales<sup>1</sup>, Dra. Consuelo Chang Rueda<sup>1,2,3</sup>, Dra. Marisol Espinoza Ruiz<sup>1</sup>, Dr. Sergio Domínguez Arrevillaga<sup>1</sup>, MC BQ. Teresa Lau Ham<sup>1</sup>, Dra. Karina Trujillo Murillo<sup>1,2</sup>.  
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas C-IV. UNACH. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Humana "Dr. Manuel Velasco Suarez C-IV. UNACH." <sup>3</sup>Laboratorios de Análisis Clínicos y de Referencia (LACER).

**Introducción:** El síndrome metabólico (SM) es considerado una manifestación clínica de la resistencia a la insulina (RI) y se presenta como un conjunto de factores cardiometabólicos que incluyen obesidad abdominal, hiperglucemia, dislipidemia y presión arterial elevada. El índice de triglicéridos/glucosa (T/G) es un producto de los triglicéridos (T) y la glucosa en ayunas. Se considera un marcador de riesgo de bajo costo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, como la aterosclerosis. En comparación con el estándar de oro, el clamp euglicémico y la evaluación del modelo homeostático para la resistencia a la insulina (HOMA-IR), el índice Triglicéridos - Glucosa ha demostrado ser útil para estimar el riesgo de resistencia a la insulina y SM en adultos.

**Objetivo:** Determinar la asociación entre el índice Triglicéridos – Glucosa y el diagnóstico de Síndrome Metabólico en adultos en Tapachula, Chiapas.

**Metodología:** Se incluyeron un total de 99 sujetos en donde el 44.4% (n=44) fueron mujeres y el 55.6% (n=55) hombres a los que se les tomó una muestra de sangre periférica en tubo rojo al vacío (sin anticoagulante) con un ayuno de 8 a 12 horas. El peso y la talla se obtuvieron con una báscula-estadímetro de 160 kg. El IMC se calculó como peso (kg) entre talla (m<sup>2</sup>) y se clasificó de acuerdo con el criterio de la OMS: Peso normal: IMC < 25, Sobrepeso: IMC 25-29, y Obesidad: IMC ≥ 30. Para la determinación de Glucosa, Triglicéridos y HDL-C se utilizó el equipo COBAS ULTRA<sup>®</sup> 400 PLUS de la marca ROCHE<sup>®</sup> por método enzimático colorimétrico. El índice T/G se obtuvo mediante la ecuación  $\text{Ln} [\text{triglicéridos (mg/dL)} \times \text{glucosa sérica (mg/dL)} / 2]$  y el diagnóstico de SM se realizó considerando a un sujeto con SM cuando presente al menos 3 de los criterios: IMC > 30, Tg ≥ 150 mg/dL, cHDL < 40 mg/dl en hombres y < 50 mg/dl en mujeres, PA ≥ 130/85 y Gluc ≥ 100 mg/dL.

**Resultados:** Se obtuvo que las variables que presentan un valor mayor significativo en hombres fueron PAS (p<0.001), PAD (p<0.001) y GLUC (p=0.022), cuando se compararon contra las variables en mujeres. La hipoalfalipoproteinemia (44.6%), la hipertrigliceridemia (44.5%) y la obesidad (43.9%) representan los tres factores de riesgo de SM que más se presentan en la muestra total de estudio. La frecuencia de SM es más alta en hombres (48%) que en mujeres (32%) (p<0.001). El promedio de Índice T/G es mayor en el grupo de participante con SM en comparación con los participantes sin SM (Muestra total p<0.001; Hombres p<0.001; Mujeres (p=0.006).

**Conclusiones:** El 32% de los adultos estudiados presentaron SM siendo los hombres quienes presentaron mayor frecuencia de SM que las mujeres. La hipoalfalipoproteinemia, la hipertrigliceridemia y la obesidad fueron los tres factores de riesgo de SM que más se presentan en la muestra total de estudio. Se confirmó que el índice T/G fue mayor en el grupo de participantes con SM (9.4009) en comparación con los que no tenían SM (8.588). En el análisis de asociación se encontró que el SM se asoció positivamente con el índice T/G en la muestra total ( $\beta = 0.788 \pm 0.130$ , p<0.001), en mujeres ( $\beta = 0.665 \pm 0.273$ , p= 0.020) y hombres ( $\beta = 0.828 \pm 0.138$ , p< 0.001) por separado.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El síndrome metabólico (SM) identifica a las personas con mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular. La causa principal de esta condición está relacionada con factores ambientales (sobrepeso y obesidad, sedentarismo y dietas ricas en carbohidratos) y predisposición genética. Este síndrome también es considerado una manifestación clínica de la resistencia a la insulina, presentándose como un conjunto de factores de riesgo cardiometabólicos, que incluyen obesidad abdominal, hiperglucemia, dislipidemia y presión arterial elevada.

Un método de evaluación emergente, especialmente en adultos, es el índice de Triglicéridos - Glucosa (T/G), un producto de los triglicéridos y la glucosa en ayunas. En comparación con el estándar de oro, el clamp euglicémico y la evaluación del modelo homeostático para la resistencia a la insulina (HOMA-IR), el índice Triglicéridos - Glucosa ha demostrado ser útil para estimar el riesgo de resistencia a la insulina y SM en adultos.

El índice Triglicéridos - Glucosa también se considera un marcador de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, como la aterosclerosis ya que tiene un bajo costo, y por lo tanto, es de más fácil acceso a nivel ambulatorio y poblacional; sin embargo, hasta el momento no existe un consenso sobre su uso en las clínicas de México. Por esta razón, el presente estudio busca determinar la asociación del índice Triglicéridos - Glucosa con el diagnóstico de SM en adultos de Tapachula, Chiapas.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Generalidades.**

El síndrome metabólico (SM) es una patología caracterizada por obesidad abdominal, hiperglucemia, hipertensión arterial y dislipidemia (1). Es una enfermedad no transmisible que se ha convertido en la principal causa de morbilidad y mortalidad en el mundo desarrollado y en países subdesarrollados (1).

El SM fue descrito por Gerald Reaven en 1998 por primera vez como “Síndrome X”. La definición y los criterios diagnósticos del SM han sido adaptados a través del tiempo. Actualmente, las definiciones del SM más utilizadas son las propuestas por el Panel del Tratamiento de Adultos III (ATP III), la Federación Internacional de Diabetes (FID), la Asociación Estadounidense del Corazón/Instituto Nacional del Corazón los Pulmones y la Sangre (AHA/NHLBI) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2).

### **2.2 Prevalencia.**

Según la Federación Internacional de la Diabetes (FID), la prevalencia mundial de SM es paralela a la incidencia de la obesidad y diabetes tipo 2. La prevalencia en la población adulta de diferentes países se estima entre un 20% y un 40% según la definición que se aplique. Según los datos del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) publicados en 2017, la prevalencia del SM en la población de Estados Unidos se describe tres veces mayor a la prevalencia de Diabetes Mellitus Tipo 2 (12.2%), lo que equivale aproximadamente a un 36.6% de la población (1). En China, la prevalencia del SM en 2017 fue de 15.5% (1).

Las poblaciones latinoamericanas tienden acumular más grasa abdominal y tiene una mayor predisposición a desarrollar resistencia a la insulina e hígado graso en comparación con las poblaciones blancas no hispanas (3). Además muestran una mayor importancia relativa de la obesidad abdominal como factor de riesgo cardiovascular (3).

En México, las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición realizadas en 1993, 2000 y 2006 mostraron que la prevalencia de SM ajustada por edad según la definición ATP III aumentó de 26.6% a 34% y 36.8% (3). Por otro lado, en 2006, usando el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP), la Asociación Estadounidense del Corazón/Instituto Nacional del Corazón los Pulmones y la Sangre (AHA/NHLBI) y los criterios de la Federación Internacional de Diabetes (FID), la prevalencia del SM en adultos mexicanos de 20 años o más fue de 36.8, 41.6 y 49.8%, respectivamente (4).

Las diferencias en las prevalencias del SM entre poblaciones se deben a factores ambientales, como diferencias en la actividad física y patrones dietéticos, lo que refleja algunas diferencias en el estado de desarrollo ente ellos. Sin embargo, las diferencias en sus componentes genéticos también desempeñan un papel importante (3).

### **2.3 Factores de riesgo del Síndrome Metabólico.**

Aunque el SM es más común en personas genéticamente susceptibles, los factores de riesgo ambientales (sobrepeso u obesidad, inactividad física y una dieta aterogénica) son los que comúnmente provocan manifestaciones clínicas.

#### **2.3.1 Factores genéticos.**

A pesar de la fuerte asociación entre el síndrome y la obesidad, con su grupo de factores de riesgo, algunos individuos y grupos étnicos tienen una incidencia alta de SM (5). La predisposición genética puede explicar por qué los sujetos delgados, como los grupos étnicos del sur de Asia o los individuos obesos metabólicamente sanos, son o no, respectivamente, más propensos a desarrollar SM (5).

La predisposición genética a factores de riesgos específicos se ha relacionado con diferentes tipos de polimorfismos genéticos y se han vinculados a procesos metabólicos como el metabolismo de las lipoproteínas y la insulina (5). Recientemente se ha reconocido que un número significativo de individuos obesos no expresan

trastornos metabólicos ni factores de riesgo cardiovascular, lo que indica que la etiología del síndrome parece ir más allá de la influencia de los factores de riesgo.

### **2.3.2 Dieta.**

La dieta juega un papel vital en el desarrollo de SM. Además de estar directamente relacionados con el balance energético, los nutrientes en sí pueden tener un carácter pro-inflamatorio ya que su procesamiento puede producir moléculas biológicas que desencadenan una respuesta inflamatoria (6). Teniendo esto en cuenta, se espera que el consumo excesivo de nutrientes (especialmente conjugado con un estado de sobrenutrición), además de inducir sobrepeso y obesidad, pueda exacerbar aún más el proceso inflamatorio, lo que lleva a un ciclo dañino capaz de comprometer el metabolismo de la insulina (7).

La evidencia ha demostrado una relación patógena entre ciertos patrones dietéticos y el exceso calórico y el desarrollo de enfermedades crónicas como la diabetes. Así lo destaca el patrón dietético conocido como Dieta Occidental, que se caracteriza por un consumo excesivo de calorías y altas cantidades de carnes rojas, grasas y carbohidratos procesados (7). La cantidad y la calidad de la grasa consumida también tienen repercusiones importantes en el grupo de anomalías metabólicas del síndrome (7). Existe evidencia de que el intercambio de grasas saturadas en la dieta con grasas mono insaturadas y/o poliinsaturadas produce efectos beneficiosos sobre el control metabólico, como la disminución de las concentraciones de colesterol LDL, la mejora del perfil lipídico postprandial, la reducción de la presión arterial y la mejora de la sensibilidad a la insulina (7).

### **2.3.3 Sedentarismo.**

El sedentarismo por lo general se ha definido como “cualquier conducta/actividad caracterizada por un gasto de energía menor a lo recomendado, predominantemente en una posición sentada”. Sin embargo, es importante señalar que no implica una falta de actividad física, sino un predominio de ser sedentario a lo largo del día, como trabajar, conducir o ver la televisión (8). Por ejemplo, es posible alcanzar las recomendaciones

diarias de actividad física moderada/vigorosa y ser muy sedentario durante todo el ciclo diario dado el tiempo sentado en el trabajo o descansando (8).

Los efectos adversos del sedentarismo son innegables en el perfil clínico de un individuo. De hecho, es considerado como un factor de riesgo importante de muerte prematura independiente del sexo (9). Se ha demostrado que el sedentarismo tiene un impacto directo en la esperanza de vida debido a la mortalidad por todas las causas pero principalmente por las enfermedades cardiovasculares inducidas por alteraciones metabólicas nocivas comúnmente encontradas en perfiles diabetogénicos y aterogénicos, afectando particularmente los marcadores de riesgo cardiometabólico como el índice de masa corporal, circunferencia de la cintura, presión arterial, triglicéridos, colesterol HDL, glucosa plasmática en ayunas y postprandial e insulina en ayunas (10).

#### **2.4 Fisiopatología.**

Similar a su definición, la fisiopatología del SM aún no presenta un consenso, pero parece irrefutable que el síndrome resulta de la compleja interacción entre factores genéticos y ambientales que desencadena en la resistencia a la insulina (11).

Factores como el tejido adiposo visceral (TAV) y su mediación endocrina, la hipertensión, la resistencia a la insulina y la dislipidemia constituyen los principales marcadores fisiopatológicos del SM. Recientemente, también se han incluido como factores patogénicos fundamentales la disfunción endotelial, el estrés oxidativo crónico, la inflamación sistémica y los eventos aterotrombóticos (12). Esos factores clínicos "actuales" se unen a la susceptibilidad genética y los factores patogénicos clásicos para construir la fisiopatología compleja y multifacética del síndrome metabólico (12).

La acumulación central de grasa ha sido reconocida como altamente dañina metabólicamente y continuamente asociada con resistencia a la insulina y enfermedades cardiovasculares. En este sentido el tejido adiposo visceral en los trastornos metabólicos del SM se relaciona más con la resistencia a la insulina que con la obesidad general (13).

La capacidad nociva del tejido adiposo visceral ha sido ampliamente discutida, pero parece estar centrada en la modulación hormonal e inmunológica en estados de sobrepeso y obesidad (14).

Además, la adiposidad visceral parece ser la principal fuente de ácidos grasos libres, primero al hígado (a través de la circulación esplénica) y luego al sistema circulatorio (14). La adiposidad visceral también es una fuente crucial de citocinas que participan activamente en la inducción de trastornos metabólicos relacionados con el síndrome (14). El tejido adiposo disfuncional asociado con la grasa visceral da como resultado un aumento de los niveles y flujos de ácidos grasos libres en plasma, lo que a su vez conduce a la deposición de lípidos ectópicos y lipotoxicidad que son cruciales en la disfunción celular general del hígado, el páncreas y el músculo esquelético (15).

## **2.5 Criterios de diagnóstico.**

Históricamente, Gerald Reaven fue el primero en proponer el concepto de “Síndrome X” (que luego rebautizó como SM), con la hipótesis de que era una característica central en el desarrollo de enfermedad coronaria y diabetes, principalmente a través de la resistencia del tejido diana a la acción de la insulina (16). Desde entonces, muchas organizaciones internacionales y grupos de expertos, como la OMS, el Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR), el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATPIII), La Asociación de Endocrinología Clínica (AACE), la Federación Internacional de la Diabetes (FDI) y la Asociación Estadounidense del Corazón/Instituto Nacional del Corazón los Pulmones y la Sangre (AHA/NHLBI), han intentado incorporar todos los diferentes parámetros utilizados para definir el SM (16).

### **Organización Mundial de la Salud (OMS) (1998) (17).**

La resistencia a la insulina o SM se define como diabetes mellitus tipo 2 (DM) o alteración de la glucosa en ayunas (>100 mg/dl) o intolerancia a la glucosa, más dos de los siguientes factores:

- Obesidad abdominal o índice de masa corporal (IMC) > 30 kg/m<sup>2</sup>.

- Triglicéridos 150 mg/dl o más, y/o colesterol HDL <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres.
- Presión arterial (PA) de 140/90 mmHg o mayor.
- Microalbuminuria (tasa de secreción de albúmina urinaria 20 µg/min o más, o relación albúmina/creatinina 30 mg/g o más).

**Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (1999) (18).**

Resistencia a la insulina definida como niveles de insulina > percentil 75 de pacientes no diabéticos, más dos de los siguientes factores:

- Circunferencia de cintura de 94 cm o más en hombres, 80 cm o más en mujeres.
- Triglicéridos 150 mg/dl o más y/o colesterol HDL <39 mg/dl en hombres o mujeres.
- PA 140/90 mmHg o mayor o tomando medicamentos antihipertensivos.
- Glucosa en ayunas de 110 mg/dl o más.

**Panel de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol III (NCEP: ATP III) (2001) (19).**

Tres o más de los siguientes factores:

- Circunferencia de cintura >102 cm en hombres, >88 cm en mujeres.
- Triglicéridos 150 mg/dl o más.
- HDL-colesterol <40 mg/dl en hombres y < 50 mg/dl en mujeres.
- PA 130/85 mmHg o mayor.
- Glucosa en ayunas de 110 mg/dl o más. En 2003, la Asociación Estadounidense de Diabetes (ADA) cambió el criterio de tolerancia de glucosa de 110 mg/dl a 100 mg/dl.

**Asociación Estadounidense de Endocrinología Clínica (2003) (20).**

Glucosa en ayuno mayor a 100 mg/dl más dos de los siguientes factores:

- IMC 25 kg/m<sup>2</sup> o mayor.
- Triglicéridos 150 mg/dl o más y/o colesterol HDL <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres.
- PA 130/85 mmHg o mayor.

**Federación Internacional de Diabetes (IDF) (2005) (21).**

Obesidad central (definida como la circunferencia de la cintura, pero se puede suponer si el IMC es  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) con valores específicos de la etnia, más dos de los siguientes factores:

- Triglicéridos 150 mg/dl o más.
- HDL-colesterol <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres.
- PA 130/85 mmHg o mayor.
- Glucosa en ayunas de 100 mg/dl o más.

**American Heart Association/ National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI) (2004) (22).**

Al menos tres de los siguientes factores:

- Circunferencia de cintura de 102 cm o más en hombres, 88 cm o más en mujeres.
- Triglicéridos 150 mg/dl o más.
- HDL-colesterol <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres.
- PA 130/85 mmHg o mayor.
- Glucosa en ayunas de 100 mg/dl o más.

**Definición de consenso (Definiciones de IDF y AHA/NHLBI) (2009) (23).**

Al menos tres de los siguientes factores:

- Circunferencia de cintura elevada (según definiciones específicas de población y país).

- Triglicéridos 150 mg/dl o más.
- HDL-colesterol <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres.
- PA 130/85 mmHg o mayor.
- Glucosa en ayunas de 100 mg/dl o más.

Los expertos en el campo recomiendan no utilizar los criterios de la FID debido a que la fisiopatología del SM no es exclusiva de los individuos con obesidad. Por otro lado, la mayoría de las definiciones basan sus criterios en estudios realizados en poblaciones caucásicas, lo que limita el valor de corte para circunferencia de cintura a la población mexicana. Sin embargo, es posible realizar el diagnóstico basando el criterio de obesidad en el IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>

## **2.6 Índice Triglicéridos/ Glucosa.**

El índice triglicéridos-glucosa (T/G) ha sido considerado un marcador subrogado de la resistencia a la insulina. También se ha reportado que, debido a que la resistencia a la insulina es uno de los principales factores que se presenta en el SM, este índice puede ser considerado un marcador accesible para predecir el desarrollo de SM. Dicho índice fue comparado con el clamp hiperinsulinémico, demostrando tener buena sensibilidad y especificidad para la detección de resistencia a la insulina. Por otro lado, también se ha evidenciado su asociación con enfermedades que son consideradas complicaciones del SM como la Aterosclerosis carotídea; dichos padecimientos forman parte del desarrollo de síndrome metabólico (24). El índice Triglicéridos - Glucosa se obtiene mediante la ecuación:  $\text{Ln} [\text{triglicéridos (mg/dL)} \times \text{glucosa en ayunas (mg/dL)} / 2]$  (24).

En población adulta e infantil de México, se ha evidenciado que el índice T/G tiene una alta sensibilidad y especificidad para identificar sujetos con sensibilidad disminuida a la insulina, se asocia con esteatosis hepática, diabetes gestacional y con presión arterial elevada (25-27). Sin embargo, hasta el momento no existen estudios que evalúen la asociación del índice T/G con la frecuencia de SM.

### 3. ANTECEDENTES.

Espinel-Bermúdez y colaboradores en 2015 estudiaron 1,500 adultos con (n= 724) y sin (n= 776) resistencia a la insulina de Guadalajara, Jalisco y reportaron que el TyG era significativamente mayor ( $p < 0.001$ ) en los sujetos con resistencia a la insulina (TyG = 4.96) en comparación con los sujetos sin resistencia a la insulina (TyG = 4.48)(28). Los investigadores también reportaron que, en el grupo de resistencia a la insulina, el TyG de los hombres (TyG = 5.00) fue mayor que el de las mujeres (TyG = 4.94)(28). También reportaron que el TyG se relaciona positivamente con el incremento de los niveles de ácido úrico y colesterol total (28).

Santos-Ferreira y colaboradores en 2021 reportaron que, en una población de adultos en una localidad rural de Brasil, la mediana de TyG aumenta conforme aumenta la agregación de factores de riesgo de SM en las personas. También reportan que TyG correlacionó débilmente con la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y el colesterol HDL, mientras que con los valores de circunferencia de cintura presentó una correlación moderada. Además, reportan que el TyG presentó una correlación fuerte con el nivel de triglicéridos (29).

Aslan Cin y colaboradores analizaron una población de adolescentes con obesidad en Turkia en 2021 y reportan que el índice HOMA para determinar resistencia a la insulina (HOMA-IR) tuvo una correlación positiva significativa con el índice TyG ( $r = 0.352$ ,  $p < 0.001$ ). También reportan que el índice TyG presenta una fuerte correlación con los marcadores de riesgo de SM. Estos investigadores también proponen un valor de cohorte de TyG asociado al diagnóstico de SM: TyG > 8.50 (29).

Mehta y colaboradores en 2021 publicaron lo encontrado en el estudio de 358 adultos sin diagnóstico de diabetes en Ciudad de México. Este grupo de investigadores reportan que el TyG correlaciona positivamente con la velocidad del pulso carotideo ( $r = 0.279$ ,  $p < 0.0001$ ) que a su vez es un factor de riesgo cardiometabólico independiente, ya que se encontró positivamente asociado con la resistencia a la insulina y el diagnóstico de prediabetes en esta misma población de estudio.

Los investigadores también proponen que un valor de TyG de 8.4 es un posible indicador de rigidez de la arteria aorta central que se ha reportado en estudios previos como un factor de alto riesgo de presentar accidentes microvasculares (30). Cuando una arteria está rígida, la onda de pulso hacia adelante es más rápida y se refleja desde la periferia más rápidamente y llega al corazón durante la sístole temprana, lo que produce un aumento de la presión arterial sistólica; al mismo tiempo, se reduce la presión diastólica y hay una disminución de la perfusión diastólica coronaria<sup>10</sup>, además de la transmisión de energía más pulsátil a las pequeñas arterias, lo que provoca daño microvascular (31).

Simental-Mendía y colaboradores publicaron un estudio en 2022 en el que reportan sus resultados basados en un estudio que incluyó un total de 1,676 adultos jóvenes mexicanos con peso normal de los cuales, 269 (16%) presentaron resistencia a la insulina. Los investigadores reportaron que el TyG se relaciona directamente con el aumento del IMC y el perímetro de cintura(32). También reportan que el TyG se encontró negativamente asociado con el HOMA- $\beta$  en individuos con y sin resistencia a la insulina (32). El HOMA- $\beta$  es un indicador de la secreción de insulina por el páncreas.

#### **4. HIPOTESIS.**

El valor del índice Triglicéridos/Glucosa (T/G) es mayor en los individuos con SM y correlacionará significativamente con el incremento del IMC y de los niveles séricos de glucosa, colesterol total, triglicéridos y la disminución de la concentración de colesterol HDL.

#### **5. OBJETIVOS.**

##### **General.**

Determinar la asociación del índice Triglicéridos - Glucosa con el diagnóstico de SM en adultos en Tapachula, Chiapas.

##### **Específicos.**

- Determinar las medidas antropométricas (talla, peso, circunferencia de cintura), presión arterial y niveles séricos de los marcadores bioquímicos (Glucosa, Colesterol HDL y Triglicéridos) en la población de estudio.
- Establecer el diagnóstico y frecuencia de síndrome metabólico en la población de estudio.
- Estimar la asociación del índice Triglicéridos/Glucosa (T/G) con el diagnóstico de síndrome metabólico.

## **6. METODOLOGÍA.**

### **6.1 Tipo de estudio, Población y tipo de muestreo.**

Se realizó un estudio descriptivo transversal en adultos entre 21 y 59 años de edad que acudieron a LACER (Laboratorios de Análisis Clínicos Especializados y de Referencia) en Tapachula, Chiapas, con un muestreo por conveniencia en el que se incluyeron un total de 99 adultos (33).

### **6.2 Criterios de inclusión y exclusión.**

Se incluyeron al estudio los adultos de ambos sexos con:

- Edad entre 21 y 59 años
- Ayuno de 8 a 12 horas.
- Diabéticos tipo 2.
- Glucemia basal alterada.
- Pacientes prediabéticos.
- Diabéticos reciente diagnóstico en los últimos 3 meses.
- Acepten participar en el estudio firmando la carta de consentimiento informado.

Se excluirán del estudio a los adultos que:

- No presenten ayuno de 8 a 12 horas.
- Incluyan en su régimen terapéutico actual insulina.
- Rechacen participar en el estudio.
- No firmen el consentimiento informado.
- Presenten diagnóstico de diabéticos tipo 1.

Se eliminarán de los estudios adultos que:

- La calidad de la muestra sea inferior para la detección de los metabolitos.
- La muestra presente hemolisis o ictericia.

## **6.3 Procedimientos.**

### **6.3.1 Mediciones antropométricas**

Para la realización de las mediciones, los participantes se presentaron con ropa ligera. El peso y la talla se obtuvieron con una báscula-estadímetro de 160 kg. El IMC se calculó como peso en kg entre talla en m<sup>2</sup> y se clasificó de acuerdo con el criterio de la OMS: Peso normal: IMC <25, sobrepeso: IMC: 25-29, y Obesidad: IMC ≥30.

### **6.3.2 Técnicas de laboratorio**

A cada participante se le tomó una muestra de sangre (6 ml) en un tubo seco al vacío (rojo) con al menos 8 horas de ayuno. La muestra se dejó reposar cinco minutos a temperatura ambiente para después centrifugar a 1300 RPM por cinco minutos. Sólo se utilizarán sueros libres de hemólisis, ictericia y lipemia.

La determinación de las concentraciones séricas de Glucosa, Colesterol HDL y Triglicéridos se determinaron por método enzimático colorimétrico en el COBAS ULTRA<sup>®</sup> 400 PLUS de la marca ROCHE<sup>®</sup>.

## **6.4 Cálculo del Índice Triglicéridos/Glucosa y el diagnóstico de SM.**

El índice TyG se obtuvo mediante la ecuación:

$$\text{Índice T/G: } \frac{\ln [\text{triglicéridos (mg/dL)} \times \text{glucosa en ayunas (mg/dL)}]}{2} \text{ (24).}$$

El diagnóstico de SM se realizó de acuerdo con lo propuesto en la definición de consenso (23), considerando a un participante con SM cuando presente al menos 3 de los siguientes criterios: IMC >30, Tg ≥150 mg/dl, cHDL <40 mg/dl en hombres y <50 mg/dl en mujeres, PA ≥130/85 y Gluc ≥100 mg/dl.

### **6.5 Análisis estadístico.**

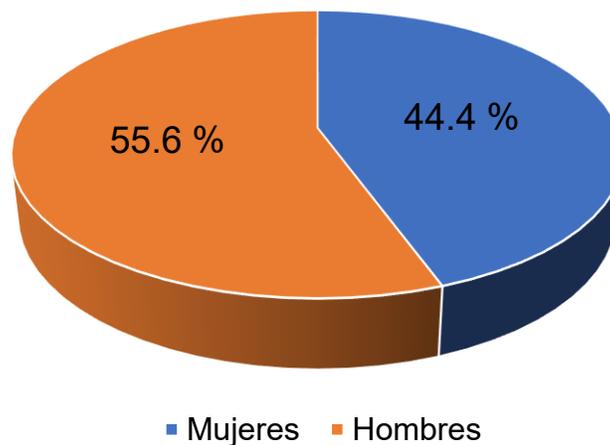
La normalidad de las variables se determinó con la prueba Kolmogorov Smirnov. La comparación de proporciones, medias y medianas se realizó con las pruebas Chi cuadrada, t de Student y U de Mann Whitney, respectivamente. El análisis de asociación entre SM y el índice T/G se evaluó con un modelo de regresión lineal ajustado por edad y sexo en la muestra total y ajustado por edad en las mujeres y hombres por separado. El análisis se realizó con el software SPSS 22.0. Los valores de  $p < 0.05$  fueron considerados como significativos.

## 7. RESULTADOS.

### 7.1 Descripción general de la muestra de estudio.

En el presente trabajo de investigación se incluyeron 99 adultos que acudieron a Laboratorios de Análisis Clínicos Especializados y de Referencia (LACER) en Tapachula, Chiapas. En la Figura 1 se describe el porcentaje total de la población, en donde el 44.4% (n=44) corresponde a mujeres y el 55.6% (n= 55) a hombres.

**PORCENTAJE TOTAL DE LA POBLACION**



**Figura 1.** Porcentaje total de población. En donde el 44.4 % (n=44) corresponde a Mujeres y el 55.6 % (n=55) a hombres de un total de 99 pacientes analizados.

## 7.2 Características clínicas de la muestra.

La Tabla 1 describe la comparación de las características clínicas entre hombres y mujeres en el estudio. Los datos se expresan a través de la media y desviación estándar de las variables edad, índice de masa corporal (IMC), presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD), glucosa (GLUC), colesterol de alta densidad (HDL-C) y triglicéridos (TG).

Las variables que presentan un valor significativamente mayor en hombres cuando se compararon con mujeres fueron PAS ( $p < 0.001$ ), PAD ( $p < 0.001$ ) y GLUC ( $p = 0.022$ ). Las variables que presentaron un valor significativamente menor en hombres cuando se compararon con mujeres fueron edad ( $p = 0.118$ ), IMC ( $p = 0.181$ ) y TG (0.515).

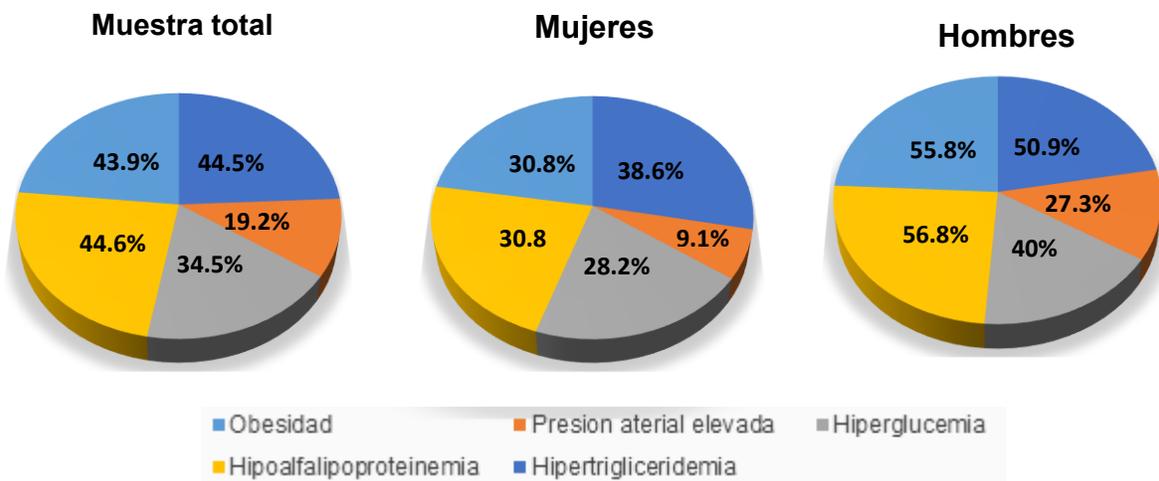
<b>Tabla 1. Características clínicas de la muestra total</b>			
<b>Variable</b>	<b>Mujeres n= 44</b>	<b>Hombres n= 55</b>	<b>Valor p</b>
Edad (Años)	46.8 ± 11.4	50.3 ± 10.4	0.118
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28.4 ± 8.1	30.4 ± 6.6	0.181
PAS (mmHg)	109.5 ± 15.0	123.1 ± 14.0	<0.001
PAD (mmHg)	71.8 ± 9.2	78.5 ± 9.2	<0.001
GLUC (mg/dl)	95.6 ± 10.3	108.9 ± 34.3	0.022
HDL-C (mg/dL)	48.5 ± 12.5	40.1 ± 11.4	0.002
TG (mg/dL)	155.8 ± 173.4	176.1 ± 100.8	0.515

**Tabla 1.** Los datos se expresan como media ± desviación estándar. Se utilizó la prueba t de Student para comparar medias. Abreviaturas: IMC, Índice de Masa Corporal; PAS, Presión Arterial Sistólica; PAD, Presión Arterial Diastólica; GLUC, Glucosa; HDL-C, Colesterol de Alta Densidad; TG, Triglicéridos. Adultos analizados Mujeres n = 44, Hombres n= 55 de una población total de 99 pacientes. En negritas rojas se representan las comparaciones que si presentaron significancia estadística ( $p < 0.05$ ).

### 7.3 Factores de riesgo de SM en la muestra de estudio.

La Figura 2 describe la frecuencia de los factores de riesgo que componen el SM en la muestra total y por separado en hombres y mujeres. Se aprecia que la hipoalfalipoproteinemia (44.6%), la hipertrigliceridemia (44.5%) y la obesidad (43.9%) representan los tres factores de riesgo de SM que más se presentan en la muestra total de estudio. También se observa que la hipoalfalipoproteinemia (56.8%), la hipertrigliceridemia (55.8%) y la obesidad (50.9%) representan los tres factores de mayor riesgo de SM en hombres. En la población de mujeres los tres factores de riesgo para SM son la obesidad (38.6%), la hipertrigliceridemia (30.8%) y la hipoalfalipoproteinemia (30.8%).

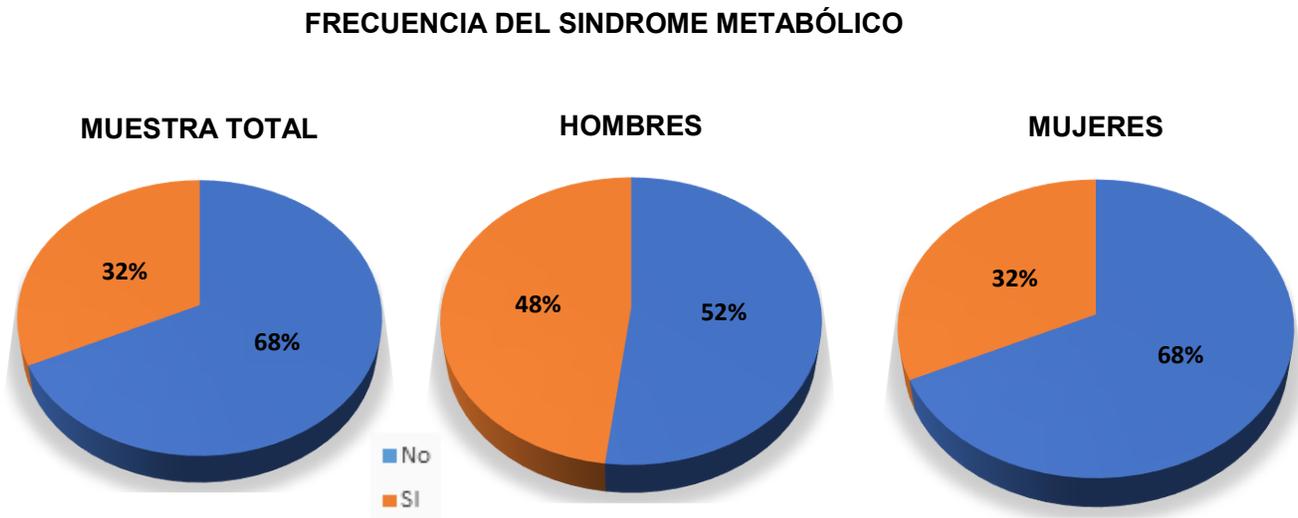
#### FACTORES DE RIESGO DE SINDROME METABOLICO



**Figura 2.** Factores de Riesgo de Síndrome Metabólico. Descripción de los factores de riesgo de SM en la muestra total de estudio y por separado en hombres y mujeres. Código de colores: Obesidad (celeste), Gris (Hiperglucemia), Azul (Hipertrigliceridemia), Naranja (Presión arterial elevada), Hipoalfalipoproteinemia (amarillo).

#### 7.4 Frecuencia del Síndrome Metabólico.

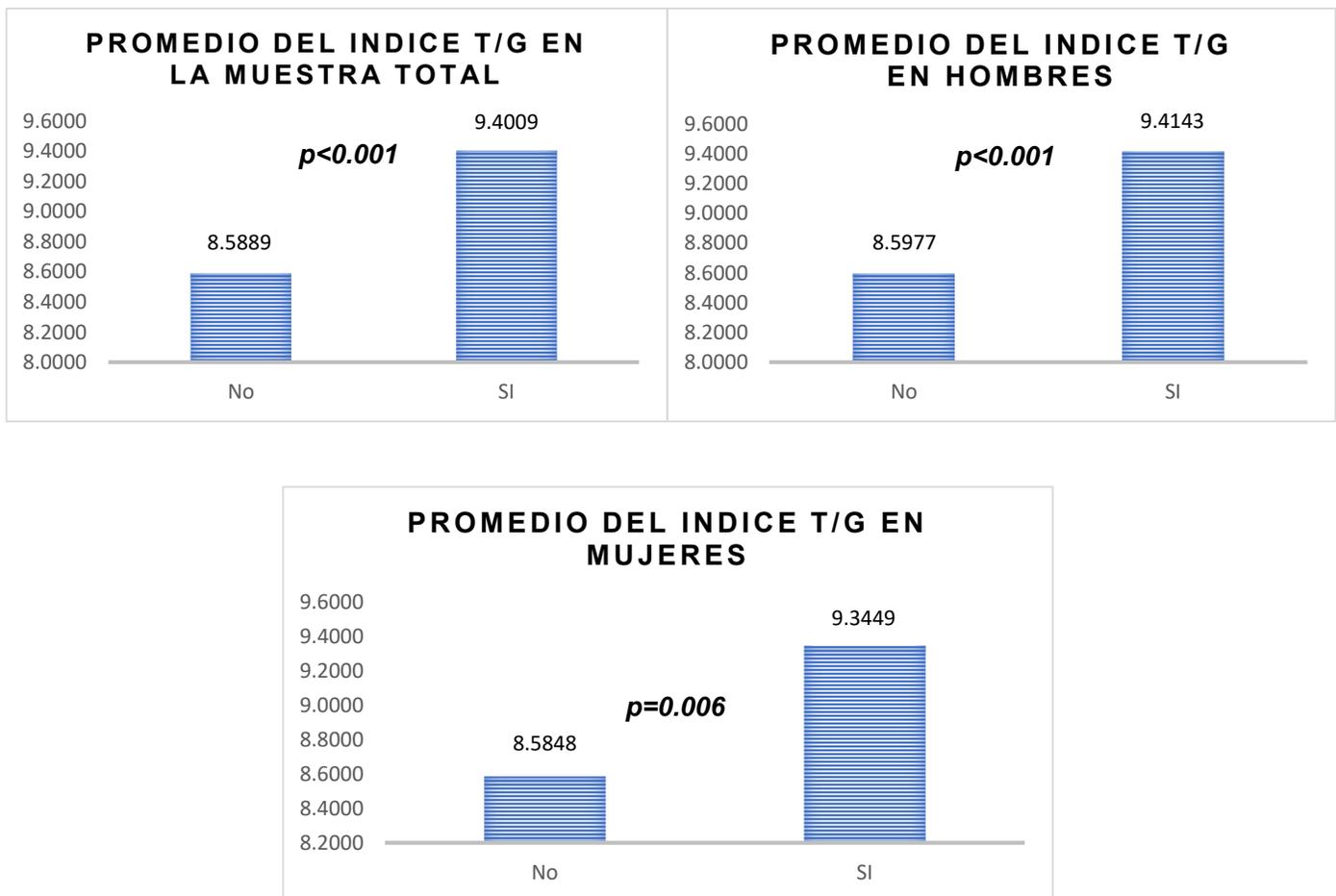
La Figura 3 muestra la frecuencia de SM en la muestra total y por separado en hombres y mujeres. Se describe que un 68% de la muestra total no presenta SM y un 32% sí. También se observa que la frecuencia de SM es más alta en hombres (48%) que en mujeres (32%) ( $p < 0.001$ ).



**Figura 3.** Frecuencia del Síndrome Metabólico. Descripción de la Frecuencia de SM en la muestra total de estudio y por separado en hombres y mujeres.

### 7.5 Asociación del Índice TyG con el Síndrome Metabólico.

La Figura 4 muestra la diferencia del TyG entre participantes con y sin SM de la muestra total y por separado en hombres y mujeres. En todos los casos, el promedio de TyG es mayor en el grupo de participante con SM en comparación con los participantes sin SM (Muestra total  $p < 0.001$ ; Hombres  $p < 0.001$ ; Mujeres ( $p = 0.006$ ). En el análisis de asociación se encontró que el SM se asoció positivamente con el índice T/G en la muestra total ( $\beta = 0.788 \pm 0.130$ ,  $p < 0.001$ ) y en mujeres ( $\beta = 0.665 \pm 0.273$ ,  $p = 0.020$ ) y hombres ( $\beta = 0.828 \pm 0.138$ ,  $p < 0.001$ ) por separado.



**Figura 4.** Asociación del índice T/G con el Síndrome Metabólico. Descripción de promedio de Índice T/G que presentan los grupos de individuos con y sin SM en la muestra total y por separado en Hombres y Mujeres.

## 8. DISCUSION.

En el presente trabajo se evaluó la asociación del índice TyG con el diagnóstico de SM y sus factores de riesgo en 99 adultos de Tapachula Chiapas. Se encontró que el 32% de los adultos estudiados presentaban SM siendo los hombres quienes presentaron mayor frecuencia de SM que las mujeres. Además, se encontró que la hipoalfalipoproteinemia (44.6%), la hipertrigliceridemia (44.5%) y la obesidad (43.9%) fueron los tres factores de riesgo de SM que más se presentan en la muestra total de estudio. Por último, se confirmó que el índice TyG fue mayor en el grupo de participantes con SM en comparación con los que no tenían SM.

Respecto a la frecuencia de SM encontrada en el presente estudio (32%), esta resulta ser menor a la reportada por estudios previos en los que se describen prevalencias de hasta 49.8% (4). Por otro lado, el meta análisis publicado por Gutiérrez-Solís en 2018, se describe que la prevalencia de SM en la población de México es de 41%. Sin embargo, es importante mencionar que la prevalencia en cualquier población, va a depender del criterio que se haya usado. En el caso de este estudio se reporta una prevalencia de SM de acuerdo al criterio de la definición de consenso que implica: IMC > 30, Tg $\geq$ 150 mg/dl, cHDL < 40 mg/dl en hombres y < 50 mg/dl en mujeres, PA  $\geq$  130/85 y Gluc  $\geq$  100 mg/dl (23).

Referente a la diferencia del tamaño de muestra y de edades en cuanto a la prevalencia de SM entre hombres (48%) y mujeres (32%) que se encontró en el presente estudio, difiere de lo reportado en estudios previos en población mexicana. Por ejemplo, en lo reportado por Mendoza-Caamal en 2020, se describe que las mujeres (55.6%) son las que presentan mayor prevalencia de SM que los hombres (38.2%) (34). Como se menciona en el marco teórico del presente estudio, las diferencias en las prevalencias del SM entre poblaciones o sexos, se deben a factores ambientales, como diferencias en la actividad física y patrones dietéticos, o fisiológicos como las cuestiones hormonales. Además, las diferencias en sus componentes genéticos también desempeñan un papel importante en cuanto al aumento o la disminución de la prevalencia del SM (3).

En el presente estudio se comprobó que el índice Triglicéridos - Glucosa es mayor en los participantes con SM. Dato que concuerda con estudios previos realizados en México y en diferentes regiones del mundo. Por ejemplo, Santos-Ferreira y colaboradores en 2021 reportaron que, en una población de adultos en una localidad rural de Brasil, la mediana del índice Triglicéridos - Glucosa aumenta conforme aumenta la agregación de factores de riesgo de SM en las personas, reportan también que el índice Triglicéridos - Glucosa correlacionó débilmente con la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y el colesterol HDL, mientras que con los valores de circunferencia de cintura presentaron una correlación moderada (29).

Tomando en cuenta que el índice TyG presenta diferencias importantes entre las personas con SM y sin SM, existen reportes de que éste puede ser empleado como un posible marcador de riesgo de enfermedad cardiovascular. Como es el caso de Mehta y colaboradores en 2021, quienes proponen que un valor del índice Triglicéridos - Glucosa de 8.4 es un posible indicador para presentar accidentes microvasculares (30). En el presente estudio, los individuos sin SM presentaron un promedio de Triglicéridos - Glucosa de 8.5, lo que sugiere que es de importancia continuar explorando a este posible marcador en diferentes poblaciones de México e incluso evaluar su asociación con otros marcadores metabólicos que se relacionen con la posibilidad de desarrollar enfermedad cardiovascular como lo pueden ser la DT2, la hipertensión y la obesidad.

Dentro de las principales fortalezas del presente estudio cabe destacar que estos resultados son uno de los primeros en reportes de asociación del índice Triglicéridos - Glucosa con SM en población Chiapaneca. Dentro de las debilidades, es posible mencionar que no se determinaron variables bioquímicas como la concentración de insulina. Por otro lado, el reducido tamaño de la muestra deja la posibilidad de replicar estas asociaciones en tamaños de muestra más grandes en el Estado de Chiapas.

## 9. CONCLUSIONES.

1. El 32% de los adultos estudiados presentaban SM siendo los hombres quienes presentaron mayor frecuencia de SM que las mujeres.
2. La hipoalfalipoproteinemia, la hipertrigliceridemia y la obesidad fueron los tres factores de riesgo de SM que más se presentaron en la muestra total de estudio.
3. Se confirmó que el índice Triglicéridos – Glucosa fue mayor en el grupo de participantes con SM (9.4009) en comparación con los que no tenían SM (8.5889).
4. Se logró estimar la asociación del índice Triglicéridos/Glucosa (T/G) con el diagnóstico de síndrome metabólico ya que en el análisis de asociación se encontró que el SM se asoció positivamente con el índice T/G en la muestra total ( $\beta = 0.788 \pm 0.130$ ,  $p < 0.001$ ) y en mujeres ( $\beta = 0.665 \pm 0.273$ ,  $p = 0.020$ ) y hombres ( $\beta = 0.828 \pm 0.138$ ,  $p < 0.001$ ) por separado.

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

1. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep.* 2018;20(2):12.
2. Gutierrez-Solis AL, Datta Banik S, Mendez-Gonzalez RM. Prevalence of Metabolic Syndrome in Mexico: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Metab Syndr Relat Disord.* 2018;16(8):395-405.
3. Cuevas A, Alvarez V, Carrasco F. Epidemic of metabolic syndrome in Latin America. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2011;18(2):134-8.
4. Rojas-Martinez R, Aguilar-Salinas CA, Romero-Martinez M, Castro-Porras L, Gomez-Velasco D, Mehta R. Trends in the prevalence of metabolic syndrome and its components in Mexican adults, 2006-2018. *Salud Publica Mex.* 2021;63(6, Nov-Dic):713-24.
5. Beltran-Sanchez H, Harhay MO, Harhay MM, McElligott S. Prevalence and trends of metabolic syndrome in the adult U.S. population, 1999-2010. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(8):697-703.
6. Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity. *Annu Rev Immunol.* 2011;29:415-45.
7. Rodriguez-Monforte M, Sanchez E, Barrio F, Costa B, Flores-Mateo G. Metabolic syndrome and dietary patterns: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur J Nutr.* 2017;56(3):925-47.
8. Cong YJ, Gan Y, Sun HL, Deng J, Cao SY, Xu X, et al. Association of sedentary behaviour with colon and rectal cancer: a meta-analysis of observational studies. *Br J Cancer.* 2014;110(3):817-26.
9. Teychenne M, Costigan SA, Parker K. The association between sedentary behaviour and risk of anxiety: a systematic review. *BMC Public Health.* 2015;15:513.
10. Thorp AA, Healy GN, Owen N, Salmon J, Ball K, Shaw JE, et al. Deleterious associations of sitting time and television viewing time with cardiometabolic risk biomarkers: Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle (AusDiab) study 2004-2005. *Diabetes Care.* 2010;33(2):327-34.

11. Bays HE, Laferrere B, Dixon J, Aronne L, Gonzalez-Campoy JM, Apovian C, et al. Adiposopathy and bariatric surgery: is 'sick fat' a surgical disease? *Int J Clin Pract.* 2009;63(9):1285-300.
12. Rizvi AA. Cytokine biomarkers, endothelial inflammation, and atherosclerosis in the metabolic syndrome: emerging concepts. *Am J Med Sci.* 2009;338(4):310-8.
13. Caprio S, Perry R, Kursawe R. Adolescent Obesity and Insulin Resistance: Roles of Ectopic Fat Accumulation and Adipose Inflammation. *Gastroenterology.* 2017;152(7):1638-46.
14. Rodriguez A, Catalan V, Gomez-Ambrosi J, Fruhbeck G. Visceral and subcutaneous adiposity: are both potential therapeutic targets for tackling the metabolic syndrome? *Curr Pharm Des.* 2007;13(21):2169-75.
15. Tan HW, Zhao NQ, Yu YR, Han LN, Zhang XX. [Pancreatic beta-cell Dysfunction and Apoptosis Induced by Elevated Free Fatty Acids Synergize with Hyperglycemia]. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2017;48(1):71-5.
16. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011;9:48.
17. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med.* 1998;15(7):539-53.
18. Balkau B, Charles MA. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med.* 1999;16(5):442-3.
19. Expert Panel on Detection E, Treatment of High Blood Cholesterol in A. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285(19):2486-97.
20. Einhorn D, Reaven GM, Cobin RH, Ford E, Ganda OP, Handelsman Y, et al. American College of Endocrinology position statement on the insulin resistance syndrome. *Endocr Pract.* 2003;9(3):237-52.
21. IDF. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. International Diabetes Federation. 2007.

22. Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI, Smith SC, Jr., Lenfant C, National Heart L, et al. Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2004;24(2):e13-8.
23. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120(16):1640-5.
24. Guerrero-Romero F, Villalobos-Molina R, Jimenez-Flores JR, Simental-Mendia LE, Mendez-Cruz R, Murguia-Romero M, et al. Fasting Triglycerides and Glucose Index as a Diagnostic Test for Insulin Resistance in Young Adults. *Arch Med Res.* 2016;47(5):382-7.
25. Guerrero-Romero F, Simental-Mendia LE, Gonzalez-Ortiz M, Martinez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernandez-Gonzalez SO, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(7):3347-51.
26. Simental-Mendia LE, Ortega-Pacheco CJ, Garcia-Guerrero E, Sicsik-Aragon MA, Guerrero-Romero F, Martinez-Aguilar G. The triglycerides and glucose index is strongly associated with hepatic steatosis in children with overweight or obesity. *Eur J Pediatr.* 2021;180(6):1755-60.
27. Sanchez-Garcia A, Rodriguez-Gutierrez R, Saldivar-Rodriguez D, Guzman-Lopez A, Mancillas-Adame L, Gonzalez-Nava V, et al. Early triglyceride and glucose index as a risk marker for gestational diabetes mellitus. *Int J Gynaecol Obstet.* 2020;151(1):117-23.
28. Espinel-Bermudez MC, Robles-Cervantes JA, del Sagrario Villarreal-Hernandez L, Villasenor-Romero JP, Hernandez-Gonzalez SO, Gonzalez-Ortiz M, et al. Insulin resistance in adult primary care patients with a surrogate index, Guadalajara, Mexico, 2012. *J Investig Med.* 2015;63(2):247-50.

29. Ferreira JRS, Zandonade E, de Paula Alves Bezerra OM, Salaroli LB. Cutoff point of TyG index for metabolic syndrome in Brazilian farmers. *Arch Endocrinol Metab.* 2021;65(6):704-12.
30. Mehta R, Antonio-Villa NE, Bello-Chavolla OY, Martagon AJ, Elias-Lopez D, Vargas-Vazquez A, et al. Association between insulin resistance and arterial stiffness in Mexican patients without type 2 diabetes. *Gac Med Mex.* 2021;157(5):522-30.
31. Ranjan R, Adhikary D, Mandal S, Seedher A, Adhikary AB. Outcome of coronary endarterectomy with coronary artery bypass grafting in patients with diffuse coronary artery disease in Bangladesh: A retrospective cohort study. *JRSM Cardiovasc Dis.* 2017;6:2048004017732658.
32. Simental-Mendia LE, Gomez-Diaz R, Wachter NH, Guerrero-Romero F. The Triglycerides and Glucose Index is Negatively Associated with Insulin Secretion in Young Adults with Normal Weight. *Horm Metab Res.* 2022;54(1):33-6.
33. Hedt BL, Pagano M. Health indicators: eliminating bias from convenience sampling estimators. *Stat Med.* 2011;30(5):560-8.
34. Mendoza-Caamal EC, Barajas-Olmos F, Garcia-Ortiz H, Ciceron-Arellano I, Martinez-Hernandez A, Cordova EJ, et al. Metabolic syndrome in indigenous communities in Mexico: a descriptive and cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2020;20(1):339.

## ANEXOS.

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación:

**“Análisis de asociación entre el índice Triglicéridos - Glucosa y el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos en Tapachula, Chiapas”**

Número Registro: \_\_\_\_\_

Nombre del Investigador Principal: Dra. Consuelo Chang Rueda. A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada “Análisis de asociación entre el índice triglicéridos glucosa y el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos en Tapachula, Chiapas”. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda.

#### **1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?**

Este proyecto se realizará en las instalaciones de Laboratorios de Análisis de Clínicos Especializados y de Referencia (LACER) en Tapachula, Chiapas.

#### **2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?**

Determinar la asociación del Índice Triglicéridos - Glucosa con el diagnóstico de SM en adultos en Tapachula, Chiapas.

#### **3. ¿Estoy obligado a participar?**

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el laboratorio.

#### **4. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?**

Su participación consistirá en aportar una muestra de sangre periférica con un ayuno de 8 a 12 horas. Las muestras serán tomadas en un tubo rojo al vacío (sin anticoagulante) para la determinación de los metabolitos Glucosa, Triglicéridos y HDL-C. Se tomarán medidas antropométricas como peso, talla con un estadímetro de 160 kg y la circunferencia de cintura con cinta métrica de un metro. Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final del mismo.

#### **5. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?**

El beneficio que obtendrá es que, de encontrarse hallazgos de relevancia en el análisis del conteo y morfología de leucocitos y plaquetas, se le reportará y anexará a sus resultados para que su médico pueda tener mejores herramientas en el tratamiento de elección para el cuidado de su salud.

**6. ¿Cuáles son los posibles riesgos y molestias durante y/o después de mi participación?**

El grado de riesgo que implica el presente proyecto es considerado bajo. Sin embargo, existe la posibilidad de que sufra dolor o formación de un hematoma o “moretón” en el sitio de la punción para la extracción de las muestras de sangre.

**7. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?**

No recibirá ninguna compensación monetaria por su participación en el estudio.

**8 ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?**

Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted. En el caso de que existan gastos adicionales originados por el desarrollo de esta investigación, serán cubiertos por el presupuesto de la misma.

**9. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?**

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad o se creen prejuicios para continuar con la atención que como paciente le otorga el laboratorio. Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

**10. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?**

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de la misma, por favor contacte a los investigadores principales:

Dra. Consuelo Chang Rueda. Teléfono: 9626240687.

Correo electrónico: consuelo.chang@unach.mx.

**Aclaraciones:**

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del \_\_\_\_\_, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.
- b) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.

- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- f) En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- g) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- h) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

### **FIRMA DE CONSENTIMIENTO**

Yo, \_\_\_\_\_, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada “Análisis de asociación entre el índice Triglicéridos - Glucosa y el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos en Tapachula, Chiapas”. No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de bajo riesgo. He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de los colaboradores del proyecto.

**NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE**

PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE  
LEGAL

(según aplique, se requiere identificación)

**NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR**

**PRINCIPAL**

### **TESTIGOS**

**NOMBRE Y FIRMA**

PARENTESCO  
DOMICILIO

**NOMBRE Y FIRMA**

PARENTESCO  
DOMICILIO