

Maestría en

**NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
NUTRICIÓN Y DIETÉTICA CON MENCIÓN EN
ENFERMEDADES METABÓLICAS, OBESIDAD Y DIABETES**

**Tesis previa a la obtención de título de
Magister en Nutrición con mención en enfermedades metabólicas, diabetes
y obesidad**

AUTOR: N.D Edith Alejandra Echeverria

TUTOR: Mgtr. Ricardo Checa Cabrera

**“Correlación entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de
Masa Corporal (IMC), en adolescentes ecuatorianos: análisis
de la ENSANUT 2018”.**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Edith Alejandra Echeverria Proaño, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.



Edith Alejandra Echeverria Proaño

C:C 1004789093

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Mgt. Ricardo Checa**, certifico que conozco a la autora del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Mgt. Ricardo Genaro Checa Cabrera
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Me dedico este logro a mí misma.

A la mujer que inició esta etapa a sus 24 años, llena de sueños, pero también de miedos e inseguridades; y a la que hoy, a sus 26, puede mirar atrás y reconocer todo lo que fue capaz de sostener para llegar hasta aquí.

Me lo dedico por cada viaje, cada noche de estudio, cada día de trabajo, cada preocupación económica y cada momento en el que dudé de mis capacidades y, aun así, decidí continuar. Por aprender a generar mis propios ingresos, asumir responsabilidades, equivocarme, madurar y seguir construyendo mi camino mientras perseguía esta meta.

Agradezco profundamente a mi familia y, de manera especial, a mi hermana mayor, por acompañarme y sostenerme de distintas maneras durante este proceso. Pero también reconozco a quien tuvo que levantarse cada vez que sintió miedo, cansancio o incertidumbre: a mí misma. Dedico este trabajo a todas las versiones de mí que existieron durante estos dos años: a la que tuvo miedo, a la que dudó, a la que lloró, a la que soñó en grande y, sobre todo a la que nunca dejó de intentarlo.

Hoy entiendo que este logro no representa únicamente la culminación de una maestría. Representa mi crecimiento, mi perseverancia y la prueba de que puedo construir aquello que alguna vez pensé que quizá sería demasiado difícil para mí.

Llegué hasta aquí acompañada por quienes me aman, pero también porque, incluso en los momentos más difíciles, decidí no abandonarme.

AGRADECIMIENTOS

Culminar esta etapa académica significó recorrer un camino lleno de aprendizajes, sacrificios y dificultades. Por ello, agradezco profundamente a quienes me acompañaron y contribuyeron a que pudiera llegar hasta aquí.

A mis padres, por estar pendientes de mí en cada viaje que realizaba para asistir a clases, por cuidar de mi bienestar y procurar que nunca me faltara un plato de comida. Su amor y apoyo fueron fundamentales para continuar.

A mi hermano, por confiar en mí y ayudarme con mis primeros pacientes como nutricionista, permitiéndome adquirir experiencia y seguridad en mi profesión. A mis tíos, por extenderme su mano y apoyarme económicamente para continuar con la maestría.

A mis pacientes, por confiarme su salud y compartir conmigo sus historias. Sin saberlo, cada una de ellas me motivó a seguir aprendiendo, mejorar constantemente y esforzarme por ser una mejor profesional.

A mi querida gatita Minerva, por acompañarme silenciosamente durante tantas noches de estudio y hacer más llevaderos los momentos de cansancio.

De manera especial, agradezco a mi hermana mayor, uno de los pilares más importantes de mi vida. Gracias por enseñarme a madurar, organizarme y enfrentar cada dificultad. En mis caídas siempre estuviste ahí, con palabras de aliento y un pañuelo para secar mis lágrimas, recordándome que siempre existe una manera de levantarse y continuar.

Finalmente, agradezco a todas las personas que encontré en el camino: compañeros, amigos y quienes, de una u otra manera, dejaron una pequeña huella en mí y formaron parte de esta importante etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
Introducción	16
Justificación.....	17
Marco teórico	19
Obesidad como problema de salud pública	19
Concepto de Obesidad.....	19
Clasificación de la obesidad.....	19
Epidemiología de la obesidad	20
Prevalencia mundial.....	20
Prevalencia en América Latina.....	20
Situación en Ecuador	20
Consecuencias de la obesidad	21
Enfermedades metabólicas	21
Enfermedades Cardiovasculares	21
Impacto en Salud Pública	21
Obesidad en la adolescencia	22
Definición de la adolescencia	22

Cambios fisiológicos durante la adolescencia	22
Cambios hormonales.....	22
Cambios en la composición corporal.....	23
Diferencias según sexo.....	24
Factores asociados a la obesidad en adolescentes	24
Factores biológicos	25
Factores ambientales.....	25
Factores socioeconómicos	26
Evaluación antropométrica del estado nutricional	26
Importancia de la evaluación nutricional	26
Métodos para evaluar la composición corporal	27
Indicadores antropométricos	28
Peso corporal	28
Talla	28
Circunferencia de cintura	28
Ventajas de los indicadores antropométricos en estudios poblacionales.....	29
Índice de Masa Corporal (IMC)	29
Definición del Índice de Masa Corporal	29
Fórmula del IMC.....	29
Clasificación del estado nutricional mediante IMC	30
Clasificación del estado nutricional según IMC para la edad (BAZ) en adolescentes.	31

Uso del IMC en estudios epidemiológicos	32
Limitaciones del IMC en la evaluación de la adiposidad	33
Masa Grasa Relativa (MGR)	35
Definición de la Masa Grasa Relativa	35
Desarrollo del indicador MGR.....	36
Fórmula de la Masa Grasa Relativa.....	38
Interpretación y valores de referencia de la Masa Grasa Relativa en adolescentes	40
Aplicación de la MGR en estudios científicos	41
Ventajas de la MGR frente al IMC	42
Relación entre indicadores antropométricos y adiposidad corporal.....	43
Indicadores para estimar grasa corporal.....	43
Comparación entre IMC y otros indicadores	44
Evidencia científica sobre la relación entre IMC y MGR	45
Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018)	46
Descripción de la ENSANUT	46
Objetivos de la ENSANUT	47
Importancia de la ENSANUT en investigación en salud	48
Variables antropométricas disponibles en ENSANUT 2018	50
Importancia del estudio en adolescentes ecuatorianos	51
Vacíos de conocimiento en la literatura	51
Relevancia epidemiológica en Ecuador	52

Contribución científica del estudio	52
Planteamiento del problema.....	54
Objetivos	56
Objetivo General	56
Objetivos específicos	56
Hipótesis	56
Metodología	58
Diseño y tipo de estudio	58
Población y muestra	58
Variables del estudio	59
Procesamiento de datos.....	60
Análisis estadístico.....	61
Consideraciones éticas	62
Resultados	63
Características generales de la muestra	63
Discusión	67
Conclusiones	70
Recomendaciones	71
Referencias.....	72

Índice de tablas

Tabla 1.....	31
Tabla 2.....	40
Tabla 3.....	63
Tabla 4.....	63
Tabla 5.....	64
Tabla 6.....	64
Tabla 7.....	65
Tabla 8.....	65
Tabla 9.....	66

Listado de abreviaturas

Abreviatura	Significado
BAZ	Puntuación Z del índice de masa corporal para la edad
DE	Desviación estándar
DXA	Absorciometría de rayos X de doble energía
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
IMC	Índice de Masa Corporal
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
MGR	Masa Grasa Relativa
OMS	Organización Mundial de la Salud
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

Resumen

El Índice de Masa Corporal (IMC) es uno de los indicadores más utilizados para evaluar el estado nutricional durante la adolescencia; sin embargo, no permite diferenciar la masa grasa de la masa libre de grasa. En este contexto, la Masa Grasa Relativa (MGR), estimada mediante la talla, la circunferencia de cintura y el sexo, puede aportar información complementaria sobre la adiposidad corporal. El objetivo de esta investigación fue determinar la correlación entre la MGR y el IMC en adolescentes ecuatorianos utilizando datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018). Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, no experimental, transversal, retrospectivo y correlacional, basado en el análisis de datos secundarios. La muestra principal estuvo conformada por 6.682 adolescentes de 10 a 19 años. Se aplicó estadística descriptiva y, debido a la distribución no normal de las variables, se utilizó el coeficiente rho de Spearman. Para la clasificación del estado nutricional mediante el IMC para la edad se analizó una submuestra de 6.153 adolescentes, empleando puntuaciones Z calculadas con WHO AnthroPlus. La media del IMC fue de $21,10 \pm 3,83 \text{ kg/m}^2$ y la de MGR fue de $29,03 \pm 7,22 \%$. En la submuestra clasificada, el 72,8% presentó estado nutricional normal, el 19,3% sobrepeso, el 6,9% obesidad y el 1,0% bajo peso; en conjunto, el 26,2% presentó exceso de peso. Se encontró una correlación positiva, moderada y estadísticamente significativa entre el IMC y la MGR ($\rho = 0,449$; $p < 0,001$). Además, los valores medios de MGR aumentaron progresivamente desde el bajo peso hasta la obesidad, con diferencias significativas entre las categorías nutricionales ($p < 0,001$). Se concluye que el IMC y la MGR se relacionan, pero no son indicadores equivalentes. La MGR podría utilizarse como medida antropométrica complementaria al IMC, aunque requiere validación específica antes de emplearse con fines diagnósticos en adolescentes ecuatorianos.

Palabras clave: adolescentes, composición corporal, índice de masa corporal, masa grasa relativa, ENSANUT 2018.

Abstract

Body Mass Index (BMI) is one of the most widely used indicators for assessing nutritional status during adolescence; however, it does not distinguish fat mass from fat-free mass. In this context, Relative Fat Mass (RFM), estimated using height, waist circumference, and sex, may provide complementary information on body adiposity.

The objective of this study was to determine the correlation between RFM and BMI in Ecuadorian adolescents using data from the 2018 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT 2018). A quantitative, observational, nonexperimental, cross-sectional, retrospective, and correlational study was conducted based on the analysis of secondary data. The main sample consisted of 6,682 adolescents aged 10 to 19 years. Descriptive statistics were applied, and because the variables were not normally distributed, Spearman's rank correlation coefficient was used. Nutritional status based on BMI-for-age was assessed in a subsample of 6,153 adolescents using Z scores calculated with WHO AnthroPlus. The mean BMI was $21.10 \pm 3.83 \text{ kg/m}^2$, and the mean RFM was $29.03 \pm 7.22\%$. In the classified subsample, 72.8% of participants had normal nutritional status, whereas 19.3% were overweight and 6.9% had obesity; overall, 26.2% had excess weight. A positive, moderate, and statistically significant correlation was found between BMI and RFM ($\rho = 0.449$; $p < 0.001$).

Furthermore, mean RFM values increased progressively from underweight to obesity, with statistically significant differences among nutritional status categories ($p < 0.001$). It was concluded that BMI and RFM are related but are not equivalent indicators. RFM could be used as an anthropometric measure complementary to BMI; however, population-specific validation is required before it can be used for diagnostic purposes in Ecuadorian adolescents.

Keywords: adolescents, body composition, body mass index, Relative Fat Mass, ENSANUT.

Introducción

La obesidad en la población adolescente constituye uno de los problemas de salud pública más relevantes a nivel mundial, debido a su creciente prevalencia y a las múltiples complicaciones metabólicas, cardiovasculares y psicosociales que conlleva. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2022 más de 390 millones de niños y adolescentes entre 5 y 19 años presentaban sobrepeso, de los cuales aproximadamente 160 millones eran obesos, evidenciando un incremento alarmante en comparación con décadas anteriores (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023.). Este fenómeno no solo refleja cambios en los estilos de vida, sino también la influencia de factores ambientales, sociales y conductuales que favorecen el desarrollo de la malnutrición por exceso desde edades tempranas.

En adolescentes, el IMC se utiliza como una herramienta práctica y accesible para realizar una valoración general del estado nutricional (Javed et al., 2015a). Sin embargo, este indicador presenta limitaciones para valorar específicamente la adiposidad, debido a que no permite distinguir adecuadamente los componentes de la composición corporal y puede no identificar a todos los individuos con exceso de grasa corporal (Javed et al., 2015a). Por ello, resulta pertinente considerar indicadores complementarios que permitan aproximarse de manera más específica a la adiposidad corporal. Entre estas alternativas se encuentra la masa grasa relativa (MGR), un indicador antropométrico que permite estimar el porcentaje de grasa corporal a partir de la relación entre la talla y la cintura, incorporando además el sexo en su cálculo (Woolcott & Bergman, 2018) . Por lo tanto, evaluar la MGR en adolescentes ecuatorianos podría aportar información complementaria para la valoración de la grasa corporal en esta población.

Justificación

El índice de masa corporal es una herramienta que se ha utilizado a lo largo de los años para la evaluación antropométrica en niños y adolescentes, esto por su fácil manera de uso. De todas maneras, presenta limitaciones al identificar el exceso de adiposidad, de manera que algunos individuos pueden presentar un IMC normal, y tener un % de grasa elevado. (Javed et al., 2015). Es por ello que cuando se utiliza como único indicador sobre todo en estudios poblacionales, algunos casos que presenten exceso de grasa corporal podrían no ser identificados correctamente.

Además, la población adolescente ha incrementado el exceso de peso a nivel mundial, la prevalencia de IMC en adolescentes de 10 a 19 años ha aumentado de 8.36% desde 1990 a 17,64% a 2021, evidenciando un problema de salud pública. (Ge et al., 2025).

La adolescencia constituye además una etapa de interés debido a los cambios fisiológicos que presentan durante la pubertad. En este periodo se producen cambios hormonales, propios de esta etapa. (Howard, 2021).

En este contexto, la masa grasa relativa (MGR) puede considerarse un indicador antropométrico complementario al IMC, porque permite estimar el porcentaje de grasa corporal mediante mediciones como la talla, sexo y circunferencia de cintura. (Woolcott & Bergman, 2019).

La MGR ha sido estudiada en niños y adolescentes estadounidenses, por lo que los propios autores señalan que sus resultados están limitado a sus grupos poblaciones y se requiere validación externa en poblaciones de otras regiones (Woolcott & Bergman, 2019). Por tal motivo es pertinente analizar el comportamiento del indicador en adolescentes ecuatorianos, ya que estos presentan diferentes características.

Finalmente, esta investigación puede aportar información del comportamiento de la MGR, en los adolescentes ecuatorianos, y así poder generar antecedentes para futuras

investigaciones en esta población. De la misma forma permitirá su utilidad como indicador complementario al IMC para la estimación del porcentaje de grasa corporal.

Marco teórico

Obesidad como problema de salud pública

Concepto de Obesidad

La organización Mundial de la Salud define la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal que representa un riesgo para la salud. Dejó de considerarse un simple problema estético o el resultado exclusivo de un desequilibrio calórico individual, reconociéndose en la actualidad como una enfermedad crónica, compleja y multifactorial de carácter sistémico. Su etiología involucra la interacción de factores genéticos, metabólicos, conductuales, ambientales y socioeconómicos, caracterizándose por un estado de inflamación crónica de bajo grado e hipertrofia/hiperplasia del tejido adiposo que altera el funcionamiento hormonal y metabólico normal del organismo (Bray et al., 20,).

Clasificación de la obesidad

La clasificación de la obesidad varía según el parámetro de evaluación utilizado, la etapa del ciclo vital y la finalidad del diagnóstico:

Según el Índice de Masa Corporal (IMC) en adultos: Se clasifica en Obesidad Grado I (30.0 – 34.9 kg/m²), Grado II (35.0 – 39.9 kg/ m²) y Grado III o Mórbida ($\geq$ 40.0 kg/m²).

En niños y adolescentes (5 a 19 años): Debido al proceso de crecimiento, la clasificación no se realiza con puntos de corte fijos, sino mediante desviaciones estándar (Z-score o BAZ) del IMC para la edad. Se considera sobrepeso a un valor de BAZ $> +1$ DE y obesidad a un valor $> +2$ DE respecto a la población de referencia.

Según la distribución anatómica del tejido adiposo: Se divide en obesidad androide (central o visceral, caracterizada por la acumulación de grasa en el tronco y abdomen,

con mayor riesgo cardiometabólico) u obesidad ginecoide (periférica, con acumulación en caderas y muslos) (World Obesity Federation, 2022).

Epidemiología de la obesidad

Prevalencia mundial

La obesidad ha alcanzado proporciones epidémicas a nivel global. De acuerdo con los datos recopilados por la NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC, 2024), más de 1.000 millones de personas en el mundo viven con obesidad. La prevalencia en niños y adolescentes (de 5 a 19 años) se ha cuadruplicado en las últimas cuatro décadas, pasando del 1.7% en 1975 a más del 8 % en la actualidad, transformando lo que antes se consideraba un problema exclusivo de países de altos ingresos en un fenómeno global emergente.

Prevalencia en América Latina

América Latina y el Caribe atraviesan una acelerada transición nutricional y epidemiológica. La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2023) señala que la región presenta una de las tasas de prevalencia de sobrepeso y obesidad más altas del mundo, afectando a más del 60% de los adultos y aproximadamente al 33% de los niños y adolescentes. Esta tendencia está impulsada por la rápida urbanización, la adopción de patrones alimentarios basados en productos ultraprocesados de alta densidad energética y la disminución drástica de la actividad física cotidiana.

Situación en Ecuador

Ecuador no es ajeno a este panorama. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), el sobrepeso y la obesidad afectan de manera crítica a la población ecuatoriana en todas las etapas de la vida. En la población adolescente (12 a 19 años), la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad alcanza aproximadamente al 35.8% de este grupo etario. (INEC, 2018). Este fenómeno coexiste en muchos hogares

ecuatorianos con deficiencias de micronutrientes, configurando el fenómeno conocido como la doble carga de la malnutrición, con una tendencia ascendente en zonas urbanas y rurales por igual.

Consecuencias de la obesidad

Enfermedades metabólicas

El exceso de tejido adiposo visceral induce una liberación alterada de adipocinas e hipertrofia celular que promueve la resistencia a la insulina. Entre las principales complicaciones metabólicas asociadas se encuentran la Diabetes Mellitus Tipo 2 (cada vez más diagnosticada en edades tempranas), la enfermedad por hígado graso no alcohólico (MAFLD), la dislipidemia (caracterizada por hipertrigliceridemia y niveles bajos de HDL -C) y el síndrome metabólico (Purnell, 2023).

Enfermedades Cardiovasculares

La obesidad incrementa de manera directa la carga de trabajo cardíaco, favorece la disfunción endotelial y desencadena mecanismo de hipertensión arterial sistémica. A largo plazo, el exceso de adiposidad se asocia sólidamente con un mayor riesgo de desarrollar cardiopatía isquémica, hipertrofia ventricular izquierda, accidentes cerebrovasculares (ACV) y arritmias cardíacas desde etapas jóvenes de la vida (Powell-Wiley et al., 2021).

Impacto en Salud Pública

Más allá del compromiso biológico individual, la obesidad representa un desafío estructural para los sistemas de salud pública. Genera altos costos directos (atención médica, tratamientos farmacológicos y hospitalizaciones por enfermedades no transmisibles relacionadas) e indirectos (pérdida de productividad laboral, discapacidad prematura y reducción en la calidad de vida). Su alta prevalencia en jóvenes amenaza con sobrecargar la capacidad económica de los sistemas de atención de salud en las

próximas décadas si no se ejecutan estrategias oportunas de diagnóstico, prevención y control poblacional.

Obesidad en la adolescencia

Definición de la adolescencia

La adolescencia se concibe una fase de transición del desarrollo humano ubicada entre la infancia y la adultez, caracterizada por una compleja interacción de modificaciones biopsicosociales, cognitivas y afectivas. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024).

Asimismo, la adolescencia representa una ventana crítica para la adopción y consolidación de estilos de vida, incluyendo patrones alimentarios, actividad física y conductas de descanso. Los hábitos instaurados en este ciclo tienden a perpetuarse en la adultez, actuando como factores protectores o, por el contrario, como elementos de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles y alteraciones del estado nutricional, como el sobrepeso y la adiposidad excesiva (Norris et al., 2022a).

Cambios fisiológicos durante la adolescencia

Cambios hormonales

La maduración Somática durante la adolescencia se encuentra orquestada principalmente por la reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal, proceso desencadenado por el incremento en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), seguido por la síntesis de las hormonas luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH). Esta cascada endocrina induce la producción gonadal de esteroides sexuales (estrógenos en el sexo femenino y testosterona en el masculino), promoviendo la manifestación de los caracteres sexuales secundarios. Simultáneamente, el dinamismo entre los esteroides sexuales, la hormona del crecimiento (GH) y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) regula

el estirón puberal, la osificación y las variaciones anatómicas de la composición corporal (Desbrow et al., 2021; Norris et al., 2022)

Las fluctuaciones de estas hormonas determinan la proporción y redistribución de los tejidos corporales. En los varones, el predominio de testosterona estimula la síntesis proteica muscular y el desarrollo de la fuerza. En contraposición, los estrógenos en las mujeres coordinan la maduración reproductiva, la consolidación mineral de los huesos y el depósito fisiológico de tejido graso, acentuando el dimorfismo sexual morfológico. Cabe destacar que el ritmo y momento de inicio puberal presentan una marcada variabilidad interindividual. Por ello, la edad cronológica resulta insuficiente para estimar con precisión el estadio biológico, requiriéndose la consideración de esta heterogeneidad en la evaluación antropométrica de poblaciones adolescentes (Norris et al., 2022)

Cambios en la composición corporal

Las transformaciones en los compartimientos corporales durante la adolescencia reflejan la interacción entre factores biológicos (genéticos, hormonales y de maduración) y exógenos (nutrición y actividad física). Aunque el desarrollo puberal conlleva una ganancia absoluta en la masa grasa, muscular, ósea y libre de grasa, sus proporciones relativas no aumentan de forma lineal ni simétrica. En consecuencia, el peso corporal global resulta incapaz de reflejar por sí solo la distribución tisular interna (Norris et al., 2022)

El crecimiento óseo y el incremento de masa magra explican una fracción considerable del peso ganado. Sin embargo, la acumulación y la localización de la adiposidad varía significativamente; por ejemplo, dos individuos con dimensiones antropométricas similares de peso y talla pueden exhibir proporciones de adiposidad heterogéneas (Mateo-Orcajada et al., 2022)

Debido a que los índices pondero-estaturales como el IMC no logran diferenciar la masa libre de grasa de la masa adiposa, se vuelve pertinente el uso de métricas complementarias. En este marco, el análisis articulado del IMC frente a la Masa Grasa Relativa (MGR) que integra la circunferencia abdominal permite examinar de forma objetiva la correlación de ambos indicadores en la población adolescente ecuatoriana, sin suponer superioridad técnica entre ellos (Norris et al., 2022)

Diferencias según sexo

Las diferencias en la composición corporal entre niños y niñas pueden observarse desde etapas previas al inicio de la pubertad. (Ortega-Ávila et al., 2022) encontraron que las niñas con un IMC dentro de rangos normales presentaban un mayor porcentaje de grasa corporal que los niños, además de que se presentó una acumulación de leptina. Estas diferencias también se reflejan en la distribución del tejido adiposo. (Taylor et al., 2010) . también observaron que los niños presentaban una mayor acumulación relativa de grasa en el perímetro de cintura, mientras que las niñas presentaban una mayor distribución en la cadera y las extremidades. Estas diferencias se hacen más evidentes conforme avanza la maduración. (Žegleň et al., 2024). De esta manera, estos hallazgos muestran que el sexo constituye una variable relevante al momento de valorar la adiposidad durante el crecimiento y la adolescencia.

Factores asociados a la obesidad en adolescentes

La obesidad en la etapa adolescente constituye un fenómeno etiológico multifactorial que no puede explicarse únicamente a través del desequilibrio entre la ingesta calórica y el gasto energético. En su desarrollo intervienen determinantes biológicos, el ambiente familiar y social, así como las condiciones socioeconómicas, los cuales también favorecer la acumulación de tejido adiposo.(Jebeile et al., 2022)

Factores biológicos

La obesidad en los adolescentes también puede estar influenciada por variantes genéticas, el FTO es uno de los genes que más se destaca, además de otros genes como MC4R, TMEM18 y POMC (Yilmaz & Gezmen Karadağ, 2020). Estas variantes se relacionan con diferentes mecanismos biológicos como; la regulación del apetito, el balance energético, el metabolismo de la glucosa y los lípidos, por consecuencia puede aumentar al desarrollo de obesidad (Vourdoumpa et al., 2023) Sin embargo, la genética no actúa de manera aislada, sino que interactúa también con factores ambientales y conductuales (Vourdoumpa et al., 2023) De este modo, la predisposición biológica puede entenderse como un factor de vulnerabilidad que, al interactuar con condiciones que favorecen un balance energético positivo, puede contribuir a una mayor acumulación de tejido adiposo. (OMS, 2025)

Factores ambientales

Los factores ambientales pueden influir en el sobrepeso y la obesidad durante la adolescencia. Un entorno con poca disponibilidad de espacios para realizar actividad física, acceso limitado a alimentos saludables y mayor disponibilidad de productos de baja calidad nutricional, como alimentos procesados, snacks, y altos en azúcar puede influir en las elecciones diarias de los adolescentes. (Gonçalves et al., 2021) señalaron que el ambiente alimentario escolar puede influir en las elecciones de alimentos y relacionarse con el exceso de peso. De la misma forma (Malacarne et al., 2022) encontraron que la limitada disponibilidad de parques, aceras y espacios seguros puede dificultar la actividad física.

Por tal motivo, las características del entorno pueden facilitar o limitar la movilidad y favorecer comportamientos sedentarios; sin embargo, estos factores no determinan por sí solos el desarrollo de obesidad.

Factores socioeconómicos

Los factores socioeconómicos incluyen aspectos como la educación, los ingresos, la ocupación y las condiciones del hogar, los cuales pueden influir de manera indirecta en el desarrollo del sobrepeso y la obesidad. En varios estudios realizados en Europa, los niños y adolescentes pertenecientes a familias con menor nivel socioeconómico tendían a presentar una mayor adiposidad (Aceves-Martins et al., 2025) Por otro lado, en países latinoamericanos como México, algunos indicadores de mayor nivel socioeconómico se asociaron con una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes (Aceves-Martins et al., 2025) . Estos resultados muestran que la relación entre los factores socioeconómicos y la obesidad adolescente puede variar según el contexto social, económico y geográfico de cada población.

Evaluación antropométrica del estado nutricional

Importancia de la evaluación nutricional

La evaluación nutricional no depende de una única medición capaz de proporcionar toda la información sobre el estado nutricional. Para realizarla pueden utilizarse diferentes herramientas, entre ellas las medidas antropométricas, las curvas de crecimiento y los métodos de evaluación de la composición corporal (Sampaio et al., 2018) . Estas herramientas son especialmente importantes en niños y adolescentes, debido a que se encuentran en una etapa de crecimiento, mientras que las medidas antropométricas constituyen métodos relativamente sencillos y prácticos para evaluar el estado nutricional. Sin embargo, algunos indicadores antropométricos, como el IMC, presentan limitaciones para proporcionar información específica sobre la composición corporal. (Sampaio et al., 2018)

Métodos para evaluar la composición corporal

Para estudiar la composición corporal se pueden utilizar diferentes métodos, los cuales se clasifican en directos, indirectos y doblemente indirectos.

Los métodos directos se basan en la disección y el análisis de los tejidos corporales de cadáveres, lo que permite determinar de una forma directa masa magra, masa grasa. Si embargo por razones evidentes este procedimiento no se utiliza para evaluaciones clínicas o epidemiológicas en personas vivas. (Campa et al., 2021).

Métodos indirectos permiten estimar los diferentes componentes corporales a partir de propiedades físicas o químicas del organismo. Entre ellos se encuentran la hidrodensitometría o pesaje hidrostático, la pletismografía por desplazamiento de aire, la dilución isotópica con deuterio, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), la resonancia magnética y la tomografía computarizada. Estos métodos aportan información detallada sobre la composición corporal, no obstante, requieren equipos especializados, personal capacitado y mayores recursos económicos. (Campa et al., 2021)

Métodos doblemente indirectos, estos utilizan mediciones más accesibles y ecuaciones predictivas para estimar la composición corporal. Entre ellos se encuentran la antropometría, los pliegues cutáneos, la bioimpedancia eléctrica y ecuaciones antropométricas como la masa grasa relativa entre todas las ecuaciones. Estos métodos presentan ventajas para su aplicación en estudios poblacionales de modo que tienen un menor costo, fácil accesibilidad y facilidad de uso, sin embargo, sus estimaciones pueden variar según las características de la población y la ecuación utilizada. (Campa et al., 2021)

Indicadores antropométricos

Las medidas antropométricas permiten obtener información útil sobre las dimensiones corporales además contribuyen a la valoración del estado nutricional. Su utilidad radica en la facilidad de uso, además de que contribuyen a construir diferentes índices relacionados con el crecimiento y la adiposidad. (Alves Junior et al., 2017)

En el presente trabajo, las variables primarias corresponden al peso, la talla y el perímetro abdominal, para derivar el IMC y la MGR.

Peso corporal

Entre las principales medidas se encuentra el peso corporal, que representa la masa corporal total de una persona y se expresa generalmente en kilogramos. En niños y adolescentes, su interpretación adquiere mayor utilidad cuando se considera junto con la edad, el sexo y el proceso de crecimiento. En este estudio, el peso es una variable indispensable para el cálculo del IMC para la edad, actuando como término de comparación frente a la MGR. (Tarupi et al., 2020)

Talla

La talla corresponde a la altura corporal y constituye una medida importante durante la infancia y adolescencia, debido a que permite valorar la evolución del crecimiento. Su medición requiere un estadiómetro calibrado y la alineación del sujeto en el plano de Frankfurt. (Tarupi et al., 2020)

Circunferencia de cintura

La circunferencia de cintura es una medida antropométrica utilizada como aproximación de la adiposidad abdominal, constituye el insumo primario para el cálculo de la MGR, aportando una dimensión de distribución corporal ausente en el diseño del IMC. (Lee et al., 2022)

Ventajas de los indicadores antropométricos en estudios poblacionales

Los indicadores antropométricos presentan ventajas como el bajo costo, la facilidad de aplicación y su utilidad en estudios con poblaciones numerosas. A partir de medidas corporales sencillas, permitiendo obtener índices o ecuaciones que permitan aproximarse a la adiposidad corporal.

En comparación con métodos indirectos como la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), la antropometría requiere menos recursos tecnológicos y económicos, mientras que la DXA necesita equipos especializados y personal capacitado. Por tal motivo las mediciones antropométricas han sido utilizadas ampliamente en estudios poblacionales, especialmente cuando se requiere evaluar a un gran número de participantes. (Cerqueira et al., 2022)

Índice de Masa Corporal (IMC)

Definición del Índice de Masa Corporal

El Índice de Masa Corporal (IMC) es un indicador que calcula la masa corporal mediante la relación entre el peso expresado en kilogramos y la talla en metros elevada al cuadrado (Keys et al., 1972). Debido a su simplicidad, facilidad de aplicación y bajo costo, el IMC ha sido adoptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el criterio internacional de referencia para la identificación y clasificación del sobrepeso y la obesidad, tanto en la práctica clínica como en la vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con la nutrición.

Fórmula del IMC

El Índice de Masa Corporal (IMC) se calcula dividiendo el peso corporal, expresado en kilogramos (kg), entre el cuadrado de la talla, expresada en metros (m). Esta relación permite obtener un valor numérico que se utiliza como referencia para la evaluación del

estado nutricional en diferentes grupos poblacionales (Organización Mundial de la Salud)

La ecuación utilizada para el cálculo del IMC es la siguiente:

$$\text{IMC} = \frac{\text{talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}}{\text{peso (kg)}}$$

Donde: IMC: Índice de Masa Corporal, expresado en Kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2).

Peso: masa corporal del individuo, medida en kilogramos (kg).

Talla: estatura del individuo, medida en metros (m).

Para garantizar la precisión del cálculo, las mediciones de peso y talla deben obtenerse mediante procedimientos antropométricos estandarizados, utilizando equipos calibrados y técnicas de medición validadas. La correcta obtención de estas variables permite minimizar errores sistemáticos y mejorar la confiabilidad del indicador.

El cálculo del IMC constituye la base para la clasificación del estado nutricional en la población. En adultos, su interpretación se realiza mediante puntos de corte establecidos internacionalmente; mientras que, en niños y adolescentes, los valores se interpretan de acuerdo con la edad y el sexo mediante las referencias de crecimiento propuestas por la Organización Mundial de la Salud, aspecto que se desarrolla en el apartado siguiente.

Clasificación del estado nutricional mediante IMC

La interpretación del Índice de Masa Corporal (IMC) difiere según el grupo etario evaluado. En la población adulta, la Organización Mundial de la Salud establece puntos de corte fijos para clasificar el estado nutricional, independientemente de la edad y el sexo. De esta manera, un IMC entre 18.5 y 24.9 Kg/m^2 corresponde a un estado nutricional normal; valores entre 25.0 y 29.9 kg/m^2 indican sobrepeso, mientras que un IMC igual o superior a 30.0 kg/m^2 se clasifica como obesidad.

Sin embargo, estos puntos de corte no pueden aplicarse a la población infantil y adolescente, debido a que durante estas etapas ocurren importantes cambios fisiológicos relacionados con el crecimiento, la maduración sexual y la composición corporal. La velocidad de crecimiento y las diferencias entre hombres y mujeres modifican la relación entre el peso y la talla a lo largo del desarrollo, por lo que un mismo valor de IMC puede representar diferentes condiciones nutricionales dependiendo de la edad y del sexo. En consecuencia, la evaluación nutricional en adolescentes requiere criterios específicos que consideren estas variaciones biológicas.

Para la población de 5 a 19 años, la Organización Mundial de la Salud recomienda utilizar el Índice de Masa Corporal para la Edad (IMC/Edad), conocido internacionalmente como BMI-for-Age. Este indicador compara el IMC del individuo con una población de referencia de la misma edad y sexo mediante la utilización de puntuaciones Z o BMI-for-Age Z-score (BAZ). La puntuación Z expresa el número de desviaciones estándar que el IMC de un individuo se encuentra por encima o por debajo de la mediana de la población de referencia, permitiendo una valoración estandarizada del estado nutricional durante el crecimiento y desarrollo (OMS, 20007).

De acuerdo con los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud para población de 5 a 19 años, la clasificación del estado nutricional mediante BAZ se presenta en la siguiente tabla.

TABLA 1

Clasificación del estado nutricional según IMC para la edad (BAZ) en adolescentes

Estado nutricional	Puntuación Z (BAZ)
Bajo peso	< -2 DE
Normal	≥ -2 DE y $\leq +1$ DE
Sobrepeso	$> +1$ DE y $\leq +2$ DE
Obesidad	$> +2$ DE

Nota. Adaptado de la Organización Mundial de la Salud (2007).

En la presente investigación, la clasificación del estado nutricional se realizó mediante el cálculo del IMC para la edad utilizando el software WHO Antro Plus versión 1.0.4, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud para la evaluación antropométrica de niños y adolescentes de 5 a 19 años. Para ello, se emplearon las variables sexo, edad en meses, peso y talla registradas en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018). Posteriormente, los puntajes Z obtenidos permitieron clasificar a los adolescentes en las categorías de bajo peso, estado nutricional normal, sobrepeso y obesidad, de acuerdo con los criterios internacionales establecidos por la OMS.

Uso del IMC en estudios epidemiológicos

El Índice de Masa Corporal (IMC) constituye uno de los indicadores antropométricos más utilizados a nivel mundial para evaluar el estado nutricional de la población. Su amplia aceptación se debe a que permite identificar de manera estandarizada el sobrepeso y la obesidad mediante mediciones sencillas de peso y talla, lo que facilita su aplicación tanto en la práctica clínica como en estudios poblacionales de gran escala. Además, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo reconoce como el indicador de referencia para la vigilancia epidemiológica de la obesidad y de otras enfermedades no transmisibles relacionadas con el exceso de adiposidad.

Otra de las principales fortalezas del IMC radica en que su utilización estandarizada permite comparar la magnitud del sobrepeso y la obesidad entre diferentes países, regiones y grupos poblacionales. Gracias a la aplicación de criterios internacionales uniformes, los resultados obtenidos pueden emplearse para monitorear tendencias temporales, identificar poblaciones de riesgo y evaluar el impacto de las políticas públicas dirigidas a la prevención y control de la obesidad. Por esta razón, el IMC es

ampliamente utilizado por organismos internacionales, sistemas nacionales de salud e instituciones dedicadas a la investigación epidemiológica.

De la misma forma el IMC constituye el indicador antropométrico empleado en la mayoría de las encuestas nacionales de salud y nutrición desarrolladas en distintos países, entre ellas la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador (ENSANUT) y la National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de los Estados Unidos. Estas encuestas proporcionan información representativa sobre el estado nutricional de la población y permiten analizar la distribución del sobrepeso y la obesidad, así como su relación con diversos factores demográficos, sociales y de salud. Debido a su simplicidad, bajo costo y facilidad de obtención, el IMC continúa siendo una herramienta fundamental para la vigilancia nutricional y el desarrollo de investigaciones epidemiológicas a gran escala.

En la presente investigación, el Índice de Masa Corporal constituye el indicador antropométrico de referencia para evaluar el estado nutricional de los adolescentes ecuatorianos. A partir de este indicador se analizó su correlación con la Masa Grasa Relativa (MGR), con el propósito de determinar el grado de asociación que existe entre ambos métodos de evaluación de la adiposidad corporal y aportar evidencia sobre la utilidad de la MGR como una alternativa para la evaluación de la composición corporal en población adolescente.

Limitaciones del IMC en la evaluación de la adiposidad

A pesar de ser el indicador antropométrico más utilizado para la evaluación del estado nutricional, el Índice de Masa Corporal (IMC) presenta limitaciones importantes cuando se emplea para estimar la adiposidad corporal. Su principal restricción radica en que no mide directamente la cantidad de grasa corporal, sino que únicamente establece una relación entre el peso corporal y la talla. En consecuencia, el IMC

constituye un indicador indirecto de adiposidad, cuya interpretación puede no reflejar con precisión la composición corporal real de un individuo.

Otra limitación importante del IMC es que no diferencia los distintos componentes que conforman el peso corporal. Este indicador no distingue entre masa grasa, masa muscular, masa ósea y agua corporal, por lo que individuos con igual valor de IMC pueden presentar composiciones corporales completamente diferentes. Como resultado, personas con elevada masa muscular pueden ser clasificadas como con sobrepeso u obesidad, mientras que individuos con un porcentaje elevado de grasa corporal, pero con menor masa muscular, pueden ser clasificados dentro de rangos considerados normales.

Estas limitaciones adquieren mayor relevancia durante la adolescencia, etapa caracterizada por importantes cambios fisiológicos, hormonales y de crecimiento. Durante este periodo ocurren modificaciones continuas en la composición corporal, con diferencias marcadas entre hombres y mujeres en cuanto al desarrollo de la masa muscular y la acumulación de tejido adiposo. Debido a ello, el IMC puede presentar errores en la clasificación del estado nutricional, particularmente en adolescentes con elevada masa muscular o con alteraciones en la distribución de la grasa corporal, limitando su capacidad para reflejar el nivel real de adiposidad.

Adicionalmente, el IMC no proporciona información sobre la distribución del tejido adiposo en el organismo. La localización de la grasa corporal, especialmente la acumulación de grasa abdominal o visceral constituye un factor estrechamente relacionado con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 y otras alteraciones metabólicas. Sin embargo, este indicador no permite identificar la distribución de la grasa corporal ni estimar el riesgo cardio metabólico asociado a la

adiposidad central, por lo que su capacidad para evaluar el riesgo individual resulta limitada.

Debido a estas limitaciones, en los últimos años se han desarrollado nuevos indicadores antropométricos orientados a estimar de manera más precisa la adiposidad corporal utilizando mediciones simples y accesibles. Entre ellos destaca la Masa Grasa Relativa (MGR), un indicador basado en la relación entre la talla y la circunferencia de cintura que ha demostrado una mejor concordancia con métodos de referencia para la estimación del porcentaje de grasa corporal. Por esta razón, la MGR ha despertado un creciente interés como una alternativa al IMC en estudios clínicos y epidemiológicos, especialmente en poblaciones donde la evaluación precisa de la adiposidad resulta fundamental, como ocurre durante la adolescencia.

Masa Grasa Relativa (MGR)

Definición de la Masa Grasa Relativa

La Masa Grasa Relativa (MGR), conocida internacionalmente como Relative Fat Mass (RFM), es un indicador antropométrico desarrollado para estimar el porcentaje de grasa corporal total de una persona mediante mediciones simples y de fácil aplicación. Este método constituye una alternativa práctica para la evaluación de la composición corporal, permitiendo estimar de forma indirecta el porcentaje de grasa corporal a partir de variables antropométricas simples y fácilmente obtenibles (Woolcott & Bergman, 2019).

La MGR fue desarrollada con el propósito de superar algunas de las limitaciones del Índice de Masa Corporal (IMC), ampliamente empleado para la clasificación del estado nutricional, aunque el IMC es una herramienta útil para la vigilancia epidemiológica, presenta la desventaja de no diferenciar entre masa grasa y masa libre de grasa, lo que puede generar errores en la identificación del sobrepeso y la obesidad. Esta limitación

es especialmente relevante en poblaciones pediátricas y adolescentes, donde los cambios propios del crecimiento y desarrollo influyen en la composición corporal (Woolcott & Bergman, 2019).

La necesidad de contar con métodos que permitan una estimación más precisa de la grasa corporal surge debido a que un exceso de adiposidad se asocia con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y otras condiciones relacionadas con la salud desde edades tempranas. En este contexto, la MGR proporciona una estimación más cercana de la grasa corporal real, contribuyendo a una mejor evaluación del riesgo asociado al exceso de tejido adiposo (Woolcott & Bergman, 2019).

Para su cálculo, la MGR utiliza como variables principales la talla, la circunferencia de cintura y el sexo, parámetros que permiten estimar el porcentaje de grasa corporal de manera sencilla y accesible. Debido a estas características, este indicador ha sido considerado una herramienta útil para la evaluación de la adiposidad y para la identificación de individuos con mayor riesgo de presentar sobrepeso u obesidad (Woolcott & Bergman, 2019).

Desarrollo del indicador MGR

La Masa Grasa Relativa (MGR), conocida internacionalmente como Relative Fat Mass (RFM), fue desarrollada por los investigadores Orison O. Woolcott y Richard N. Bergman como una alternativa antropométrica al Índice de Masa Corporal (IMC) para la estimación de la adiposidad corporal (Woolcott & Bergman, 2019).

Su desarrollo surgió ante la necesidad de contar con un método más preciso para evaluar el porcentaje de grasa corporal, considerando que el IMC presenta limitaciones importantes al no diferenciar entre masa grasa y masa libre de grasa. Como consecuencia, este indicador puede generar errores en la clasificación del sobrepeso y la obesidad, especialmente durante la niñez y la adolescencia, etapas caracterizadas por

importantes cambios en el crecimiento y la composición corporal (Woolcott & Bergman, 2019).

La propuesta de la MGR se fundamentó en la búsqueda de un indicador simple, económico y de fácil aplicación clínica que permitiera estimar de manera más exacta la grasa corporal total. Este interés se originó debido a la evidencia científica que relaciona el exceso de adiposidad con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, alteraciones metabólicas, morbilidad y mortalidad desde edades tempranas (Woolcott & Bergman, 2019).

Para el desarrollo y validación del indicador, los investigadores utilizaron información procedente de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (NHANES), que incluyó una muestra de más de diez mil participantes de diferentes grupos etarios. Los resultados obtenidos mediante la MGR fueron contrastados con mediciones de composición corporal realizadas mediante absorciometría de rayos X de doble energía (DXA), considerada uno de los métodos de referencia para la determinación del porcentaje de grasa corporal (Woolcott & Bergman, 2019).

Los resultados demostraron que la relación talla/circunferencia de cintura presentaba una mayor capacidad predictiva de adiposidad corporal y una mejor concordancia con las mediciones obtenidas mediante DXA que el Índice de Masa Corporal. Sobre esta base, se desarrollaron ecuaciones específicas por sexo que permitieron estimar el porcentaje de grasa corporal utilizando únicamente variables antropométricas simples y fácilmente obtenibles en la práctica clínica y en estudios poblacionales. La selección de la relación talla/ circunferencia de cintura se fundamentó en evidencia previa que demostraba una asociación más estrecha entre este indicador y la adiposidad corporal

total en comparación con indicadores basados exclusivamente en el peso corporal (Woolcott & Bergman, 2019).

La capacidad de la MGR para estimar el porcentaje de grasa corporal ha mostrado resultados variables según el sexo, la edad y la población evaluada. Por tanto, no puede afirmarse una superioridad uniforme frente al IMC ni su utilización diagnóstica sin validación específica.(Woolcott & Bergman, 2019).

Fórmula de la Masa Grasa Relativa

La Masa Grasa Relativa (MGR) es un indicador antropométrico desarrollado para estimar el porcentaje de grasa corporal total mediante la relación entre la talla y la circunferencia de cintura.

Este método fue propuesto por Woolcott y Bergman como una alternativa al Índice de Masa Corporal (IMC), con el objetivo de proporcionar una estimación más precisa de la adiposidad corporal utilizando mediciones simples, accesibles y de bajo costo (Woolcott & Bergman, 2019).

Para su aplicación, los autores desarrollaron ecuaciones específicas según el sexo y la etapa de desarrollo, considerando las diferencias fisiológicas y de composición corporal existentes entre hombres y mujeres. (Woolcott & Bergman, 2019).

En adolescentes de 15 a 19 años y en población adulta, las ecuaciones propuestas son las siguientes:

Hombres: $MGR = 64 - (20 \times \text{talla} / \text{circunferencia de cintura})$

Mujeres: $MGR = 76 - (20 \times \text{talla} / \text{circunferencia de cintura})$

Por otra parte, para niños y adolescentes entre 8 y 14 años se desarrolló una ecuación específica denominada Masa Grasa Relativa Pediátrica (MGRp o RFMp), expresada de la siguiente manera:

Niños y adolescentes (8 – 14 años): $MGR_p = 74 - (22 \times \text{talla} / \text{circunferencia de cintura}) + (5 \times \text{sexo})$

Donde el sexo se codifica como 0 para hombres y 1 para mujeres.

Las variables incluidas en estas ecuaciones corresponden a la talla, definida como la estatura del individuo medida en posición de pie, y a la circunferencia de cintura, obtenida mediante la medición del perímetro abdominal a nivel de la parte superior de la cresta ilíaca al final de una espiración normal. Para garantizar la correcta aplicación de las fórmulas, tanto la talla como la circunferencia de cintura deben expresarse en las mismas unidades de medida, ya sea centímetros o metros.

La interpretación de la MGR se basa en que valores más elevados reflejan una mayor proporción de grasa corporal, mientras que valores inferiores indican una menor adiposidad. Debido a su simplicidad metodológica y a la buena concordancia reportada con métodos de referencia para la estimación de grasa corporal, este indicador ha sido ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos y de evaluación nutricional en distintas poblaciones.

En la presente investigación, la Masa Grasa Relativa fue estimada mediante las ecuaciones propuestas por Woolcott y Bergman, utilizando las variables talla, circunferencia de cintura y sexo registradas en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018). Este indicador permitió obtener una estimación indirecta del porcentaje de grasa corporal de los adolescentes incluidos en el estudio. Los valores de MGR calculados fueron empleados para evaluar la adiposidad corporal y analizar su relación con el Índice de Masa Corporal (IMC), con el fin de determinar el grado de asociación entre ambos indicadores antropométricos en adolescentes ecuatorianos.

Interpretación y valores de referencia de la Masa Grasa Relativa en adolescentes

La Masa Grasa Relativa permite obtener una estimación indirecta del porcentaje de grasa corporal; sin embargo, su interpretación en niños y adolescentes debe considerar la edad y el sexo, debido a los cambios en la composición corporal que ocurren durante el crecimiento y la maduración puberal. A diferencia del IMC para la edad, la MGR pediátrica no dispone actualmente de categorías diagnósticas universalmente aceptadas para clasificar grasa corporal como baja, adecuada o elevada. Woolcott & Bergman, 2019) utilizaron valores diferenciados por edad y sexo para comparar la capacidad de la MGR con otros indicadores en la identificación del sobrepeso y la obesidad definidos mediante el porcentaje de grasa corporal medido por DXA.

TABLA 2

Valores de MGR utilizados como referencia en población de 8 a 19 años

Grupo etario	Sexo	Sobrepeso según MGR	Obesidad según MGR
8-14 años	Femenino	40,0-43,9 %	≥ 44,0 %
8-14 años	Masculino	34,5-39,2 %	≥ 39,3 %
15-19 años	Femenino	42,3-46,1 %	≥ 46,2 %
15-19 años	Masculino	28,6-32,8 %	≥ 32,9 %

Nota. Adaptado de Woolcott y Bergman (2019).

La literatura consultada no establece categorías universalmente aceptadas de grasa baja o adecuada mediante MGR para adolescentes. Por esta razón, los valores inferiores al umbral de sobrepeso no se interpretaron en este estudio como una categoría diagnóstica de grasa adecuada.

Nota. Los valores corresponden a los percentiles 85 y 95 de la MGR en la población estadounidense de la NHANES 1999-2006 estudiada por Woolcott & Bergman (2019). Fueron utilizados por los autores para comparar la clasificación del sobrepeso y la obesidad definidos mediante el porcentaje de grasa corporal medido por DXA. Los

autores señalaron expresamente que estos umbrales fueron seleccionados con fines comparativos y que no pretendían establecer puntos de corte diagnósticos definitivos. Estudios posteriores han evaluado la validez de las ecuaciones de MGR en otras poblaciones adolescentes, con resultados heterogéneos, (Ripka et al., 2020) al analizar 631 adolescentes brasileños de 11 a 18 años mediante DXA, encontraron que la MGR subestimó el porcentaje de grasa corporal y presentó una sensibilidad inferior a otros indicadores, por lo que recomendaron investigar factores de corrección específicos para cada población. De igual manera, (Encarnação et al., 2021), en adolescentes brasileños de 15 a 19 años, no encontraron una validez uniforme de la MGR para estimar el porcentaje de grasa corporal. Por su parte, (de Almeida-Neto et al., 2023) observaron que el desempeño de la MGR pediátrica también puede variar según la etapa de maduración biológica.

Hasta la actualidad no se han identificado puntos de corte de MGR validados específicamente en adolescentes ecuatorianos. Por esta razón, los valores presentados en la Tabla 2 se incluyen como referencias disponibles en la literatura científica y no como criterios diagnósticos definitivos aplicables a los adolescentes incluidos en la ENSANUT 2018. En la presente investigación, la MGR fue tratada como una variable cuantitativa continua para analizar su correlación con el IMC y sus diferencias entre las categorías de estado nutricional definidas mediante BAZ.

Aplicación de la MGR en estudios científicos

Diversas investigaciones han evaluado la utilidad de la Masa Grasa Relativa para estimar el porcentaje de grasa corporal en niños y adolescentes. (Woolcott & Bergman, 2019) evaluaron este indicador mediante comparación con DXA en población estadounidense y encontraron resultados favorables; sin embargo, presentaron diferencias según la edad y el sexo.

Este indicador fue desarrollado principalmente en adultos, posteriormente se estudió su aplicación en población pediátrica, proponiendo así una ecuación específica para este grupo. La aplicación de la MGR en otras poblaciones demostró que el comportamiento puede variar. En un estudio en población brasileña (Encarnação et al., 2022) encontraron una correlación entre la MGR y el porcentaje de grasa corporal, sin embargo, no cumplió todos los criterios establecidos para considerarla válida en esa población.

Aún existe información limitada sobre su comportamiento en poblaciones adolescentes de América Latina y particularmente en Ecuador, lo que justifica la necesidad de investigar su relación con indicadores ampliamente utilizados como el Índice de Masa Corporal en adolescentes ecuatorianos.

Ventajas de la MGR frente al IMC

La Masa Grasa Relativa (MGR) presenta ventajas frente al Índice de Masa Corporal (IMC) como indicador de adiposidad corporal. Mientras el IMC se calcula a partir de la relación entre el peso y la talla, sin diferenciar la masa grasa de la masa libre de grasa, la MGR fue desarrollada específicamente para estimar el porcentaje de grasa corporal total, proporcionando una aproximación más directa a la composición corporal del individuo. (Woolcott & Bergman, 2019).

Adicionalmente, la MGR no requiere la medición del peso corporal para su cálculo, lo que facilita su aplicación en estudios de campo, comunidades rurales o contextos donde no se dispone de equipamiento antropométrico completo (Woolcott & Bergman, 2019). En conjunto, estas ventajas han posicionado a la MGR como una alternativa prometedora para la evaluación de la adiposidad corporal, especialmente en poblaciones donde se requieren métodos prácticos y accesibles para la identificación temprana de individuos con mayor riesgo asociado al exceso de grasa corporal.

Relación entre indicadores antropométricos y adiposidad corporal

Indicadores para estimar grasa corporal

La evaluación de la grasa corporal constituye un componente fundamental de la valoración del estado nutricional, ya que permite identificar el grado de adiposidad de un individuo y estimar el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas y cardiovasculares asociadas al exceso de tejido adiposo (Suthahar et al., 2025). Debido a que la cantidad y la distribución de la grasa corporal se relacionan estrechamente con el riesgo para la salud, en las últimas décadas se han desarrollado diversos indicadores y métodos destinados a estimar la composición corporal en diferentes grupos poblacionales.

Entre los indicadores antropométricos más utilizados para estimar la adiposidad corporal se encuentran el Índice de Masa Corporal (IMC), la circunferencia de cintura, la relación cintura-estatura (RCE), la relación cintura- cadera (RCC), el índice de adiposidad corporal (BAI) y, más recientemente, la Masa Grasa Relativa (MGR) (Woolcott & Bergman, 2019). Cada uno de estos indicadores presenta ventajas y limitaciones relacionadas con las variables que incorpora, la facilidad de aplicación y su capacidad para estimar la grasa corporal o la distribución del tejido adiposo. Por esta razón, la selección del indicador depende del objetivo de la evaluación, de las características de la población estudiada y de los recursos disponibles.

En la población adolescente, la estimación de la grasa corporal adquiere especial importancia debido a los cambios fisiológicos propios del crecimiento y la maduración sexual, los cuales modifican la composición corporal y la distribución del tejido adiposo. En consecuencia, la utilización de indicadores antropométricos válidos resulta indispensable para evaluar adecuadamente la adiposidad y detectar tempranamente

alteraciones del estado nutricional. En este contexto, el análisis comparativo entre diferentes indicadores ha cobrado creciente interés, especialmente entre el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa, debido a sus diferencias en la estimación de la adiposidad corporal (Cho et al., 2025)

Comparación entre IMC y otros indicadores

La evaluación de la adiposidad corporal puede realizarse mediante diversos indicadores antropométricos, cada uno con características particulares relacionadas con las variables que incorpora, la facilidad de aplicación y la precisión con la que estima la grasa corporal. Entre los indicadores más utilizados se encuentran el Índice de Masa Corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC), la relación cintura – estatura (RCE), la relación cintura- cadera (RRC), el Índice de Adiposidad Corporal (BAI) y la Masa Grasa Relativa (MGR). Todos ellos constituyen herramientas útiles para la valoración nutricional; sin embargo, presentan diferencias importantes en cuanto a su capacidad para reflejar la adiposidad y el riesgo cardiometabólico (Suthahar et al., 2025) .

El IMC continúa siendo el indicador más utilizado en la práctica clínica y en estudios epidemiológicos debido a su simplicidad y facilidad de cálculo. No obstante, al considerar únicamente el peso y la talla, no permite distinguir entre masa grasa y masa libre de grasa, lo que puede conducir a errores en la clasificación del estado nutricional, especialmente en individuos con elevada masa muscular o con distribución anormal del tejido adiposo (OMS, 2025; Suthahar et al., 2025).

Por otra parte, indicadores como la circunferencia de cintura, la relación cintura-estatura y la relación cintura- cadera incorporan mediciones relacionadas con la adiposidad abdominal, proporcionando información sobre la distribución del tejido adiposo y el riesgo cardiometabólico. Sin embargo, estos indicadores no estiman

directamente el porcentaje de grasa corporal total, por lo que su utilidad depende del objetivo específico de la evaluación.

En los últimos años, la Masa Grasa Relativa ha despertado un creciente interés debido a que combina la talla y la circunferencia de cintura para estimar indirectamente el porcentaje de grasa corporal. Diversos estudios han demostrado que este indicador presenta una mejor concordancia con métodos de referencia como la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) que el IMC, lo que lo convierte en una alternativa prometedora para la evaluación de la adiposidad corporal (Woolcott & Bergman, 2019)

Evidencia científica sobre la relación entre IMC y MGR

La relación entre el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa ha sido objeto de creciente interés debido a la necesidad de identificar indicadores antropométricos que estimen con mayor precisión la adiposidad corporal. Aunque ambos métodos se utilizan para valorar el estado nutricional, presentan diferencias importantes en las variables que consideran y en la información que proporcionan sobre la composición corporal.

Los estudios desarrollados por Woolcott y Bergman demostraron que la MGR presenta una mayor concordancia con el porcentaje de grasa corporal determinado mediante DXA que el IMC, reduciendo los errores de clasificación relacionados con el diagnóstico de sobrepeso y obesidad. Estos hallazgos evidencian que ambos indicadores mantienen una asociación positiva; sin embargo, la MGR proporciona una estimación más cercana de la adiposidad corporal real.

Posteriormente, (Cho et al) evaluaron la relación entre la MGR y diferentes compartimentos de grasa abdominal en adolescentes, observando asociados significativos con el tejido adiposo visceral, subcutáneo y abdominal total. Además, demostraron que la MGR mantiene un buen desempeño en adolescentes con diferentes

categorías de IMC, lo que respalda su utilidad como complemento del IMC en la evaluación nutricional de población juvenil.

En conjunto, la evidencia científica disponible sugiere que existe una relación estrecha entre el IMC y la MGR; sin embargo, ambos indicadores no son equivalentes. Mientras el IMC constituye un marcador del peso relativo respecto a la talla, la MGR estima de manera más específica el porcentaje de grasa corporal mediante la incorporación de la circunferencia de cintura. Estas diferencias justifican la necesidad de analizar el grado de asociación entre ambos indicadores en adolescentes ecuatorianos, objetivo central de la presente investigación.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018)

Descripción de la ENSANUT

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018 constituye la principal operación estadística del Ecuador destinada a generar información representativa sobre las condiciones de salud, nutrición, alimentación y factores asociados de la población ecuatoriana. Su ejecución estuvo a cargo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en coordinación con el Ministerio de Salud Pública (MSP), con el propósito de proporcionar evidencia científica que contribuya al diseño, implementación y evaluación de políticas públicas orientadas al mejoramiento del estado de salud y nutrición de la población. La encuesta fue desarrollada entre los años 2018 y 2019, bajo una metodología estandarizada que garantiza la calidad, confiabilidad y comparabilidad de la información recolectada.

La ENSANUT 2018 posee cobertura nacional, incluyendo población residente en las regiones Costa, Sierra, Amazonía e Insular, tanto en áreas urbanas como rurales. Su diseño muestral corresponde a un muestreo probabilístico, estratificado, multietápico y por conglomerados, lo que permite obtener estimaciones representativas para diferentes

niveles geográficos y grupos poblacionales del país. Este diseño asegura la validez estadística de los resultados y posibilita la realización de análisis comparativos entre regiones y características sociodemográficas de la población.

En la presente investigación se utilizaron los datos secundarios de la ENSANUT 2018 correspondientes a la población adolescente. La selección de esta base de datos se fundamenta en su representatividad nacional, la calidad metodológica del proceso de recolección de información y la disponibilidad de las variables antropométricas necesarias para el cálculo del Índice de Masa Corporal y de la Masa Grasa Relativa, permitiendo analizar la relación entre ambos indicadores en adolescentes ecuatorianos. (INEC,2019).

Objetivos de la ENSANUT

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018 tuvo como objetivo general recolectar información estadística representativa sobre las condiciones de salud y nutrición de la población ecuatoriana, mediante la obtención de indicadores relacionados con los principales problemas de salud, el estado nutricional, la alimentación y diversos factores asociados. La información recopilada permite conocer la situación de salud de la población y constituye un insumo para la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de políticas públicas orientadas a mejorar las condiciones de salud y nutrición en el país.

Entre sus objetivos específicos se incluyó la generación de información sobre la salud materna, infantil y reproductiva; el estado nutricional de los diferentes grupos etarios; el consumo y las prácticas alimentarias; la actividad física; las enfermedades crónicas no transmisibles; el acceso y la utilización de los servicios de salud, así como otros factores demográficos, sociales y económicos relacionados con las condiciones de salud de la población. Asimismo, la encuesta permitió obtener indicadores que contribuyen a

identificar desigualdades y diferencias en la situación de salud y nutrición según las características sociodemográficas y territoriales de la población ecuatoriana. De esta manera, los resultados de la encuesta contribuyen al fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica y nutricional y apoyan la toma de decisiones en los diferentes niveles de gestión pública.

En el contexto de la presente investigación, la ENSANUT 2018 proporciona información antropométrica y sociodemográfica relevante para el análisis de la población adolescente ecuatoriana. La disponibilidad de variables como el peso, la talla, la circunferencia de cintura, la edad y el sexo permite calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) y la Masa Grasa Relativa (MGR), así como analizar la relación entre ambos indicadores. Por tanto, la utilización de esta base de datos posibilita generar evidencia sobre la evaluación de la adiposidad corporal en adolescentes a partir de información con representatividad nacional (INEC, 2019).

Importancia de la ENSANUT en investigación en salud

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) constituye una fuente oficial de información estadística para el análisis de las condiciones de salud, nutrición y bienestar de la población ecuatoriana. Debido a su cobertura nacional y a la aplicación de procedimientos metodológicos estandarizados, sus resultados permiten obtener indicadores representativos sobre diversos problemas de salud y nutrición, así como identificar diferencias según características demográficas, sociales y territoriales. De esta manera, la información generada por la ENSANUT contribuye al monitoreo de la situación sanitaria y nutricional del país y proporciona evidencia relevante para la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas orientadas a mejorar las condiciones de salud de la población. (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2022)

Además de su utilidad para la planificación y vigilancia en salud pública, la información generada por la ENSANUT constituye una fuente importante para el desarrollo de investigaciones científicas. La disponibilidad de datos poblacionales permite analizar la frecuencia y distribución de diferentes condiciones de salud, identificar factores asociados y estudiar las relaciones existentes entre variables demográficas, sociales, nutricionales y antropométricas. En este sentido, las bases de datos de la ENSANUT favorecen la generación de evidencia científica basada en información representativa de la población ecuatoriana y permiten ampliar el conocimiento sobre los principales problemas de salud y nutrición presentes en el país.

La utilidad científica de los datos obtenidos mediante las encuestas ENSANUT se evidencia en estudios publicados en revistas internacionales. (Pérez-Galarza et al., 2021) Mediante el análisis de datos de la ENSANUT-ECU 2012, evaluaron la prevalencia de sobrepeso, la obesidad y el síndrome metabólico, así como su relación con diferentes características sociodemográficas en la población adulta ecuatoriana. Los resultados de esta investigación permitieron aportar evidencia sobre la magnitud y distribución de estos problemas de salud en Ecuador, demostrando el potencial de las bases de datos nacionales para el desarrollo de estudios epidemiológicos y el análisis de factores asociados a enfermedades crónicas no transmisibles.

En el contexto de la presente investigación, la ENSANUT 2018 constituye una fuente de información relevante debido a la disponibilidad de variables antropométricas y sociodemográficas necesarias para el estudio de la población adolescente ecuatoriana. La utilización de datos secundarios procedentes de esta encuesta permite analizar la relación entre el Índice de Masa Corporal (IMC) y la Masa Grasa Relativa (MGR) a partir de información con cobertura y representativas nacionales. Por tanto, el uso de la ENSANUT contribuye a generar evidencia sobre la evaluación de la adiposidad

corporal en adolescentes y aporta información que puede ser útil para futuras investigaciones y estrategias de vigilancia nutricional en Ecuador.

Variables antropométricas disponibles en ENSANUT 2018

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018 incorporó un componente de antropometría diseñado para evaluar el estado nutricional de la población ecuatoriana mediante la obtención de mediciones corporales realizadas bajo procedimientos estandarizados. Las mediciones fueron efectuadas por personal previamente capacitado, siguiendo protocolos de estandarización y control de calidad que garantizaron la precisión y confiabilidad de los datos recolectados. Estas mediciones constituyen la base para la construcción de indicadores antropométricos utilizados en la vigilancia nutricional y en el desarrollo de investigaciones epidemiológicas (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022)

Entre las principales variables antropométricas registradas en la ENSANUT 2018 se encuentran el peso corporal, la talla, la edad y el sexo de los participantes. A partir de estas variables se construyeron diferentes índices antropométricos, entre ellos el índice de masa corporal para la edad (IMC/Edad), calculado mediante las referencias de crecimiento propuestas por la Organización Mundial de la Salud y expresado en puntuaciones Z para la población infantil y adolescente. Estos indicadores permitieron clasificar el estado nutricional de los participantes y evaluar la presencia de alteraciones relacionadas con la malnutrición por déficit o por exceso (INEC, 2022).

En el caso específico de los adolescentes, la base de datos de la ENSANUT 2018 dispone de las variables necesarias para calcular otros indicadores antropométricos utilizados en la evaluación de la adiposidad corporal. La disponibilidad de información sobre peso, talla, circunferencia de cintura, edad y sexo permite estimar tanto el Índice de Masa Corporal (IMC) como la Masa Grasa Relativa (MGR), favoreciendo la

comparación entre ambos indicadores y el análisis de su comportamiento en esta población (INEC, 2022)

En el caso específico de los adolescentes, la base de datos de la ENSANUT 2018 dispone de las variables necesarias para calcular otros indicadores antropométricos utilizados en la evaluación de la adiposidad corporal. La disponibilidad de información sobre peso, talla, circunferencia de cintura, edad y sexo permite estimar tanto el Índice de Masa Corporal (IMC) como la Masa Grasa Relativa (MGR), favoreciendo la comparación entre ambos indicadores y el análisis de su comportamiento en esta población.

En la presente investigación se utilizaron las variables antropométricas disponibles en la ENSANUT 2018 correspondientes al peso corporal, la talla, la circunferencia, la edad y el sexo de los adolescentes incluidos en la muestra. Estas variables permitieron calcular el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa, así como analizar la relación existente entre ambos indicadores antropométricos en adolescentes ecuatorianos, objetivo central de este estudio.

Importancia del estudio en adolescentes ecuatorianos

Vacíos de conocimiento en la literatura

La evaluación de la adiposidad corporal en adolescentes es compleja debido a las fluctuaciones hormonales, fisiológicas y morfológicas propias del desarrollo poblacional. Si bien el Índice de Masa Corporal (IMC) es la herramienta más difundida en contextos epidemiológicos y clínicos, su imposibilidad para discriminar la masa grasa de la masa libre de grasa limita su capacidad diagnóstica en esta etapa crítica, condicionando variaciones según edad y sexo (Hudda et al., s. f.; Orsso et al., 2020)

Frente a esta limitación, han emergido alternativas como la Masa Grasa Relativa (MGR) basada en la relación entre talla y circunferencia de cintura-para estimar de forma

indirecta el porcentaje de grasa. El uso de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018) permite subsanar este vacío de conocimiento mediante el análisis de datos antropométricos estandarizados a nivel del país, aportando evidencia científica sobre la utilidad de la MGR como una herramienta complementaria para la evaluación nutricional en el Ecuador.

Relevancia epidemiológica en Ecuador

El sobrepeso y la obesidad representan un problema crítico de salud pública en Ecuador debido a su creciente prevalencia en todos los grupos etarios. En la adolescencia, esta condición reviste singular gravedad, pues los cambios acelerados en la composición corporal coinciden con la consolidación de estilos de vida que tienden a perdurar en la adultez, incrementando el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) a largo plazo (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022)

Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), la malnutrición por exceso muestra disparidades significativas según sexo, edad, etnia y área geográfica (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022).

Contribución científica del estudio

El presente estudio tiene una contribución científica al aportar evidencia sobre el comportamiento de la masa grasa relativa, en adolescentes ecuatorianos.

Esta ecuación fue estudiada en una población estadounidense como primer lugar, después fue estudiada en otros grupos poblacionales, por el cual surge la importancia de analizar el comportamiento fuera de la población original. (Woolcott & Bergman, 2019)

El indicador fue evaluado en una población brasileña, en el cual presento diferencias en su capacidad para estimar el porcentaje de grasa corporal, en comparación con DXA.

Es por ello por lo que los autores señalaron la importancia de considerar las

características de diferentes poblaciones para utilizar esta ecuación antropométrica. (Ripka et al., 2021). Es por ello por lo que la presente investigación puede aportar información sobre el comportamiento de la MGR frente al IMC en adolescentes ecuatorianos, y además generar antecedentes para futuras investigaciones. Sin embargo, este estudio no pretende sustituir al IMC en los estudios epidemiológicos donde es mas utilizado, más bien explorar la utilidad de la MGR como un indicador antropométrico complementario y que sea igual de fácil aplicación.

Planteamiento del problema

A nivel mundial, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en población adolescentes sigue representando un problema de salud pública. Una revisión sistemática y metaanálisis que fue realizada en 154 países encontró que 1 de cada 5 niños y adolescentes presentan exceso de peso. Además, la prevalencia de obesidad fue 1,5 veces mayor durante el periodo 2012 a 2023 en comparación de los años 2000 a 2011, por el cual se observaron diferencias que se relacionan con los factores individuales, conductuales, ambientales y socioculturales. (Zhang et al., 2024) .

En el contexto ecuatoriano, esta problemática también está presente. Un estudio basado en los datos de la ENSANUT 2018 , en el cual incluyo a 11980 niños y adolescentes de edad comprendida de 5 a 17, encontró una prevalencia de obesidad del 12.7%. Los resultados también mostraron diferencias relacionadas con el nivel socioeconómico, la región de residencia, la actividad física y hábitos alimentarios (López-Gil et al., 2025). Particularmente en el contexto local, estudios recientes realizados en la provincia de Imbabura evidencian la presencia de sobrepeso y obesidad en población adolescente. En Otavalo, un estudio realizado en 89 adolescentes de 14 a 18 años encontró que el 20% presentaba sobrepeso y obesidad, también en Ibarra una investigación que se desarrolló con 74 adolescentes encontró una prevalencia de sobrepeso y obesidad con un 29,7 %, lo que indica que existe exceso de peso en adolescentes de diferentes localidades. (Meneses et al., 2025)

En este sentido la obesidad durante la adolescencia presenta un origen multifactorial, en el que pueden interactuar factores biológicos, conductuales, ambientales y socioeconómicos, favoreciendo a la acumulación del tejido adiposo. (Jebeile et al., 2022) . Ante esta situación las consecuencias para la salud actual y futura están presentes, entre ellas pueden llegar a ser resistencia a la insulina, hipertensión,

dislipidemia y un mayor riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas durante la vida adulta. (Kelly et al., 2024) .

Por lo tanto, ante esta problemática, el presente estudio no pretende sustituir al IMC ni establecer un indicador sobre otro, sino aportar un complemento a un indicador ampliamente utilizado. En este contexto se plantea la siguiente pregunta de investigación.

Pregunta general

¿Cuál es la correlación entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos a partir de los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018?

Preguntas específicas

1. ¿Cuáles son las características sociodemográficas de los adolescentes ecuatorianos evaluados en la ENSANUT 2018?
2. ¿Cuál es el estado nutricional de los adolescentes ecuatorianos según el Índice de Masa Corporal para la edad?
3. ¿Cuál es la estimación de la adiposidad corporal mediante la Masa Grasa Relativa en los adolescentes ecuatorianos incluidos en la ENSANUT 2018?
4. ¿Cuál es el grado y la dirección de la correlación entre la Masa Grasa Relativa y el Índice de Masa Corporal en esta población?

Objetivos

Objetivo General

Determinar la correlación entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos utilizando los datos de la ENSANUT 2018.

Objetivos específicos

1. Determinar las características sociodemográficas de los adolescentes ecuatorianos en base a la ENSANUT 2018.
2. Evaluar la composición corporal mediante la masa grasa relativa (MGR) en adolescentes ecuatorianos en base a la ENSANUT 2018.
3. Analizar el estado nutricional mediante el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos en base a la ENSANUT 2018.
4. Correlacionar el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa en adolescentes ecuatorianos en base a la ENSANUT 2018.

Hipótesis

Con base en los antecedentes científicos y en el objetivo general del estudio, se planteó como hipótesis la existencia de una correlación estadísticamente significativa entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos incluidos en la base de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018).

Hipótesis nula (H_0): No existe correlación estadísticamente significativa entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos incluidos en la base de datos de la ENSANUT 2018.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación estadísticamente significativa entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos incluidos en la base de datos de la ENSANUT 2018.

Metodología

Diseño y tipo de estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional y no experimental, de corte transversal y carácter retrospectivo, con un alcance correlacional. Se utilizaron datos secundarios provenientes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), con el objetivo de analizar la correlación entre el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa en adolescentes ecuatorianos.

Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por 60.630 registros correspondientes a la base de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Inicialmente, se realizó un proceso de depuración en el que se eliminaron 12.500 registros duplicados. Posteriormente, se filtraron los individuos con edades comprendidas entre 10 y 19 años, de acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (2020), obteniéndose un total de 7.105 adolescentes.

Se excluyeron aquellos casos que no contaban con información completa en las variables antropométricas de interés (peso, talla y circunferencia de cintura), resultando en 6.682 adolescentes.

Después de excluir los registros con información incompleta en las variables antropométricas de interés, la muestra analítica principal quedó conformada por 6.682 adolescentes. No se excluyeron participantes únicamente por presentar valores extremos de MGR, debido a que los datos originales de talla y circunferencia de cintura se encontraban completos y dentro de rangos plausibles.

Variables del estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se consideraron variables sociodemográficas y antropométricas obtenidas de la base de datos de la Encuesta ENSANUT 2018.

La variable edad fue expresada en años cumplidos y utilizada para identificar a la población adolescente comprendida entre 10 y 19 años, de acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (2020). Se trata de una variable cuantitativa continua.

La variable sexo fue registrada como masculino y femenino, y posteriormente recodificada en formato numérico para su análisis estadístico (1 = masculino, 2 = femenino). Corresponde a una variable cualitativa nominal.

La variable área de residencia fue clasificada como urbana y rural, de acuerdo con la categorización establecida en la base ENSANUT 2018. Corresponde a una variable cualitativa nominal.

El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó a partir de las variables peso y talla mediante la fórmula: peso (kg) dividido para la talla al cuadrado (m^2). En población adolescente, este indicador es utilizado comúnmente en combinación con referencias de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (2007); sin embargo, en el presente estudio se empleó como variable cuantitativa continua con fines de análisis correlacional.

Para la clasificación del estado nutricional en adolescentes se utilizó el Índice de Masa Corporal para la Edad (IMC/Edad), expresado mediante puntuaciones Z (BMI-for-age Z-score, BAZ), de acuerdo con los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud para población de 5 a 19 años. Las puntuaciones Z fueron obtenidas mediante el software WHO AnthroPlus versión 1.0.4, utilizando las variables sexo,

edad en meses, peso y talla. Posteriormente, el estado nutricional fue clasificado en bajo peso ($BAZ < -2 DE$), normalidad ($BAZ \geq -2 DE$ y $\leq +1 DE$), sobrepeso ($BAZ > +1 DE$ y $\leq +2 DE$) y obesidad ($BAZ > +2 DE$), conforme a los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

La Masa Grasa Relativa se estimó mediante las ecuaciones propuestas por (Woolcott & Bergman, 2019), diferenciadas según sexo y grupo etario. En los participantes de 10 a 14 años se aplicaron las ecuaciones pediátricas: $MGR = 74 - 22 \times (\text{talla/circunferencia de cintura})$ para los hombres y $MGR = 79 - 22 \times (\text{talla/circunferencia de cintura})$ para las mujeres. En los participantes de 15 a 19 años se utilizaron las ecuaciones: $MGR = 64 - 20 \times (\text{talla/circunferencia de cintura})$ para los hombres y $MGR = 76 - 20 \times (\text{talla/circunferencia de cintura})$ para las mujeres. La talla y la circunferencia de cintura se expresaron en la misma unidad de medida.

Procesamiento de datos

Se utilizó la base de datos de la ENANUT 2018, la cual fue importada al software IBM SPSS Statistics, versión 26. Posteriormente, se realizó la depuración de datos duplicados, y se verificó la disponibilidad de todas las variables necesarias (peso, talla y circunferencia de cintura) para el desarrollo del estudio.

A partir de las variables peso y talla se calculó el índice de masa corporal (IMC). Por otra parte, la masa grasa relativa (MGR) se estimó utilizando las variables sexo, circunferencia de cintura y talla, mediante la aplicación de las ecuaciones correspondientes según el sexo y el grupo de edad de los participantes, se dividió en dos grupos 10 a 14 años y 15 a 19 años.

La base analítica principal quedó conformada por 6.682 adolescentes, se compararon los valores de Masa Grasa Relativa con valores de referencia del estudio (Woolcott & Bergman, 2019).

Adicionalmente, para la clasificación del estado nutricional se exportaron las variables antropométricas requeridas (peso, talla, edad en meses y sexo) al software WHO AnthroPlus versión 1.0.4. Mediante este procedimiento se calcularon las puntuaciones Z de IMC para la edad (BAZ), siguiendo las referencias de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud para adolescentes de 5 a 19 años. Sin embargo, dicho software permite el cálculo únicamente hasta los 228 meses de edad (19 años cumplidos), se excluyeron 529 participantes con edades superiores a este límite para el análisis específico del estado nutricional, obteniéndose una muestra analítica de 6.153 adolescentes.

Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, incluyendo media, desviación estándar, valores mínimos y máximos. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

La normalidad de las variables IMC y MGR fue evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Ambas variables presentaron distribuciones diferentes de la normalidad ($p < 0,001$).

En consecuencia, para determinar la asociación entre ambas variables se utilizó el coeficiente rho de Spearman. Se consideró estadísticamente significativo cuando $p < 0.05$.

Para comparar los valores de Masa Grasa Relativa entre las categorías de estado nutricional se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló a partir del análisis de datos secundarios provenientes de la ENSANUT 2018, base de datos oficial de acceso público elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). La información utilizada se encuentra anonimizada y no contiene datos que permitan la identificación directa de los participantes.

Debido a que no existió intervención sobre seres humanos, contacto directo con los participantes ni manipulación de variables, el estudio se consideró de riesgo mínimo. La utilización de la base de datos tuvo fines exclusivamente académicos y científicos, respetando en todo momento los principios de confidencialidad, privacidad y uso responsable de la información.

Asimismo, la presente investigación se desarrolló conforme a los principios éticos aplicables a estudios observacionales con fuentes secundarias de información.

Resultados

Características generales de la muestra

La muestra estuvo conformada por 6.682 adolescentes de 10 a 19 años incluidos en el análisis de la ENSANUT 2018. Se observó una distribución equilibrada por sexo, con una ligera predominancia femenina (50,6 %)

TABLA 3

Distribución de la muestra según sexo (n = 6.682)

Sexo	N	%
Hombre	3.303	49,4
Mujer	3.379	50,6
Total	6.682	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Respecto al área de residencia, el 57.3 % de los participantes pertenecía al área urbana y el 42.7 % al área rural.

TABLA 4

Distribución de la muestra según área de residencia (n= 6.682)

Área de residencia	N	%
Rural	2.851	42,7
Urbana	3.831	57,3
Total	6.682	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Características antropométricas de la muestra

La edad promedio de los participantes fue de 14, $23 \pm 2,82$ años. El índice de masa corporal presentó una media de $21,09 \pm 3,83$ kg/m², mientras que la Masa Grasa Relativa según edad y sexo registró una media de $29.03 \pm 7,22$ %

TABLA 5*Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas del estudio (n = 6.682)*

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	14,23	2,82	10	19
IMC (kg/m ²)	21,09	3,83	12.56	44,22
MGR (%)	29.03	7,22	1,43	51,13

Nota. DE = desviación estándar. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Se evaluó la distribución de las variables IMC y MGR mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Ambas presentaron una distribución diferente de la normalidad ($p < 0,001$), por lo que se emplearon pruebas no paramétricas para el análisis inferencial.

TABLA 6*Prueba de normalidad de las variables cuantitativas (n = 6,682)*

Variable	Kolmogorov-Smirnov	p
IMC	0.062	< 0.001
MGR	0.029	< 0.001

Nota. Prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Se evidenció una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre el Índice de Masa Corporal y la Masa Grasa Relativa ($\rho = 0,449$; $p < 0,001$; $n = 6.682$). Esto indica que, a medida que aumenta el IMC, la MGR tiende también a incrementarse, aunque ambos indicadores no son equivalentes.

TABLA 7

Correlación entre IMC y la MGR en los adolescentes incluidos en el análisis (n = 6.682)

Variables	ρ de Spearman	p	n
IMC vs MGR	$\rho=0,449$	$p<0,001$	n=6.682

Nota. ρ = coeficiente de correlación de Spearman. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Estado nutricional según IMC para la edad

Para la clasificación del estado nutricional se consideró una submuestra analítica de 6153 adolescentes con edades comprendidas entre 10 y 19 años (≤ 228 meses), conforme a los criterios operativos establecidos por WHO AnthroPlus. La mayor proporción de adolescentes presentó estado nutricional normal (72.8 %), seguido del sobrepeso (19.3%) y la obesidad (6.9%). El bajo peso correspondió al 1.0 % de la población evaluada.

TABLA 8

Clasificación basada en IMC para la edad (BAZ)

Clasificación nutricional	N	%
Bajo peso	63	1,0
Normal	4479	72,8
Sobrepeso	1185	19,3
Obesidad	426	6,9
Total	6153	100,0

Nota. Clasificación del estado nutricional según IMC para la edad (BAZ), obtenida Mediante WHO AnthroPlus. Elaboración propia a partir de datos de la ENSANUT 2018.

Masa Grasa Relativa según estado nutricional

En la submuestra de 6.153 adolescentes con clasificación del estado nutricional mediante IMC para la edad, se observó un incremento progresivo de la Masa Grasa Relativa entre las categorías nutricionales. Los adolescentes con obesidad presentaron el promedio más elevado de MGR ($37,15 \pm 6,19$ %), seguidos por aquellos con

sobrepeso ($33,44 \pm 5,97$ %), estado nutricional normal ($27,16 \pm 6,27$ %) y bajo peso ($19,45 \pm 5,85$ %).

TABLA 9

Valores de Masa Grasa relativa según clasificación nutricional en adolescentes ecuatorianos (n = 6.153)

Clasificación nutricional	N	Media MGR (%)	DE
Bajo peso	63	19,45	5,85
Normal	4.479	27,16	6,27
Sobrepeso	1.185	33,44	5,97
Obesidad	426	37,15	6,19
Total	6.153	28,98	7,09

Nota. DE = desviación estándar. Elaboración propia a partir de ENSANUT 2018.

La prueba de Kruskal-Wallis evidenció diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la Masa Grasa Relativa entre las categorías del estado nutricional según BAZ, $H(3) = 1.341,664$, $p < 0,001$. Los rangos promedio mostraron un incremento progresivo desde la categoría de bajo peso hasta la de obesidad.

Discusión

El principal hallazgo de la presente investigación fue la identificación de una correlación positiva, de magnitud moderada y estadísticamente significativa entre la Masa Grasa Relativa (MGR) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en adolescentes ecuatorianos ($\rho = 0,449$; $p < 0,001$; $n = 6.682$). Este resultado indica que, a medida que aumentan los valores del IMC, también tienden a incrementarse los valores de MGR. Este hallazgo coincide con el estudio realizado por Firdaus et al. (2023) en Surakarta, Indonesia, en 117 adolescentes de 15 a 18 años pertenecientes a cuatro instituciones educativas. Los autores analizaron mediante la prueba de Spearman la relación entre el IMC para la edad y el porcentaje de grasa corporal estimado mediante MGR, encontraron una asociación positiva y estadísticamente significativa. Sin embargo, el estudio realizado en Indonesia describió una asociación de mayor magnitud, esto podría estar relacionado con las características de las poblaciones estudiadas. Otro estudio semejante reportado por Robayo Zurita et al. (2024) en estudiantes universitarios de Ambato, Ecuador, encontraron una correlación de Spearman de $r_s = 0.569$ entre el IMC y la MGR. Este estudio resultó también una asociación moderada entre ambos indicadores. Sin embargo, tuvo una muestra pequeña, mientras que la presente investigación analiza una población mayor y de alcance nacional.

La población estuvo conformada por 6.682 adolescentes ecuatorianos incluidos en la ENSANUT 2018, con un rango de edad de 10 a 19 años y una edad promedio de $14,23 \pm 2,82$ años. La distribución por sexo fue equilibrada, con una ligera predominancia femenina (50,6%) frente a la masculina (49,4%), mientras que, en el área de residencia, predominó la población urbana con un (57,3%) frente a la rural (42,7%).

La edad y el sexo son características relevantes, de modo que en esta etapa ocurren cambios que se asocian en el crecimiento y la maduración puberal, y por ende modificaciones en la masa grasa y la masa libre de grasa (Kim et al., 2022).

La población presentó una MGR media de $29,03 \pm 7,22$ %, evidenciando una variabilidad en la adiposidad estimada entre los adolescentes. Woolcott & Bergman, (2019) en el desarrollo y evaluación de la MGR pediátrica, compararon este indicador con el porcentaje de grasa corporal medido mediante DXA, mostrando su utilidad como un estimador de adiposidad en niños y adolescentes, no obstante, los autores señalan que los umbrales empleados no deben interpretarse como puntos de corte diagnósticos establecidos.

Adicionalmente Encarnação et al., (2022) evaluó la capacidad de la MGR para estimar el porcentaje de grasa corporal en 420 adolescentes brasileños de 15 a 19 años, utilizando DXA, encontraron una correlación alta. La MGR no cumplió todos los criterios establecidos por los autores para validarla. Es por ello por lo que valores obtenidos de MGR deben interpretarse como estimación antropométrica de la adiposidad corporal.

La mayoría de los adolescentes presentó un estado nutricional normal; sin embargo, el 26,2 % presentó exceso de peso, lo que representa aproximadamente uno de cada cuatro adolescentes. Un estudio realizado en Brasil por Vale et al. (2022) encontró una proporción de estado nutricional normal del 70.7 % y un 26 % de exceso de peso. Esta similitud evidencia que, aunque en ambas poblaciones predominó un estado nutricional eutrófico, aproximadamente uno de cada cuatro adolescentes presentó exceso de peso. Por ello, las diferencias en la distribución específica del sobrepeso y la obesidad deben interpretarse considerando las características propias de cada población y el diseño de cada estudio.

En conjunto, los resultados del presente estudio evidencian una relación consistente, aunque no equivalente, entre el IMC y la MGR en los adolescentes ecuatorianos analizados. La correlación positiva moderada encontrada entre ambos indicadores ($\rho = 0,449$; $p < 0,001$), sumada al incremento progresivo de la MGR entre las categorías de bajo peso, normalidad, sobrepeso y obesidad definidas mediante IMC para la edad, muestra que ambos indicadores comparten información relacionada con la adiposidad corporal, pero responden a construcciones antropométricas diferentes. Mientras el IMC continúa siendo un indicador de referencia para la vigilancia poblacional del estado nutricional durante la adolescencia y su interpretación debe realizarse de acuerdo con la edad y el sexo, la MGR incorpora la circunferencia de cintura y la talla en la estimación indirecta de la grasa corporal. La OMS reconoce que el IMC constituye un marcador indirecto de adiposidad y señala que medidas adicionales, entre ellas la circunferencia de cintura, pueden aportar información complementaria en la evaluación de la obesidad. (Phelps et al., 2024) En este sentido, los hallazgos de la presente investigación respaldan el interés científico de continuar estudiando la MGR como indicador complementario al IMC en adolescentes ecuatorianos, sin establecer su superioridad diagnóstica ni sustituir los criterios actualmente utilizados para clasificar el estado nutricional.

Conclusiones

- La población estuvo conformada por 6.682 adolescentes, con una distribución equilibrada por sexo y una ligera predominancia femenina (50.6%); además, el 57,3 % residía en el área urbana y el 42,7% en el área rural. Estos resultados describen la composición sociodemográfica de los participantes incluidos en el análisis y constituyen el contexto para interpretar los hallazgos antropométricos del estudio.
- La Masa Grasa Relativa estimada en los 6.682 adolescentes, presentó una media de $29,03 \pm 7,22$ %, con valores comprendidos entre 1,43 % y 51,13 %. Lo que evidencia una variabilidad amplia de la adiposidad estimada en la muestra. Por tratarse de un indicador derivado de la talla, la circunferencia de cintura y el sexo, estos valores representan una estimación antropométrica y no una medición directa de la grasa corporal.
- En la submuestra de 6.153 adolescentes clasificada mediante IMC para la edad, el 72.8% presentó estado nutricional normal, el 19.3% sobrepeso, el 6.9 % obesidad y el 1.0 % bajo peso. Por tanto, aunque la mayoría de la submuestra presentó un estado nutricional normal, aproximadamente uno de cada cuatro adolescentes clasificados presentó exceso de peso.
- Se identificó una correlación positiva, moderada y estadísticamente significativa entre el IMC y la MGR ($\rho = 0,449$; $p < 0,001$), lo que indica que los valores de MGR tienden a incrementarse a medida que aumenta el IMC, demostrando así una asociación entre los indicadores, sin embargo, no permiten establecer una equivalencia ni mencionar que uno es superior al otro.

Recomendaciones

- Se recomienda que en futuras investigaciones se analicen las variables antropométricas de manera estratificada por sexo, edad y área de residencia, con la finalidad de identificar las diferencias en el estado nutricional y la composición corporal de los adolescentes.
- Se recomienda realizar más estudios de validación de la MGR en diferentes poblaciones, además con muestras amplias, especialmente en Ecuador, la cual la evidencia disponible es limitada. Además, considerar las características como la edad y el sexo, puesto que pueden influir en el comportamiento del indicador y su relación con otras medidas antropométricas.
- Se recomienda validar la MGR frente a métodos de referencia como DXA. Esto permitirá determinar su precisión y evaluar la posibilidad de establecer valores de referencia específicos o ecuaciones con mejor desempeño.
- Se recomienda mantener el IMC para la edad como indicador de referencia para la evaluación y vigilancia del estado nutricional en adolescentes y continuar estudiando la MGR como una posible herramienta antropométrica complementaria.

Referencias

1. Aceves-Martins, M., Gutierrez-Gómez, Y. Y., & Moreno-García, C. F. (2025). Socioeconomic determinants of overweight and obesity among Mexican children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 26(8). <https://doi.org/10.1111/OBR.13926>
2. Alves Junior, C. A. S., Mocellin, M. C., Gonçalves, E. C. A., Silva, D. A. S., & Trindade, E. B. S. M. (2017). Anthropometric indicators as body fat discriminators in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Advances in Nutrition*, 8(5), 718-727. <https://doi.org/10.3945/an.117.015446>
3. Bray, G. A., Kim, K. K., & Wilding, J. P. H. (2017). Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(7), 715-723. <https://doi.org/10.1111/OBR.12551>
4. Campa, F., Toselli, S., Mazzilli, M., Gobbo, L. A., & Coratella, G. (2021). Assessment of body composition in athletes: A narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. *Nutrients*, 13(5), 1620. <https://doi.org/10.3390/NU13051620/S1>
5. Cerqueira, M. S., Amorim, P. R. S., Encarnação, I. G. A., Rezende, L. M. T., Almeida, P. H. R. F., Silva, A. M., Sillero-Quintana, M., Silva, D. A. S., Santos, F. K., & Marins, J. C. B. (2022). Equations based on anthropometric measurements for adipose tissue, body fat, or body density

prediction in children and adolescents: a scoping review. *Eating and weight disorders : EWD*, 27(7), 2321-2338.
<https://doi.org/10.1007/S40519-022-01405-7>

6. Cho, W., Kim, J. Y., & Arslanian, S. (2025a). Relative Fat Mass as an Estimator of Abdominal Adiposity in Youth Across the BMI Spectrum from Normal Weight to Obesity. *Pediatric Obesity*, 20(12), e70059.
<https://doi.org/10.1111/IJPO.70059;WGROUP:STRING:PUBLICATION>
7. Cho, W., Kim, J. Y., & Arslanian, S. (2025b). Relative Fat Mass as an Estimator of Abdominal Adiposity in Youth Across the BMI Spectrum from Normal Weight to Obesity. *Pediatric Obesity*, 20(12), e70059.
<https://doi.org/10.1111/IJPO.70059;WGROUP:STRING:PUBLICATION>
8. da Silva Gomes, F., Gálvez, A., Pérez, D., Paz, C., Alfaro, C., Merino, J. G., Ares, G., & Rojas, C. F. U. (2025). Effects of front-of-package nutrition labelling systems on objective understanding and purchase intention in El Salvador: results from a multi-arm parallel-group randomised controlled trial. *European Journal of Nutrition*, 64(5).
<https://doi.org/10.1007/S00394-025-03626-9>
9. Director Ejecutivo Roberto Castillo Subdirectora General Jorge García-Guerrero, A., Cando Diego Martínez Mónica Pozo, F., Chalela, L. E., & Carlos Andrade, J. (2018a). *Antropometría 2 Reportes de la ENSANUT*. 3. www.ecuadorencifras.gob.ec
10. Director Ejecutivo Roberto Castillo Subdirectora General Jorge García-Guerrero, A., Cando Diego Martínez Mónica Pozo, F., Chalela, L. E., & Carlos Andrade, J. (2018b). *Antropometría 2 Reportes de la ENSANUT*. 3. www.ecuadorencifras.gob.ec

11. Encarnação, I. G. A., Cerqueira, M. S., Silva, D. A. S., Marins, J. C. B., & Magalhães, P. M. (2021). Prediction of body fat in adolescents: validity of the methods relative fat mass, body adiposity index and body fat index. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2021 27:5, 27(5), 1651-1659. <https://doi.org/10.1007/S40519-021-01301-6>
12. Encarnação, I. G. A., Cerqueira, M. S., Silva, D. A. S., Marins, J. C. B., & Magalhães, P. M. (2022a). Prediction of body fat in adolescents: validity of the methods relative fat mass, body adiposity index and body fat index. *Eating and weight disorders: EWD*, 27(5), 1651-1659. <https://doi.org/10.1007/S40519-021-01301-6>
13. Encarnação, I. G. A., Cerqueira, M. S., Silva, D. A. S., Marins, J. C. B., & Magalhães, P. M. (2022b). Prediction of body fat in adolescents: validity of the methods relative fat mass, body adiposity index and body fat index. *Eating and weight disorders: EWD*, 27(5), 1651-1659. <https://doi.org/10.1007/S40519-021-01301-6>
14. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT*. (s. f.).
15. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición-ENSANUT 2018* . (s. f.). Recuperado 27 de julio de 2026, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/ENSANUT_2018/Metodologia%20ENSANUT%202018.pdf?utm_source=chatgpt.com
16. *ENSANUT ajustada 2018* |. (s. f.). Recuperado 27 de julio de 2026, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/ensanut-ajustada-2018/?utm_source=chatgpt.com

17. Firdaus, N. V., Ardyanto, T. D., & Qadrijati, I. (2023). RELATIVE FAT MASS AND BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS TO MEASURE BODY FAT PERCENTAGE IN ADOLESCENTS. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 33(3), 117-122.
<https://doi.org/10.34011/JMP2K.V33I3.1774>
18. Ge, C., Xiong, J., Zhu, R., Hong, Z., & He, Y. (2025). The global burden of high BMI among adolescents between 1990 and 2021. *Communications Medicine* 2025 5:1, 5(1), 125-. <https://doi.org/10.1038/s43856-025-00838-2>
19. *Global Atlas on Childhood Obesity | World Obesity Federation*. (s. f). Recuperado 29 de julio de 2026, de <https://www.worldobesity.org/membersarea/global-atlas-on-childhood-obesity>
20. Gonçalves, V. S. S., Figueiredo, A. C. M. G., Silva, S. A., Silva, S. U., Ronca, D. B., Dutra, E. S., & Carvalho, K. M. B. (2021). The food environment in schools and their immediate vicinities associated with excess weight in adolescence: A systematic review and meta-analysis. *Health and Place*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102664>
21. Howard, S. R. (2021). Interpretation of reproductive hormones before, during and after the pubertal transition-Identifying health and disordered puberty. *Clinical endocrinology*, 95(5), 702-715.
<https://doi.org/10.1111/CEN.14578>
22. Hudda, M. T., Wells, J. C. K., Adair, L. S., Alvero-Cruz, J. R. A., Ashby-Thompson, M. N., Ballesteros-Vásquez, M. N., Barrera-Exposito, J., Caballero, B., Carnero, E. A., Cleghorn, G. J., Davies, P. S. W., Desmond,

M., Devakumar, D., Gallagher, D., Guerrero-Alcocer, E. V, Haschke, F., Horlick, M., Jemaa, H. Ben, Khan, A. I., ... Nightingale, C. M. (s. f.). *External validation of a prediction model for estimating fat mass in children and adolescents in 19 countries: individual participant data meta-analysis*. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-071185>

23. *Índice de masa corporal (IMC) para la edad (5-19 años)*. (s. f.). Recuperado 15 de abril de 2026, de <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>
24. Javed, A., Jumean, M., Murad, M. H., Okorodudu, D., Kumar, S., Somers, V. K., Sochor, O., & Lopez-Jimenez, F. (2015a). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric obesity*, 10(3), 234-244. <https://doi.org/10.1111/IJPO.242>
25. Javed, A., Jumean, M., Murad, M. H., Okorodudu, D., Kumar, S., Somers, V. K., Sochor, O., & Lopez-Jimenez, F. (2015b). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric obesity*, 10(3), 234-244. <https://doi.org/10.1111/IJPO.242>
26. Jebeile, H., Kelly, A. S., O'Malley, G., & Baur, L. A. (2022). Obesity in children and adolescents: epidemiology, causes, assessment, and management. *The Lancet Diabetes and Endocrinology*, 10(5), 351-365. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00047-X)
27. Kelly, A. S., Armstrong, S. C., Michalsky, M. P., & Fox, C. K. (2024). Obesity in Adolescents A Review. *JAMA*, 332(9), 738-748. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2024.11809>

28. Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N., & Taylor, H. L. (1972). Indices of relative weight and obesity. *Journal of Chronic Diseases*, 25(6-7), 329-343. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(72\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0021-9681(72)90027-6)
29. Kim, J. H., Kim, J. A., Ha, E. K., Jee, H. M., Lee, S. W., Jung, M. K., Lee, S., Shin, Y. H., Yoo, E. G., & Han, M. Y. (2022). Sex differences in body composition affect total airway resistance during puberty. *BMC Pediatrics* 2022 22:1, 22(1), 143-. <https://doi.org/10.1186/S12887-022-03198-1>
30. Lee, S., Kim, Y., & Han, M. (2022). Influence of Waist Circumference Measurement Site on Visceral Fat and Metabolic Risk in Youth. *Journal of obesity & metabolic syndrome*, 31(4), 296-302. <https://doi.org/10.7570/JOMES22046>
31. López-Gil, J. F., Chen, S., López-Bueno, R., Gutiérrez-Espinoza, H., Duarte Junior, M. A., Galan-Lopez, P., Palma-Gamiz, J. L., & Smith, L. (2025). Prevalence of obesity and associated sociodemographic and lifestyle factors in Ecuadorian children and adolescents. *Pediatric Research*, 97(1), 422-429. <https://doi.org/10.1038/S41390-024-03342-W>
32. Malacarne, D., Handakas, E., Robinson, O., Pineda, E., Saez, M., Chatzi, L., & Fecht, D. (2022). The built environment as determinant of childhood obesity: A systematic literature review. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23 Suppl 1(Suppl 1). <https://doi.org/10.1111/OBR.13385>
33. Mateo-Orcajada, A., González-Gálvez, N., Abenza-Cano, L., & Vaquero-Cristóbal, R. (2022). Differences in Physical Fitness and Body Composition Between Active and Sedentary Adolescents: A Systematic

Review and Meta-Analysis. *Journal of Youth and Adolescence* 2021 51:2, 51(2), 177-192. <https://doi.org/10.1007/S10964-021-01552-7>

34. Meneses, A. B., Guanga, S. D. T., Moreno, M. M. Á., & López, D. V. P. (2025). HÁBITOS ALIMENTARIOS, CONSUMO DE ALCOHOL Y ESTADO NUTRICIONAL EN ADOLESCENTES DE ECUADOR: Eating habits, alcohol consumption and nutritional status among adolescents in Ecuador. *LA CIENCIA AL SERVICIO DE LA SALUD Y NUTRICIÓN*, 16(1), B_33-40. <https://doi.org/10.47187/CSSN.VOL16.ISS1.415>
35. Norris, S. A., Frongillo, E. A., Black, M. M., Dong, Y., Fall, C., Lampl, M., Liese, A. D., Naguib, M., Prentice, A., Rochat, T., Stephensen, C. B., Tinago, C. B., Ward, K. A., Wrottesley, S. V., & Patton, G. C. (2022a). Nutrition in adolescent growth and development. *The Lancet*, 399(10320), 172-184. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01590-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01590-7)
36. Norris, S. A., Frongillo, E. A., Black, M. M., Dong, Y., Fall, C., Lampl, M., Liese, A. D., Naguib, M., Prentice, A., Rochat, T., Stephensen, C. B., Tinago, C. B., Ward, K. A., Wrottesley, S. V., & Patton, G. C. (2022b). Nutrition in adolescent growth and development. *The Lancet*, 399(10320), 172-184. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01590-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01590-7)
37. Norris, S. A., Frongillo, E. A., Black, M. M., Dong, Y., Fall, C., Lampl, M., Liese, A. D., Naguib, M., Prentice, A., Rochat, T., Stephensen, C. B., Tinago, C. B., Ward, K. A., Wrottesley, S. V., & Patton, G. C. (2022c). Nutrition in adolescent growth and development. *The Lancet*, 399(10320), 172-184. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01590-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01590-7)

38. Norris, S. A., Frongillo, E. A., Black, M. M., Dong, Y., Fall, C., Lampl, M., Liese, A. D., Naguib, M., Prentice, A., Rochat, T., Stephensen, C. B., Tinago, C. B., Ward, K. A., Wrottesley, S. V., & Patton, G. C. (2022d). Nutrition in adolescent growth and development. *The Lancet*, 399(10320), 172-184. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01590-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01590-7)
39. *Obesidad y sobrepeso*. (s. f.). Recuperado 2 de agosto de 2026, de https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight?utm_source=chatgpt.com
40. *Organización Mundial de la Salud (OMS)*. (s. f.). Recuperado 3 de abril de 2026, de <https://www.who.int/>
41. Orsso, C. E., Silva, M. I. B., Gonzalez, M. C., Rubin, D. A., Heymsfield, S. B., Prado, C. M., & Haqq, A. M. (2020). Assessment of body composition in pediatric overweight and obesity: A systematic review of the reliability and validity of common techniques. *Obesity Reviews*, 21(8), e13041. <https://doi.org/10.1111/OBR.13041;WGROU:STRING:PUBLICATION>
42. Ortega-Avila, J. G., García-Muñoz, H., Segura Ordoñez, A., & Salazar Contreras, B. C. (2022). Sexual dimorphism of leptin and adiposity in children between 0 and 10 years: a systematic review and meta-analysis. *Biology of Sex Differences* 2022 13:1, 13(1), 47-. <https://doi.org/10.1186/S13293-022-00454-Y>
43. Pérez-Galarza, J., Baldeón, · L, Franco, · O H, Muka, · T, Drexhage, · H A, Voortman, · T, & Freire, · W B. (2021). *Prevalence of overweight and metabolic syndrome, and associated sociodemographic factors among*

adult Ecuadorian populations: the ENSANUT-ECU study. 44, 63-74.

<https://doi.org/10.1007/s40618-020-01267-9>

44. Phelps, N. H., Singleton, R. K., Zhou, B., Heap, R. A., Mishra, A., Bennett, J. E., Paciorek, C. J., Lhoste, V. P., Carrillo-Larco, R. M., Stevens, G. A., Rodriguez-Martinez, A., Bixby, H., Bentham, J., Di Cesare, M., Danaei, G., Rayner, A. W., Barradas-Pires, A., Cowan, M. J., Savin, S., ... Ezzati, M. (2024a). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027-1050. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02750-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02750-2)
45. Phelps, N. H., Singleton, R. K., Zhou, B., Heap, R. A., Mishra, A., Bennett, J. E., Paciorek, C. J., Lhoste, V. P., Carrillo-Larco, R. M., Stevens, G. A., Rodriguez-Martinez, A., Bixby, H., Bentham, J., Di Cesare, M., Danaei, G., Rayner, A. W., Barradas-Pires, A., Cowan, M. J., Savin, S., ... Ezzati, M. (2024b). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027-1050. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02750-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02750-2)
46. Powell-Wiley, T. M., Poirier, P., Burke, L. E., Després, J. P., Gordon-Larsen, P., Lavie, C. J., Lear, S. A., Ndumele, C. E., Neeland, I. J., Sanders, P., & St-Onge, M. P. (2021). Obesity and Cardiovascular Disease A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 143(21), E984-E1010. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000973>;WEBSITE:WEBSITE:AHA-SITE;ISSUE:ISSUE:DOI

47. Purnell, J. Q. (2023). Definitions, Classification, and Epidemiology of Obesity. *Endotext*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279167/>
48. Ripka, W. L., Orsso, C. E., Haqq, A. M., Prado, C. M., Ulbricht, L., & Leite, N. (2020). Validity and accuracy of body fat prediction equations using anthropometrics measurements in adolescents. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 26:3, 26(3), 879-886. <https://doi.org/10.1007/S40519-020-00918-3>
49. Ripka, W. L., Orsso, C. E., Haqq, A. M., Prado, C. M., Ulbricht, L., & Leite, N. (2021). Validity and accuracy of body fat prediction equations using anthropometrics measurements in adolescents. *Eating and weight disorders: EWD*, 26(3), 879-886. <https://doi.org/10.1007/S40519-020-00918-3>
50. *Salud del adolescente*. (s. f.-a). Recuperado 2 de agosto de 2026, de https://www.who.int/es/health-topics/adolescent-health?utm_source=chatgpt.com#tab=tab_1
51. *Salud del adolescente*. (s. f.-b). Recuperado 15 de abril de 2026, de https://www.who.int/es/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1
52. Sampaio, A. D. S., Epifanio, M., Costa, C. A. D., Bosa, V. L., Benedetti, F. J., Sarria, E. E., Oliveira, S. G., Mundstock, E., & Mattiello, R. (2018). Evidence on nutritional assessment techniques and parameters used to determine the nutritional status of children and adolescents: systematic review. *Ciencia & saude coletiva*, 23(12), 4209-4219. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.31502016>
53. Suthahar, N., Bergman, R. N., & de Boer, R. A. (2025a). Replacing body mass index with relative fat mass to accurately estimate adiposity. *Nature*

Reviews Endocrinology 2025 21:7, 21(7), 393-394.
<https://doi.org/10.1038/s41574-025-01120-0>

54. Suthahar, N., Bergman, R. N., & de Boer, R. A. (2025b). Replacing body mass index with relative fat mass to accurately estimate adiposity. *Nature Reviews Endocrinology* 2025 21:7, 21(7), 393-394.
<https://doi.org/10.1038/s41574-025-01120-0>

55. Suthahar, N., Bergman, R. N., & de Boer, R. A. (2025c). Replacing body mass index with relative fat mass to accurately estimate adiposity. *Nature Reviews Endocrinology* 2025 21:7, 21(7), 393-394.
<https://doi.org/10.1038/s41574-025-01120-0>

56. Tarupi, W., Lepage, Y., Felix, M. L., Monnier, C., Hauspie, R., Roelants, M., Hidalgo, R., & Vercauteren, M. (2020). Growth references for weight, height, and body mass index for Ecuadorian children and adolescents aged 5-19 years. *Archivos argentinos de pediatria*, 118(2), 117-124.
<https://doi.org/10.5546/AAP.2020.ENG.117>

57. Taylor, R. W., Grant, A. M., Williams, S. M., & Goulding, A. (2010). Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 18(7), 1410-1416.
<https://doi.org/10.1038/OBY.2009.399>

58. Vale, D., Lyra, C. de O., Dantas, N. M., Andrade, M. E. da C., & Oliveira, A. G. R. da C. (2022). Dietary and Nutritional Profiles among Brazilian Adolescents. *Nutrients*, 14(20), 4233.
<https://doi.org/10.3390/NU14204233>

59. Vourdoumpa, A., Paltoglou, G., & Charmandari, E. (2023). The Genetic Basis of Childhood Obesity: A Systematic Review. *Nutrients*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/NU15061416>
60. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2018). Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage — A cross-sectional study in American adult individuals. *Scientific Reports* 2018 8:1, 8(1), 10980-. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29362-1>
61. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2019a). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 15279-. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>
62. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2019b). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 15279-. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>
63. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2019c). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Scientific reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>
64. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2019d). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 15279-. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>
65. Woolcott, O. O., & Bergman, R. N. (2019e). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents:

A cross-sectional study using NHANES. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 15279-. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>

66. Yllmaz, B., & Gezmen Karadağ, M. (2020). The current review of adolescent obesity: the role of genetic factors. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM*, 34(2), 151-162. <https://doi.org/10.1515/JPEM-2020-0480>
67. Żegleń, M., Kryst, Ł., Kowal, M., & Woronkiewicz, A. (2024). Sexual dimorphism of adiposity and fat distribution among children and adolescents (8-18 year olds) from Poland. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council*, 36(6). <https://doi.org/10.1002/AJHB.24046>
68. Zhang, X., Liu, J., Ni, Y., Yi, C., Fang, Y., Ning, Q., Shen, B., Zhang, K., Liu, Y., Yang, L., Li, K., Liu, Y., Huang, R., & Li, Z. (2024). Global Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Pediatrics*, 178(8), 800-813. <https://doi.org/10.1001/JAMAPEDIATRICS.2024.1576>
69. Zurita, V. A. R., Acosta, J. N., Verdezoto, K. T., Saltos, K. G., Méndez, K. M., Sánchez, V. Z., & Satheesh, N. (2024). Evaluation of body fat and risk of obesity with body mass index and relative fat mass in college students. *Health Leadership and Quality of Life*, 3, .332-.332. <https://doi.org/10.56294/HL2024.332>