

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU



FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

CARRERA: NUTRICIÓN, SALUD Y TÉCNICAS ALIMENTARIAS

**“PREDICCIÓN DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL Y GRASA VISCERAL
EN FUNCIÓN A MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN ALUMNOS DEL SENATI”**

Tesis para optar el Título Profesional de:

**LICENCIADO EN NUTRICIÓN, SALUD Y
TÉCNICAS ALIMENTARIAS**

AUTOR:

ALBERTO VELASQUEZ ZEGARRA

ASESOR:

ÓSCAR JORDAN SUÁREZ

Lima, Perú
2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena, a las **09:00 horas del día 25 de noviembre del 2019**, se reunió el Jurado Examinador de Sustentación y Defensa de la Tesis: **"Predicción del porcentaje de grasa corporal y grasa visceral en función a medidas antropométricas en alumnos del SENATI"**, presentada por el (la) Bachiller **ALBERTO VELÁSQUEZ ZEGARRA**, para optar el Título Profesional de **Licenciado en Nutrición, Salud y Técnicas Alimentarias** conformado por los profesores:

Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo - Presidente
Mg. Lilia Cristina Romero Quiroz - Miembro
Mg. Oscar Benjamin Jordan Suarez - Miembro

Luego de instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las siguientes etapas:

- El Presidente del jurado invitó a la sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminada la presentación de la tesis, el jurado evaluador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la investigación.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado Examinador deliberó en privado la calificación del trabajo de investigación y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del Jurado Examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- A continuación, el Presidente del Jurado verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20 -18 (X)
MUY BUENO	17-16 ()
BUENO	15 -13 ()
DESAPROBADO	< 13 ()

Finalmente, el Presidente del Jurado Examinador invitó a la sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la tesis presentada por el (la) Bach. **ALBERTO VELÁSQUEZ ZEGARRA** es de:

APROBADO

Concluye el acto académico, siendo las 10:05 horas del mismo día.

Mg. Lilia Cristina Romero Quiroz
Miembro

Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo
Presidente

Mg. Oscar Benjamin Jordan Suarez
Miembro

Dedicatoria

La nutrición es una ciencia, y la ciencia es el mejor método que la humanidad ha logrado concebir para conocer la realidad tal como es, evitando engañarnos a nosotros mismos en el intento. Pero es un método reciente. El pensamiento racional y el método experimental que llevaron a su desarrollo se han visto interrumpidos y censurados innumerables veces a lo largo de nuestra historia, y es imposible saber con certeza cuántas veces se intentó en tiempos pasados que jamás fueron escritos. Sin embargo, en la actualidad muchas veces se da por sentado el rol de la ciencia para la sociedad sin tener en cuenta lo mucho que nos costó llegar a ella ni el poco tiempo que ha estado con nosotros. Quiero dedicar mi primer y humilde aporte a todas esas personas de las cuales en su mayoría no podemos conocer ni sus nombres ni sus obras, quienes con curiosidad y terquedad se esforzaron por entender; pero que también tuvieron el valor de aceptar sus errores cuando fueron evidentes. Y a pesar de que muchas veces no se le dé el valor que merece, si esta forma de pensar ha sobrevivido a tanto y si las conductas se heredan, no solo les debemos nuestro presente; sino también, nuestro futuro.

Agradecimientos

A mis padres, Gladys Jesús Zegarra Cárdenas y Alberto Velásquez Bermúdez por hacer posible mi educación.

Al profesor Oscar Jordán Suárez, que como asesor solucionó mis dudas efectivamente.

A Giomar Sejhani por su apoyo estratégico.

A Sheyla Avalos por el atún.

Resumen

La obesidad es la acumulación excesiva de grasa corporal, ocasionada por un desbalance energético positivo y su importancia radica en que tiene repercusiones negativas para la salud. El objetivo de este estudio fue hallar el indicador antropométrico con mayor capacidad predictiva de porcentaje de grasa corporal (%GC) y grasa visceral (GV) en una muestra de estudiantes del SENATI conformada por 392 personas (259 hombres y 133 mujeres). Para esto se realizó un análisis de regresión lineal y múltiple entre el índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (PC), perímetro de cadera (PCa), índice de cadera-cintura (ICC), índice de talla-cintura (ICT) y el índice antropométrico (IA), versus %GC y la GV. Se analizaron las ecuaciones de los modelos más relevantes y se validaron en una nueva data compuesta por 26 hombres y 26 mujeres. Posteriormente se efectuó un análisis ROC para comparar la capacidad diagnóstica del IA e IMC para diferenciar individuos con riesgo cardiometabólico. Los puntos de corte de IA e IMC se establecieron por el índice de Youden, índice de exactitud, f-Score y el odds ratio diagnóstica. Se logró establecer modelos predictivos simples y de alta precisión de %GC en ambos sexos a partir del IA. Al tomar en cuenta la edad se obtuvieron los modelos más efectivos de regresión múltiple para predecir GV en ambos sexos. Debido a la alta correlación del IA con el %GC y la GV, se proponen los puntos de corte <20.3 en hombres y <21.4 en mujeres para detectar la presencia de riesgo cardiometabólico. Dicha capacidad discriminatoria deberá ser validada con estudios que relacionen directamente al IA con factores de riesgo.

Palabras Clave: Antropometría, índice antropométrico, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, grasa visceral.

Abstract

Obesity is the excessive accumulation of body fat caused by a positive energy imbalance causing negative effects on health. The objective of this study was to find the anthropometric indicator with the highest performance to predict body fat percentage (%GC) and visceral fat (VG) in a sample of SENATI students made up of 392 people (259 men and 133 women). For this, a linear and multiple regression analysis was performed between the body mass index (IMC), waist perimeter (PC), hip perimeter (PCa), hip-waist index (ICC), waist-size index (ICT) and the anthropometric index (AI), versus %GC and GV. The equations of the most relevant models were analyzed and validated in a new data composed of 26 men and 26 women. Subsequently, an ROC analysis was performed to compare the diagnostic capacity of AI and BMI to differentiate individuals with cardiometabolic risk. The AI and BMI cut-off points were established by the Youden index, accuracy index, f-Score and the diagnostic odds ratio. It was possible to establish simple and high-precision predictive models of %GC in both genders from AI. Taking into account age, the most effective multiple regression models were obtained to predict VG in both genders. Due to the high correlation of AI with %GC and GV, cut-off points <20.3 in men and <21.4 in women are proposed to detect the presence of cardiometabolic risk. Such discriminatory capacity should be validated with studies that directly relate the AI to risk factors.

Keywords: Anthropometry, anthropometric index, body mass index, body fat percentage, visceral fat.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Antecedentes.....	2
2.2. Bases teóricas.....	3
2.2.1. Definiendo obesidad	3
2.2.2. La antropometría en el estudio de la obesidad.....	4
2.2.3. IMC como herramienta para diagnosticar obesidad: origen, efectividad y deficiencias	4
2.2.4. Porcentaje de grasa	7
2.2.5. Grasa Visceral.....	9
2.2.6. Perímetro de cintura (PC) e Índice de Cadera-Cintura (ICC).....	10
2.2.7. Índice de Cintura-Talla (ICT).....	11
2.3. Definición de términos	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Materiales.....	14
3.2. Métodos	14
3.2.1. Diseño metodológico	14
3.2.2. Población y muestra.....	14
3.3.3. Protocolos para la toma de datos	14
3.3.4. Determinación del modelo predictivo.....	15
3.3.5. Validación de fórmulas	16
3.3.6. Determinación de puntos de corte.....	16
3.3.7. Procesamiento de datos	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1. Características de la población	18
4.2. Presentación de modelos predictivos.....	20
4.3. Validación y selección de los modelos predictivos.....	25

4.4. Puntos de corte.....	29
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagramas de dispersión para el %GC.....	22
Figura 2. Diagramas de dispersión simple para la GV.....	23
Figura 3. Relaciones entre antropometría, obesidad, grasa y riesgo cardiometabólico.....	25
Figura 4. Gráficos de curva ROC	29
Figura 5. Comparación entre el IA e IMC.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Punto de corte de IMC según la OMS	6
Tabla 2. Métodos para calcular la grasa corporal	8
Tabla 3. Punto de corte del %GC según diversas fuentes	9
Tabla 4. Puntos de corte del ICC según diversas fuentes.....	10
Tabla 5. Puntos de corte del PC según diversas fuentes	11
Tabla 6. Puntos de corte utilizados en las prueba ROC	17
Tabla 7. Clasificación de la muestra según indicadores antropométricos	18
Tabla 8. Distribución de edad de la muestra	19
Tabla 9. Resumen de modelos de regresión para el %GV y la GV	20
Tabla 10. Ecuaciones predictoras de %GC y GV.....	26
Tabla 11. Validación de ecuaciones	26
Tabla 12. Resumen de criterios para la selección de modelos de regresión ...	28
Tabla 13. Área bajo la curva (AUC).....	30
Tabla 14. Pruebas de exactitud de puntos de corte de IA e IMC.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado y encuesta para criterios de exclusión ..	41
Anexo 2. Ficha de recopilación de datos	43
Anexo 3. Cartel de la campaña realizada en el SENATI para la toma de datos	44
Anexo 4. Fotografía de la campaña realizada para la toma de datos	45
Anexo 5. Ficha para la entrega de resultados	46
Anexo 6. Fotografías de los instrumentos de medición	47
Anexo 7. Modelos de regresión para %GC en hombres	48
Anexo 8. Modelos de regresión para %GC en mujeres	49
Anexo 9. Modelos de regresión para GV en hombres	50
Anexo 10. Modelos de regresión para GV en mujeres.....	51
Anexo 11. Supuesto de la regresión – Linealidad.....	52
Anexo 12. Supuesto de la regresión – Independencia de errores	55
Anexo 13. Supuesto de la regresión – Homocedasticidad.....	56
Anexo 14. Supuesto de la regresión – Normalidad.....	57
Anexo 15. Supuesto de la regresión – No colinealidad	58

I. INTRODUCCIÓN

La definición académica de «obesidad» es la acumulación de grasa corporal y la importancia de su reconocimiento recae en que en su presencia se observan factores de riesgo relacionados con diferentes enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Debido a la dificultad que implica estudiar la adiposidad, la antropometría ha sido utilizada ampliamente como una herramienta práctica para generar indicadores capaces de determinar la presencia de riesgo a enfermedades metabólicas. El más difundido, el índice de masa corporal (IMC), establece los términos de sobrepeso y obesidad; pero debido a sus limitaciones se suele interpretar en conjunto con otras medidas e índices como el perímetro de cintura (PC), índice de cadera-cintura (ICC) e índice de talla-cintura (ICT). Estos indicadores se utilizan de forma global con puntos de corte recomendados por la literatura académica para diferenciar la presencia de obesidad o de riesgo a enfermedades; pero actualmente se reconoce la necesidad de ajustar estas herramientas a cada población étnicamente distinta por sus diferencias corporales. El presente estudio analiza el poder predictivo de las medidas e índices anteriormente mencionados y del propuesto índice antropométrico con el porcentaje de grasa corporal (%GC) y la grasa visceral (GV). Determinar el índice a base de medidas antropométricas simples con mayor correlación con el componente graso permitirá estimar la grasa corporal con pocos recursos. Además dicho índice podría ser utilizado como una herramienta práctica para la detección de riesgo cardiometabólico. La representatividad étnica presente en la población de estudio (estudiantes del SENATI de Independencia) podría sentar las bases de un precedente de interés en salud pública para ajustar parámetros preventivos en peruanos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el pasado se han realizado estudios que buscan medir el valor predictivo de %GC a partir de medidas antropométricas. Woolcott & Bergman publicaron un estudio el año pasado que tuvo como objetivo encontrar una fórmula lineal a partir de medidas antropométricas que pudiese predecir el %GC con mayor precisión que el IMC. Se analizó una data de 12581 personas de diferente orígenes étnicos, de las cuales se obtuvo el %GC a partir de absorciometría con rayos X de doble energía. Se determinó que con una ecuación que incluyó al indicador talla/cintura se pudo tener una mejor aproximación del %GC que con el IMC. De forma similar se realizó un estudio en Grecia, en una población de 642 adultos blancos (408 mujeres y 234 hombres) de entre 18 a 80 años; en el que se compararon los valores de %GC obtenidos a partir de distintas fórmulas antropométricas preexistentes y nuevas propuestas. Se logró formular una ecuación a partir de la medida de los perímetros de cintura, cadera, antebrazo, además del sexo y la talla, que fue capaz de explicar el 85.2 de la varianza del %GC (Kanellakis *et al.* 2017). En cuanto a estudios realizados con latinoamericanos, podemos mencionar el de Belamino *et al.* (2018), que en una muestra de pacientes brasileños obesos se analizó el valor predictivo de medidas antropométricas para el %GC. Se analizó el peso, talla, Pc, Pca, ICC, IMC e Índice de adiposidad corporal (BAI, relación arimética entre el Pc y la talla) y el propuesto índice de Belarmino–Waitzberg (bew index); el cual es una nueva relación entre el Pc y el Pca. Se concluyó que el bew index tuvo un mayor rendimiento que el BAI para predecir el %GC en personas con obesidad severa; siendo la ventaja de estos indicadores, por sobre el IMC, su capacidad para distinguir y clasificar el tipo de obesidad. En cuanto al Perú, se llevó a cabo una investigación en el departamento de Arequipa, en la cual se analizó la correlación del IMC y del PC con el %GC en una población de niños de entre 6 a 11 años. La Correlación de Pearson fue mayor para el PC en ambos sexos (Cossio, Abella, & Arruda, 2012).

De igual manera se han realizado estudios similares que incluyen a la GV. Tal es el caso que en una población de 81 adultos, de los cuales el 94.1% fueron

caucásicos; se comparó el IMC, PC, ICC, ICT e $ICT^{1/2}$, como predictores de %GC y GV, los cuales se calcularon utilizando el método de absorciometría con rayos X de doble energía. El ICT obtuvo la mejor relación tanto para el %GC como para la GV, y los puntos de corte recomendados de ICT para distinguir obesidad fueron de 0.53 en hombres y 0.54 en mujeres, y para obesidad visceral, 0.59 en ambos sexos (Swainson, Batterham, Tsakirides, Rutherford, & Hind, 2017). Otro antecedente relevante fue desarrollado en 1999 por Rankinen, Kim, Pérusse, Després, & Bouchard, quienes analizaron al IMC, %GC, PC e ICC como predictores de GV en una muestra de adultos con ascendencia franco-canadiense. Se concluyó que el PC era el mejor predictor de obesidad visceral abdominal, mientras que el ICC demostró ser un deficiente predictor de GV.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definiendo obesidad

El diccionario virtual de la Real Academia Española (2018) define la palabra «obeso» de la siguiente forma:

Obeso, sa (Del latín *obēsus*.)

Adj. Dicho de una persona: Excesivamente gorda.

Al remontarnos a los orígenes latinos de dicha palabra, podemos referirnos a la obra escrita en el siglo II «Noches Áticas» (*Noctes Atticae*) del romano Aulo Gelio. Dicha obra consta de 20 libros y es de especial interés el capítulo séptimo del décimo noveno libro, titulado “Qué es obesus”, donde Gelio comentaba los versos del poeta Levio, en su obra *Alcestes*: “Corpore pectoreque undique obeso... (De cuerpo y pechos roídos...), Explica Gelio, que en estos versos Levio utiliza esta palabra –con más propiedad de la usual– para referirse a flaco o delgado; mientras que de forma contraria, era común darle un uso más vulgar para referirse a gordo o robusto (Gelio, 2009). En la actualidad, tal cual lo define la Organización Mundial de la Salud (OMS), el sobrepeso y la obesidad son la acumulación anormal o excesiva de grasa; que repercute negativamente en la salud de quienes la padecen (OMS, 2018). Dicho deterioro de la salud se evidencia en un aumento de la mortalidad y morbilidad, pues se ha reconocido a la obesidad como un factor

de riesgo en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, cáncer (Aranceta, Pérez, Alberdi, Ramos, & Lázaro, 2016) y enfermedades crónicas no transmisibles en general (Dávila, Gonzales, & Barrera, 2014).

2.2.2. La antropometría en el estudio de la obesidad

La antropometría es una ciencia que se desarrolló en el siglo XVIII de la mano de estadistas como Adolphe Quetelet y Louis R. Villerme (Meisel & Vega, 2007). En la actualidad es uno de los métodos más desarrollados para el estudio de la composición corporal, llegando a sumar más de 100 fórmulas para la estimación de la grasa subcutánea (Portao, Bescós, Iruetia, Cacciatori, & Vallejo, 2009). También se han difundido indicadores antropométricos para estudiar la obesidad o la presencia de riesgo cardiometabólico, tales como el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de cintura (PC), índice de cadera cintura (ICC) y el índice de cintura-talla (ICT) (Ashwell & Gibson, 2016). El éxito de la antropometría se debe a que es un método rápido, seguro y de bajo costo, pero que presenta alta variabilidad de resultados debido a que su precisión depende en gran medida de la habilidad del evaluador (Aristizábal, Restrepo, & Estrada, 2007). Otra limitación es que la mayoría de los métodos antropométricos se desarrollaron en poblaciones específicas y no han sido adaptados ni validados para poblaciones étnicamente distintas (Rosales, 2012).

2.2.3. IMC como herramienta para diagnosticar obesidad: origen, efectividad y deficiencias

Fue Adolphe Quetelet, astrónomo belga, quien presentó lo que hoy conocemos como IMC o índice de Quetelet, en su obra «*Sur l'homme et le développement de ses facultés. Essai d'une physique sociale*» en 1835 (Puche, 2005). Quetelet intentó así describir al “hombre promedio”, estudiando matemáticamente las distribuciones de diferentes características humanas; a lo que llamó “promedios sociales” (Nuttall, 2015). No fue hasta 1972 cuando se le dio su nombre actual por Keys y colaboradores; y no fue hasta 1985 cuando se utilizó por primera vez para predecir el contenido de grasa corporal en un estudio realizado por Garrow y Webster (Puche, 2005). Hoy en día, para determinar el sobrepeso y la obesidad, la OMS (2018)

recomienda el uso del Índice de Masa Corporal (IMC), que es el peso de una persona en kilogramos dividido por el cuadrado de su talla en metros; siendo los puntos de corte, tanto en hombres como mujeres, superior o igual a 25 para sobrepeso, e igual o mayor a 30 para obesidad. No obstante, la OMS (2018) reconoce que el IMC es un valor aproximado ya que no difiere entre los distintos grosores de las personas. Si bien el uso extendido del IMC se debe a la facilidad de su obtención y a su alta correlación con el %GC, sus limitaciones yacen en el hecho de que sobreestima la grasa corporal en personas con mayor masa muscular (Ibáñez, Poveda, Goñi, & Rebato, 2014). Otro estudio encontró que la relación entre IMC y el %GC, si bien no mostraba diferencias significativas entre hombres hispano americanos, afroamericanos o europeos americanos; si existían notables diferencias para las mujeres hispano americanas con respecto a las demás mujeres. Para explicar esta variación se resaltaron los distintos estilos de vida; pero también, las diferencias genéticas (Fernández *et al.* 2003). Esta hipótesis coincide con lo expresado por Díaz y Espinoza (2012), quienes explican que la composición corporal no solo se ve afectada por factores como son el sexo, edad, hábitos alimenticios y actividad física; sino también por la etnia del individuo. Existen estudios que evalúan la efectividad del IMC para distintas poblaciones. Tal es el caso de en un estudio realizado en Lima, Perú, por Cahuana y Taype (2016); en el cual, en una población de adolescentes de 12 a 16 años, se midió el nivel de correlación entre el estado nutricional según IMC y el somatotipo de Heath-Carer, resultando una alta afinidad entre delgadez-ectomorfo, moderada en normalidad-mesomorfo y baja para obesidad-endomorfo. Dicho estudio menciona que sus resultados parecen señalar la poca afinidad del IMC a la hora de predecir la composición corporal en adolescentes peruanos. De forma similar en España como parte de una investigación se calculó el IMC y el %GC de 1211 adolescentes mujeres de entre 14 y 19 años. Como resultado se obtuvo que según IMC un 21.1% de las mujeres evaluadas tenían sobrepeso y un 4% obesidad; mientras que al evaluarlas según valores recomendados de %GC estos números se elevaron al 28.7 y 7.9% respectivamente (Barahona *et al.* 2018). También en España se realizó un estudio en una población de mujeres adultas de entre 35 a 55 años, donde se evidenció que el 43.7% de las

mujeres obesas según %GC tenían un IMC menor a 30 (Moreno, Gómez, de la Cámara, & Antoranz, 2002). De forma similar, se realizó un estudio en Bogotá, Colombia; donde los resultados de 123 estudiantes universitarios mostraron que el IMC subestimaba en 13.2% los casos de obesidad en mujeres al compararlo con el %GC; mientras que en hombres se sobreestimó la obesidad un 1.5% (Cardozo, Cuervo, Yamir, Torres, & Alejandro, 2016). Otros autores han propuesto ajustar los puntos de corte del IMC para diagnosticar obesidad según las necesidades de poblaciones étnicamente diferentes, como es el caso sujetos de origen asiático, para quienes se ha propuesto que un IMC mayor a 25 para determinar obesidad; debido a que se ha observado que en esta población se desarrolla enfermedades como la diabetes y enfermedades cardiovasculares con cifras de IMC menores a 30 (Moreno, 2012). De forma similar un estudio realizado en España encontró que, tras evaluar a 282 personas, un IMC de 27.5 en hombre y 27.4 en mujeres coincidían con 25% y 35% de %GG; mientras que a un IMC de 26 en hombres y 24 en mujeres se acentuaban comorbilidades de la obesidad como resistencia a la insulina, insulinemia y aumento de la presión arterial (Fernández, Montserrat, Casamitjana, Saez, & Ricart, 2001).

A pesar del panorama crítico sobre la precisión del IMC, una investigación concluyó que el IMC sería incluso un mejor predictor del riesgo de enfermedad cardiovascular que el %GC o el índice de adiposidad (grasa corporal en kg dividido entre la estatura), dándole así una importancia clínica superior al IMC en comparación al estudio de la adiposidad, debido a un criterio de costo-beneficio (Ortega, Sui, Lavie, & Blair, 2016).

Tabla 1. Punto de corte de IMC según la OMS

Clasificación	IMC (kg/m²)
Bajo peso	<18.5
Normal	[18.5, 25)
Sobrepeso	[25, 30)
Obesidad tipo 1	[30, 35)
Obesidad tipo 2	[35, 40)
Obesidad tipo 3	≥40

2.2.4. Porcentaje de grasa

Actualmente se reconoce al tejido adiposo como un órgano endocrino, metabólicamente activo y capaz de segregar hormonas denominadas adipocitoquinas o adipoquinas, las cuales estarían implicadas en desarrollo de complicaciones metabólicas y cardiovasculares (Hernández *et al.* 2017).

Para calcular el porcentaje de grasa de forma directa se requiere diseccionar el cadáver, lo que limita su aplicación. Debido a esto se han desarrollado métodos indirectos y doblemente indirectos para estudiar la composición corporal, siendo los últimos de especial interés por su accesibilidad y bajo costo (Costa, Alonso, Patrocinio, Candia, & de Paz, 2015). Los pliegues cutáneos son un método ampliamente difundido para calcular el %GC debido a su accesibilidad; pero que presenta limitaciones como son la alta variabilidad de la medición según la persona que la realice, o debido a las diferencias del grosor y/o elasticidad de la piel entre individuos, o por la dificultad que implica coger un pliegue cutáneo cuando es demasiado grande (Kuczmarski, Faneii, & Koch, 1987; Hernández, Martínez de Morentín, Pérez, Navas, & Martínez, 2010). La biompedancia surge como una alternativa a los pliegues cutáneos debido a su simplicidad de aplicación y a su relativo bajo costo (Portao, Bescós, Irurtia, Cacciatori, & Vallejo, 2009). En la Tabla 2 se resumen los métodos para calcular la grasa corporal.

En la actualidad distintos autores han propuesto parametrizar el exceso de grasa que definirá obesidad como puntos de corte del porcentaje de %GC. Es así, que la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), en un consenso del año 2016, establece los valores de >25% en hombres y >33% en mujeres para definir obesidad (Lecube *et al.* 2016). De forma similar la *Obesity Medicine Association* propone los puntos de corte ≥ 25 en hombres y ≥ 32 en mujeres; pero señala también que la evaluación de la obesidad debe darse considerando las ventajas y desventajas de cada método, es decir IMC, PC, y %GC; puesto que el %GC tiene menor afinidad que el PC para predecir riesgo de enfermedad metabólica (Welcome, 2019). Los puntos de corte más utilizados de %GC en la literatura científica para definir obesidad o exceso de grasa suelen ser de >25% en hombres y >30% en mujeres (Shah &

Braverman, 2012). En la tabla 3 se resumen las propuestas de puntos de corte para el %GC.

Un estudio realizado en Beijing, China, comparó la correlación del IMC y del %GC con distintos indicadores bioquímicos de riesgo cardiovascular (glicemia, perfil lipídico y presión sanguínea), en personas adultas examinadas en el Hospital General del Ejército Popular de Liberación de Beijing; determinando que el %GC era el predictor de mayor afinidad (Zeng, Dong, Sun, Xie, & Cui, 2012)

Tabla 2. Métodos para calcular la grasa corporal (Adaptado de Costa et al. 2015 y Pallarola & Tarducci, 2014)

Tipo	Método	Ventajas	Limitaciones
Directo	Disección	Máxima precisión	Imposible <i>in vivo</i>
Indirecto	TAC	Muy alta precisión	Exposición a dosis elevadas de radiación, elevado costo
	RNM	Muy alta precisión	Elevado costo
	DXA	Alta precisión	Elevado costo, dificultad de aplicación en individuos robustos o muy altos, exposición a niveles bajos de radiación
	Pletismografía	Alta precisión	Sobreestima el %GC en individuos obesos y lo subestima en individuos muy magros
Doblemente indirectos	DID	Alta precisión, facilidad de aplicación e inocuidad	Varía según el nivel de hidratación de la masa libre de grasa y que se basa en el supuesto de que la grasa es anhidra
	Biimpedancia	Simplicidad de aplicación y relativo bajo costo	Varía según el nivel de hidratación y depende de la calidad del equipo
	Pliegues cutáneos	Bajo costo	Alta variabilidad

Donde TAC: tomografía axial computarizada, RMN: resonancia magnética nuclear, DXA: doble absorciometría de rayos X, DID: Dilución isotópica con deuterio.

Tabla 3. Punto de corte del %GC según diversas fuentes

Fuente	Hombres	Mujeres	Define
SEEDO 2016	>25	>33	Obesidad
SEEDO 2007	>25	>33	Obesidad
	(20, 25]	(30, 33]	Límite
	[12, 20]	[20, 30]	Normal
Omron HealthCare (Basado en Gallagher <i>et al.</i> 2000)	<8	<21	Bajo
	[8, 20)	[21, 33)	Normal
	[20, 25)	[33, 39)	Elevado
	≥25	≥39	Muy Elevado

2.2.5. Grasa Visceral

La OMS en su publicación: *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio* (2008) menciona a la grasa visceral como sinónimo de obesidad central o grasa ubicada en el área abdominal. Si bien el tejido adiposo abdominal contiene tanto a una porción de la grasa visceral y subcutánea, estas secciones se diferencian por su metabolismo y drenaje venoso. La grasa visceral se drena vía circulación porta y produce mayor cantidad de citoquinas inflamatorias; mientras que la grasa subcutánea se drena vía circulación sistémica (Prazeres *et al.* 2018). Específicamente, la grasa visceral está compuesto por la grasa mesentérica y la de los epiplones, que envuelven a los órganos de la zona abdominal. (Martinez, Barceló, Gómez, & Ramírez, 2015).

Un tejido adiposo visceral aumentado se asocia con resistencia a la insulina, procesos aterogénicos, protrombóticos e inflamatorios (Hernández *et al.* 2017). Diversas investigaciones han tratado de relacionar la GV con factores de riesgo cardiometabólico, tal es el caso de un estudio realizado en Colombia, en el que se evaluaron a 413 hombres adultos, se encontró que aquellos que tenían niveles bajos de GV presentaron mejores niveles de índice lipídico metabólico (suma de colesterol total, colesterol HDL, colesterol

LDL y glucosa en ayuno), además en colesterol total y relación colesterol total/colesterol HDL (García, Niño, Gonzáles, & Ramírez, 2016).

2.2.6. Perímetro de cintura (PC) e Índice de Cadera-Cintura (ICC)

Ambas medidas, tanto el PC como el ICC, son recomendadas como herramientas complementarias al IMC debido a las siguientes características: el PC se relaciona con la obesidad central o visceral; mientras que el ICC, que se utiliza como indicador de la distribución de la grasa corporal, se relaciona tanto con el tejido graso subcutáneo como con el intraabdominal, y se utiliza también como predictor de riesgo de enfermedad cardiovascular y mortalidad (OMS, 2008). Un estudio que analizó el comportamiento de distintas medidas antropométricas en 1518 adultos peruanos encontró que el PC discriminaría mejor a las mujeres con glucosa elevada en ayunas y triglicéridos elevados en hombres, mientras que el ICC tendría una mayor correlación con valores elevados de presión sanguínea tanto en hombres como mujeres (Knowles *et al.* 2011). La OMS (2008) menciona que existen estudios que recomiendan puntos de corte de PC e ICC específicos para sudamericanos, siendo dichos puntos de corte entre 88-90 cm en hombres y 83-84 cm en mujeres para el PC, y entre 0.85-0.95 en hombres y 0.80-1.18 en mujeres para el ICC. Si bien estos estudios parecen señalar que para los sudamericanos el PC debería ser menor que el recomendado para europeos, el ICC adecuado sería similar; sin embargo, la evidencia se considera escasa como para establecer recomendaciones (Lear, James, Ko, & Kumanyika, 2010). En la Tabla 4 y 5 se recopilan los puntos de corte recomendados según diversas fuentes, para el ICC y PC respectivamente.

Tabla 4. Puntos de corte del ICC según diversas fuentes

Fuente	Puntos de corte		Define
	Hombres	Mujeres	
OMS (2018)	≥0.90	≥0.85	Distribución de grasa y riesgo cardiovascular
Lear <i>et al.</i> 2010	0.85-0.95 (suramericanos)	0.80-1.18 (suramericanos)	Riesgo cardiovascular (insuficiente evidencia)

Tabla 5. Puntos de corte del PC según diversas fuentes

Fuente	Puntos de corte del perímetro de cintura		Define
	Hombres	Mujeres	
Adult Panel Treatment III (2001)	> 102	>88	Obesidad abdominal y riesgo a resistencia a la insulina y síndrome metabólico
International Federation of Diabetics (2006)	≥94 (europeos) ≥90 (asiáticos)	≥80 (europeas y asiáticas)	Obesidad central, riesgo a desarrollar resistencia a la insulina y síndrome metabólico
OMS (2009)	>102 (muy aumentado) >94 (aumentado)	>88 (muy aumentado) >80 (aumentado)	Obesidad central y riesgo de enfermedad
NAASO, The Obesity Society. American Society for Nutrition y American Diabetes Association (2007)	>102	>88	Riesgo de enfermedad cardiometabólica.
Díaz <i>et al.</i> 2017	>86.75	80,5	Disglucemia en colombianos
Gallo <i>et al.</i> 2013	>92	>84	Resistencia a la insulina en colombianos
Lear <i>et al.</i> 2010	>88-90 cm	>83-84	Riesgo cardiovascular (insuficiente evidencia)

2.2.7. Índice de Cintura-Talla (ICT)

La relación de cintura entre talla suele utilizarse como indicador de obesidad central y más frecuentemente como predictor de riesgo cardiovascular y metabólico (Ashwell & Gibson, 2016). Las ventajas de este indicador, con las que podrían explicar su elevado éxito para predecir factores de riesgo, son que no varía con la edad y que a diferencia del ICC, al poner la cintura en relación a la talla, su medición no se ve afectada por las diferentes

dimensiones corporales presentes en personas de diferentes estaturas (Hernández & Duchi, 2015). Por lo general, es aceptada la idea de que la medida de la cintura debe ser menor a la mitad de la talla, por lo que $ICT < 0.5$ es el punto de corte más mencionado en la literatura para diferenciar individuos sanos de obesos o con presencia de riesgo, tanto en niños como en adultos (Hernández & Duchi, 2015; Dolores, *et al.*, 2013; Remón, González, & Arpa, 2013; Torresani, Oliva, Rossi, Echevarría, & Maffei, 2014).

2.3. Definición de términos

- **Antropometría:** Estudio del cuerpo humano y su composición a través de medidas corporales.
- **Porcentaje de grasa corporal (%GC):** Es el porcentaje de masa corporal que corresponde a grasa.
- **Grasa visceral (GV):** Porción de la grasa corporal que envuelve a los órganos. Se diferencia por su actividad metabólica y su drenaje sanguíneo.
- **Peso (P):** Se refiere a la masa de un individuo en kilogramos.
- **Talla (T):** Altura de una persona en centímetros o metros según se indique. Se obtiene mediante un tallímetro al colocar al individuo de pie, con los pies juntos y en contacto con el tallímetro mediante los talones, glúteos y espalda. La cabeza se coloca en el plano de Frankfort, es decir, alineada de forma horizontal tal que el arco orbital coincida con el trago de la oreja (ISAK, 2001).
- **Índice de masa corporal (IMC):** Índice de masa corporal. Relación del peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros. Se utiliza como *gold estandar* para definir obesidad.
- **Perímetro de cintura (PC):** Perímetro de cintura en centímetros. Se mide con el individuo de pie, en posición relajada y con los brazos cruzados sobre el tórax. Es el punto más angosto entre la décima costilla y la cresta ilíaca. El sujeto baja los brazos y se toma la medida al final de la espiración (ISAK, 2001).
- **Perímetro de cadera (PCa):** Perímetro de cadera en centímetros. Se mide con el individuo de pie, con los pies juntos, en posición relajada y con los brazos cruzados sobre el tórax. Se toma la medida en la mayor protuberancia posterior de las nalgas. (ISAK, 2001).

- **Índice de cadera cintura (ICC):** División entre el PC y el PCa. Se utiliza para describir la distribución de grasa y como predictor de riesgo cardiovascular (OMS, 2008).
- **Índice de cintura-talla (ICT):** División entre la talla en cm por el Pc en cm. Suele utilizarse para detectar obesidad abdominal y los riesgos asociados (Ashwell & Gibson, 2016).
- **Índice antropométrico (IA):** Definido como 10 veces la talla en cm, dividida por la raíz cubica de la multiplicación entre el P, Pc y Pca.
- **Riesgo cardiometabólico:** Presencia de factores de riesgo relacionados con enfermedades cardiovasculares o relacionadas a disfunciones metabólicas

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Balanza de bioimpedancia OMRON HBF-514C, cuya efectividad para este tipo de análisis lo demuestra Moreno *et al.* (2001), tallímetro fijo de madera fabricado según la normativa del MINSA (2007) y cinta métrica Lufkin W606PM.

3.2. Métodos

3.2.1. Diseño metodológico

El presente estudio tuvo un enfoque de diseño descriptivo correlacional, cuantitativo y de corte transversal.

3.2.2. Población y muestra

La población estuvo determinada por la totalidad de los estudiantes del SENATI de Independencia del año 2018, cuya cifra ascendía a 13999 personas, distribuidas entre 10722 hombres y 3277 mujeres. Para obtener el tamaño de muestra se utilizó la fórmula:

$$(1) \quad n = \frac{N \times Z^2 \times \sigma^2}{(N-1) \times e^2 + Z^2 \times \sigma^2}$$

Se realizó una prueba piloto midiendo el IMC de 60 personas (30 hombres y 30 mujeres) con la finalidad de determinar la varianza (σ^2) del IMC ($\sigma^2 = 16.32$ en hombres y $\sigma^2 = 6.39$ en mujeres). El error máximo admisible fue de 2%. Como resultado se obtuvo un tamaño de muestra de 259 hombres y 133 mujeres. El rango de edad establecido fue de 18 a 30 años.

3.3.3. Protocolos para la toma de datos

a. Recopilación de datos: Todos los datos obtenidos de la muestra se conjugaron en el Cuestionario (Anexo 1) y la Ficha de recopilación de datos (Anexo 2)

b. Consentimiento informado: Todas las personas examinadas firmaron un consentimiento informado para autorizar el uso de sus datos y medidas en la presente investigación (Anexo 1).

c. Medidas antropométricas:

Todas las medidas antropométricas se obtuvieron utilizando el método establecido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, 2001).

d. Criterios de exclusión: Fueron excluidos los datos de las personas que declararon en el cuestionario (Anexo 1):

- Ser menores de 18 años o mayores a 30.
- Sufrir de alguna patología metabólica.
- Tomar medicamento que pudiesen afectar el balance hídrico.
- Haber ingerido comida o líquidos 2 horas antes de la evaluación.
- Haber tomado bebidas alcohólicas en las últimas 24 horas.
- Haber tomado bebidas con cafeína en las últimas 12 horas.
- Haber realizado alguna actividad física intensa en la últimas 12 horas.
- Mujeres que se encontraban en su periodo menstrual.
- Mujeres gestantes.
- Aquellos que poseían prótesis o elemento de metal inamovibles en sus cuerpos (*Brackets*, por ejemplo).

3.3.4. Determinación del modelo predictivo

Se realizaron análisis de regresión lineal simple y de regresión lineal múltiple escalonada utilizando como variables dependientes al %GC y a la GV. Los indicadores antropométricos utilizados como variables independientes (predictores) fueron: peso (P), talla (T), IMC, PC, PCa, ICC, ICT e índice antropométrico, el cual se define de la siguiente manera:

$$(2) \quad \text{Índice antropométrico (IA)} = 10 \times \frac{T_{cm}}{\sqrt[3]{P_{kg} \times PC_{cm} \times PCa_{cm}}}$$

Dónde T: Talla, P: Peso, PC: Perímetro de cintura y PCa: Perímetro de cadera

Se consideró también a la edad (E) como variable independiente. Se probaron diferentes funciones matemáticas de estas variables independientes

para la regresión múltiple. Posteriormente, se seleccionaron los dos modelos para cada sexo y variable dependiente con mayor coeficiente de determinación corregido (R^2c) y menor error de estimación (E.E).

3.3.5. Validación de fórmulas

Se validaron las fórmulas de estos modelos de la siguiente manera:

$$(3) \quad \text{Validación} = \left| 1 - \frac{\text{Valor estimado}}{\text{Valor real}} \right| \times 100\%$$

Se utilizó el promedio aritmético de los valores de validación de modo de margen de error promedio. Para verificar la capacidad predictiva de las fórmulas seleccionadas de forma más estricta, se aplicaron en una nueva data compuesta de 52 personas (26 hombres y 26 mujeres).

3.3.6 Determinación de puntos de corte

De forma complementaria, se trató de estimar el valor predictivo del IA para factores de riesgo cardiometabólico. Como se mencionó en el desarrollo de la presente investigación, existen diferentes indicadores antropométricos a los que la literatura les reconoce valor predictivo a ciertas patologías. Se utilizaron los puntos de corte PC, ICT, ICC, %GC y GV que se muestran en la Tabla 6 para establecer una variable dicotómica: la presencia de riesgo (1) cuando al menos un indicador tomaba un valor mayor al recomendado, y ausencia de riesgo (0) cuando todos estos indicadores señalaban los valores recomendados. Una vez hecho esto se comparó la capacidad del IMC con la del IA para discriminar la presencia y ausencia de riesgo. Para este fin, se utilizó el Gráfico de Características Operativas del Receptor (ROC por sus siglas en inglés) que es un modelo de representación de la sensibilidad vs especificidad.

$$(4) \quad \text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP+FN}$$

$$(5) \quad \text{Especificidad} = \frac{VN}{VN+FP}$$

Donde VP: verdaderos positivos, FN: falsos negativos, VN: verdaderos negativos y FP: falsos positivos

Se utilizó el Área Bajo la Curva (AUC por sus siglas en ingles) de la curva ROC para determinar el test con mayor capacidad discriminatoria. Luego, se aplicó el Índice de Youden (ecuación 3) para encontrar los puntos de corte con mayor capacidad discriminativa.

$$(6) \quad \text{Índice de Youden} = \text{Especificidad} + \text{Sensibilidad} - 1$$

Los criterios de selección de puntos de corte se complementaron además con el índice de exactitud (7), odds-ratio (8) diagnóstica (ORD) (9) y f-score (10)

$$(7) \quad \text{Índice de exactitud} = \frac{(VP + VN)}{(VP + VN + FP + FN)}$$

$$(8) \quad ORD = \frac{VP \times VN}{FN \times FP}$$

$$(9) \quad f \text{ Score} = 2 \times \frac{\text{Precisión} \times \text{Sensibilidad}}{\text{Precisión} + \text{Sensibilidad}}$$

$$(10) \quad \text{Dónde: Precisión} = \frac{VP}{VP + FP}$$

Tabla 6. Puntos de corte utilizados en las prueba ROC

Indicador	GV	%GC	IMC	PC	ICC	ICT
Hombres		>25		>94	≥0.90	
	≥10		≥30			≥0.5
Mujeres		>33		>80	≥0.85	

Donde IMC: índice de masa corporal, PC: perímetro de cintura, ICC: índice de cadera-cintura, ICT: índice de cintura-talla, %GC: porcentaje de grasa corporal, GV: grasa visceral

3.3.7. Procesamiento de datos

Todos los procedimientos estadísticos fueron realizados con el programa IBM SPSS Statistics 25 (versión de prueba).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características de la población

En la Tabla 7 se muestra el resumen de las clasificaciones de los individuos evaluados según los puntos de corte recomendados de sus indicadores antropométricos.

Tabla 7. Clasificación de la muestra según indicadores antropométricos

Indicador	Definición	Hombres			Mujeres		
		Rango	Casos	Porcentaje	Rango	Casos	Porcentaje
IMC	Bajo	<18.5	5	1.93		2	1.50
	Normal	[18.5, 25)	148	57.14		88	66.17
	Sobrepeso	[25, 30)	85	32.82		37	27.82
	Obesidad I	[30, 35)	14	5.41		5	3.76
	Obesidad II	[35, 40)	5	1.93		1	0.75
	Obesidad III	≥40	2	0.77		0	0.00
PC	Muy aumentado	>102	11	4.25	>88	5	3.76
	Aumentado	(94, 102]	14	5.41	(88, 80]	29	21.80
	Normal	≤94	234	90.35	≤80	99	74.44
ICC	Aumentado	≥0.90	36	13.90	≥0.85	16	12.03
	Normal	<0.90	223	86.10	<0.85	117	87.97
ICT	Aumentado	≥0.5	103	39.77		48	36.09
	Normal	<0.5	156	60.23		85	63.91
%GC	Obesidad	>25	88	33.98	>33	92	69.17
	Recomendado	≤25	171	66.02	≤33	41	30.83
GV	Muy aumentado	≥15	8	3.09		0	0.00
	Aumentado	[10, 14]	37	14.29		0	0.00
	Normal	≤9	214	82.63		133	100.00

Donde IMC: índice de masa corporal, PC: perímetro de cintura, ICC: índice de cadera-cintura, ICT: índice de cintura-talla, %GC: porcentaje de grasa corporal, GV: grasa visceral

Los puntos de corte utilizados para la GV son los recomendados por el manual de la balanza HBF-514C. Se observó una tendencia negativa en la población masculina. Para todos los indicadores antropométricos, además también en GV, los hombres superaban en mayor medida que las mujeres las cantidades recomendadas. Sucedió lo contrario con el %GC, donde el 69.17% de las mujeres presentó obesidad según este indicador, mientras que los hombres solo el 33.98%. Como se ha mencionado en las bases teóricas, las medidas antropométricas se suelen relacionar con la presencia de indicadores de riesgo cardiometabólico. El hecho de que hayan más hombres con presencia de riesgo a pesar de que las mujeres hayan tenido en mayor medida un %GC elevado, se puede explicar por la distribución de grasa. Un ICC elevado (13.9% en hombres > 12.03% en mujeres) significa mayor acumulación de grasa en la zona abdominal que en la cadera, llamada distribución androide; mientras que los valores más bajos significan lo contrario, llamada distribución ginoide. Se ha observado que en una distribución androide se presenta mayor incidencia de factores de riesgo como resistencia a la insulina e hiperinsulinismo (Barceló, Borroto, & Rodríguez, 2002). Otra posible explicación a la mayor presencia de obesos hombres podría estar vinculada a la edad de la muestra. Se ha observado que en el Perú la prevalencia de obesidad es menor en adultos jóvenes de 20 a 29 años (8.9%), que en adultos mayores de 30 y menores de 59 (19.8%) (Villena, 2017). En la muestra estudiada las mujeres fueron en proporción más jóvenes que los hombres. En la Tabla 8 se muestra la distribución de la muestra según la edad.

Tabla 8. Distribución de edad de la muestra

Rango de edad	Hombres	Mujeres	Total
18-21	191 (73.7%)	116 (87.2%)	307 (78.32%)
22-25	55 (21.2%)	13 (9.8%)	68 (17.35%)
25-30	13 (5.0%)	4 (3.0%)	17 (4.34%)
Total	259 (100%)	133 (100%)	392 (100%)

Esta información sugiere que la edad podría influir en la prevalencia de la obesidad. Es también importante resaltar que en la muestra estudiada la distribución de edad no fue uniforme, pues el 78.32% de los individuos corresponden al rango de edad más joven.

4.2. Presentación de modelos predictivos

En la Tabla 9 se detallan los estadísticos de las regresiones lineales simples (7 por sexo) entre los indicadores antropométricos con el %GC y la GV, así como los modelos de regresión lineal múltiple más relevantes (1 para hombres y 2 para mujeres). Para obtener estos modelos se evaluaron 80 indicadores obtenidos a partir de transformaciones matemáticas de los indicadores utilizados para las regresiones simples.

Tabla 9. Resumen de modelos de regresión para el %GV y la GV

Sexo	Variables incluidas	%Grasa corporal			Grasa visceral				
		Modelo	R ²	R ² c	E.E	Modelo	R ²	R ² c	E.E
Hombres	P	Ch1	0.727	0.726	3.853	Vh1	0.791	0.790	1.534
	IMC	Ch2	0.837	0.836	2.978	Vh2	0.957	0.957	0.698
	Pc	Ch3	0.805	0.805	3.251	Vh3	0.831	0.830	1.381
	Pca	Ch4	0.725	0.724	3.867	Vh4	0.734	0.733	1.732
	ICC	Ch5	0.400	0.398	5.708	Vh5	0.410	0.408	2.577
	ICT	Ch6	0.793	0.792	3.357	Vh6	0.847	0.847	1.312
	IA	Ch7	0.901	0.901	2.319	Vh7	0.935	0.935	0.853
	IMC ^{1/2} , 1/E y Log ₁₀ ICT	-	-	-	-	Vh8	0.968	0.967	0.605

**Continuación de la Tabla 9. Resumen de modelos de regresión para el %GC y
GV**

Sexo	Variables incluidas	%Grasa corporal			Grasa visceral				
		Modelo	R ²	R ² c	E.E	Modelo	R ²	R ² a	E.E
Mujeres	P	Cm1	0.574	0.571	4.578	Vm1	0.597	0.594	0.743
	IMC	Cm2	0.726	0.724	3.670	Vm2	0.816	0.814	0.503
	Pc	Cm3	0.576	0.573	4.567	Vm3	0.626	0.623	0.716
	Pca	Cm4	0.673	0.670	4.012	Vm4	0.627	0.624	0.715
	ICC	Cm5	0.101	0.094	6.652	Vm5	0.156	0.150	1.075
	ICT	Cm6	0.629	0.626	4.274	Vm6	0.722	0.720	0.617
	IA	Cm7	0.790	0.789	3.213	Vm7	0.845	0.843	0.461
	IA, 1/ICC, ICC ³ y 1/ICT	Cm8	0.818	0.812	3.031	-	-	-	-
	Ln(IA), E ^{1/2} y 1/T	-	-	-	-	Vm9	0.875	0.872	0.417

Donde R²: Coeficiente de determinación, R²a: Coeficiente de determinación corregido, E.E: Error de estimación. En la nomenclatura de los modelos C: Porcentaje de grasa corporal, V: Grasa visceral, h: Hombres, m: Mujeres.

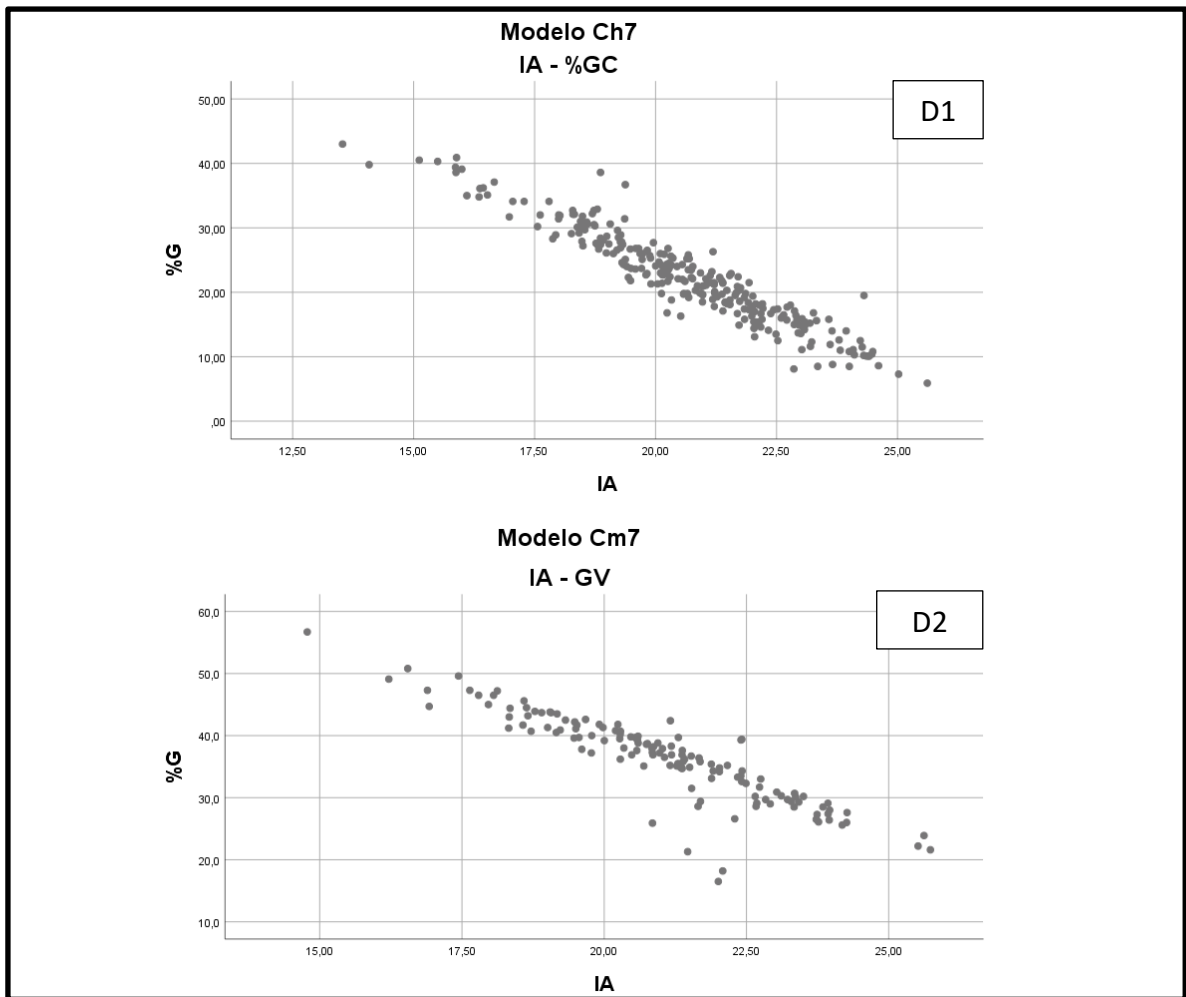


Figura 1. Diagramas de dispersión para el %GC

Donde D1: IA vs %GC (hombres), D2: IA vs %GC (mujeres)

Los gráficos de dispersión muestran una aproximación de la relación entre variables y nos hacen dar una idea del tipo de relación que comparten. Tanto en hombres como mujeres el IA sostuvo el mayor R^2 con el %GC en un modelo de ajuste lineal. Los gráficos de los modelos relegados se muestran en el Anexo 7 y 8, para hombres y mujeres respectivamente. Dichos gráficos parecen indicar una tendencia exponencial. En la mayoría de los casos el ajuste se volvía lineal al probar el recíproco de las variables independientes; pero esto no se consideró relevante debido a que los modelos Ch7 y Cm7, relativos al IA, mantuvieron el mayor R^2 y con ajuste lineal.

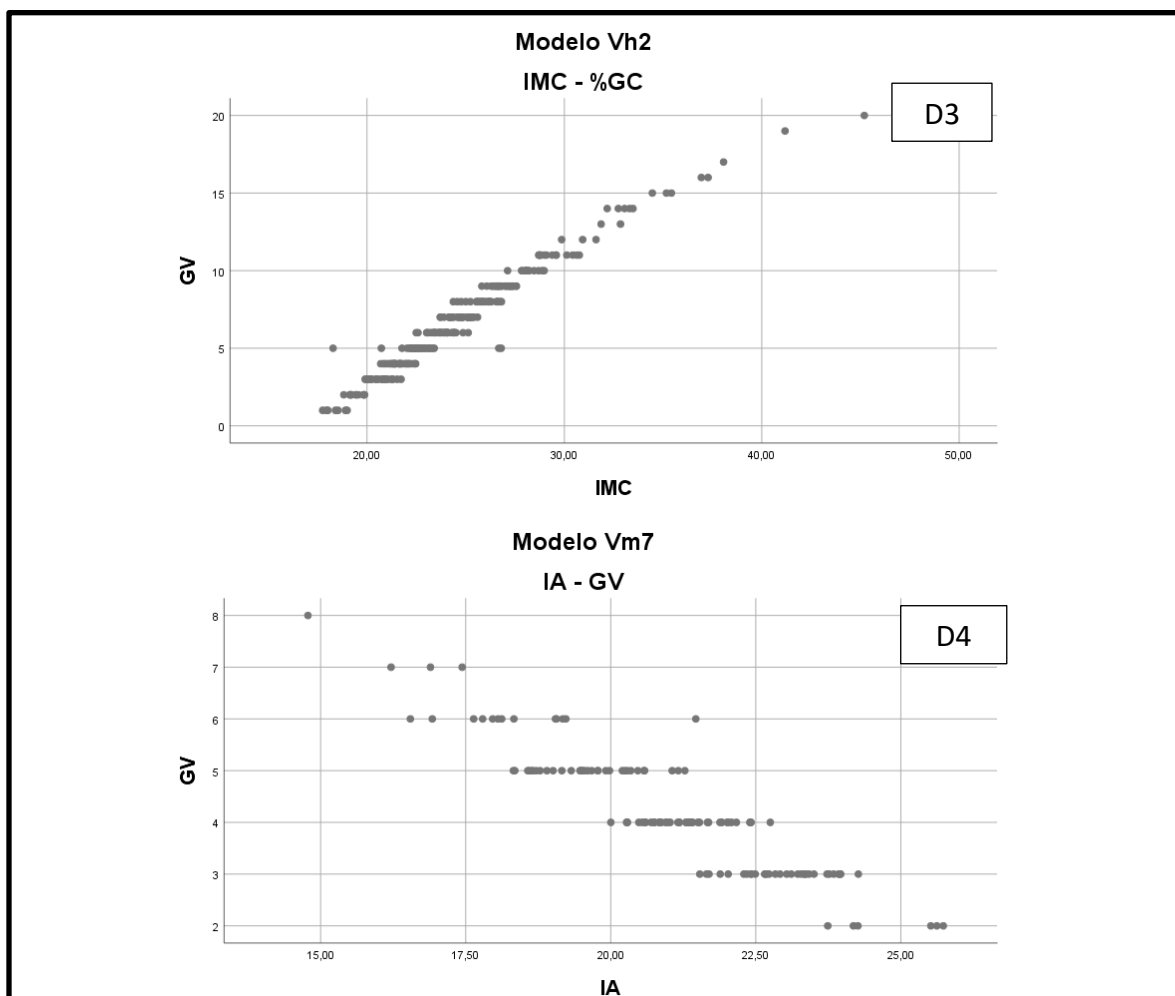


Figura 2. Diagramas de dispersión simple para la GV

Donde D3: IMC vs GV (hombres), D4: IA vs GV (mujeres)

El modelo Vh2, relativo al IMC en hombres, presentó los mejores valores de R^2 y E.E en el ajuste lineal. Se probaron otras líneas de tendencia pero la formula lineal mantuvo el mejor valor de validación. En cuanto a mujeres, el modelo Vm7 (IA) fue el mejor modelo de regresión simple para predecir GV en mujeres. En los Anexos 9 y 10 se muestran los diagramas de dispersión de los modelos relegados para hombres y mujeres respectivamente.

De estos resultados se puede resaltar que si bien el IMC resulto ser un buen predictor de %GC en hombres (R^2 : 0.837) y mujeres (R^2 : 0,726), resulta más interesante su mayor afinidad al momento de predecir GV (R^2 : 0.957 en hombres y R^2 : 0.816 en mujeres). Esto se podría explicar de acuerdo a los resultados Ortega *et al.* (2016), quien encontró una mayor importancia en el IMC al momento de predecir factores de riesgo cardiovascular en comparación a otros

estudios más complejos de adiposidad. Esto se debería a que la grasa visceral ha sido ampliamente reconocida como la fracción del tejido adiposo con mayor actividad metabólica relacionada al desarrollo de distintas patologías, entre ellas cardiovasculares (Hernández *et al.* 2017).

Usualmente se utilizan los términos obesidad abdominal, obesidad central y obesidad visceral para referirse a lo mismo, tal cual menciona la OMS (2008) en su más reciente publicación sobre el PC e ICC. Los resultados sobre el PC e ICC parecen desaprobar la idea de que la obesidad abdominal y la obesidad visceral sean siempre equivalentes. El PC en mujeres mantiene una correlación moderada con el %GC (R^2 : 0.573) y la GV (R^2 : 0.623), por lo que no sería extraño encontrar mujeres con un valor de PC recomendado pero con %GC o GV elevada; es decir obesidad visceral en ausencia de obesidad abdominal. En tanto al ICC, resulta ser un ineficiente predictor de GV en hombres (R^2 : 0.410) e ineficaz en mujeres (R^2 : 0.156). Estos valores coinciden con lo expresado por Neovius, Linné y Rossner (2005), quienes en un estudio realizado en Suecia; en una población de adolescentes, encontraron que el ICC era un mal predictor del %GC en ambos sexos. Si bien se presenta evidencia de que el ICC es un mal predictor %GC y GV, hay que considerar que su utilidad práctica radica principalmente en su capacidad para describir la distribución de grasa y no para cuantificarla (OMS, 2008). La poca afinidad del ICC para predecir la GV no implica que este no se relacione directamente con factores de riesgo cardiovascular, ya que diversos estudios han logrado demostrar lo contrario (Knowles *et al.* 2011; Montalbán, 2001). Este contraste de ideas resulta natural al profundizar un poco sobre lo que nos muestra la literatura académica acerca de la anatomía del tejido adiposo. El tejido adiposo abdominal está formado además de grasa visceral, de grasa subcutánea; y la porción de contenido visceral varía de un individuo a otro (Dos Prazeres *et al.* 2018). Según Hernández *et al.* (2017) existen depósitos de grasa visceral fuera de la zona abdominal, como es la grasa epicárdica, tejido graso que recubre al corazón. El mismo autor menciona que si bien diversos estudios relacionan al PC con la GV, su principal desventaja está en su incapacidad para distinguir la grasa subcutánea de la visceral. De forma similar, el ICT muestra ser un buen predictor de %GC y GV en hombres pero moderado en mujeres. A pesar de que

con los valores hallados el ICT es un mejor predictor de la adiposidad que el ICC, sigue estando detrás del IMC. Sin embargo, al igual que con el ICC, existe numerosa evidencia de que el ICT se relaciona bastante bien con factores de riesgo temprano a enfermedad cardiovascular o metabólica. (Ashwell & Gibson, 2016; Hernández *et al.*, 2017; Schneider *et al.*, 2010). La Figura 5 sintetiza las relaciones entre antropometría, obesidad, grasa visceral y riesgo; obtenidas de la literatura académica y de las observaciones del presente estudio.

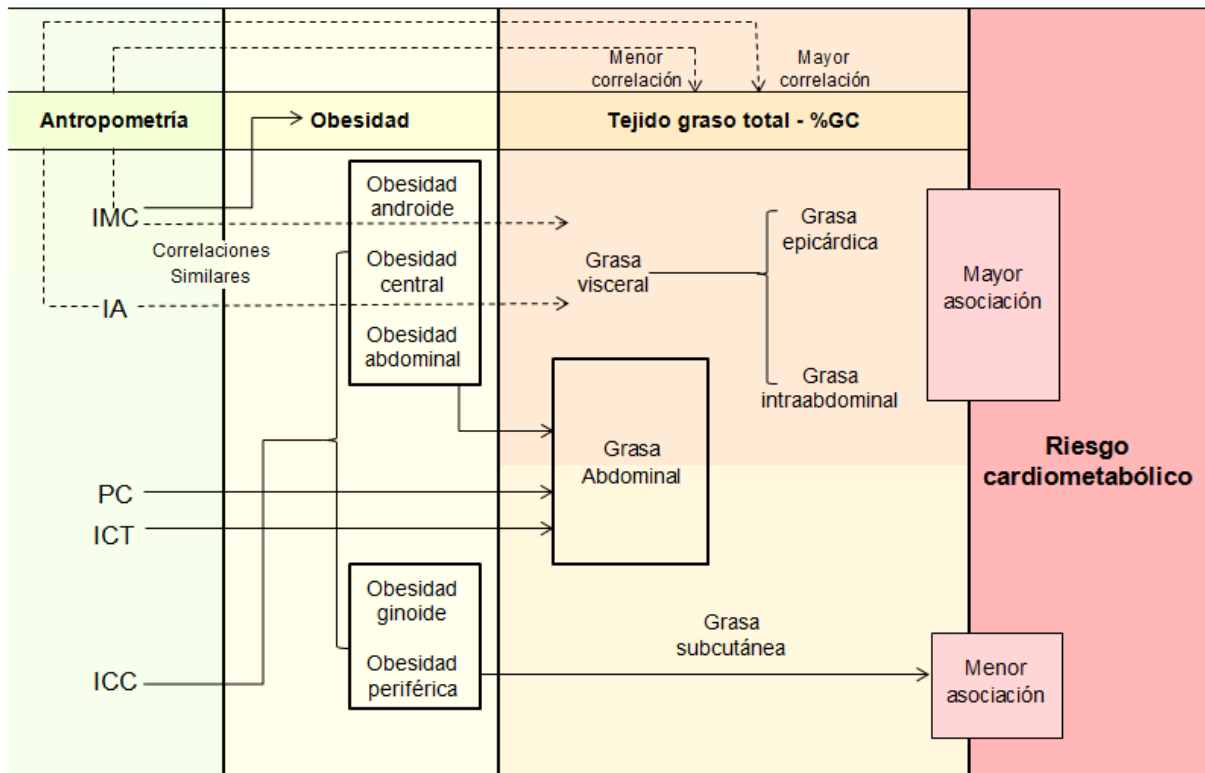


Figura 3. Relaciones entre antropometría, obesidad, grasa y riesgo cardiometabólico (Adaptado de Dos Prazeres et al. 2018; Hernández et al. 2017; Hernández & Duchi, 2015 y OMS, 2008)

IMC: índice de masa corporal, IA: índice antropométrico, PC: perímetro de cintura, ICT: índice de cadera-cintura, ICC: índice de cadera cintura, %GC: porcentaje de grasa corporal, - - - : relaciones observadas en los resultados, — : relaciones extraídas de la literatura

4.3. Validación y selección de los modelos predictivos

En la Tabla 10 se muestran las ecuaciones de los dos modelos de regresión más relevantes tanto para %GC y GV para cada sexo.

Tabla 10. Ecuaciones predictoras de %GC y GV

		%GC			GV		
	M	Fórmula	V	M	Fórmula	V	
Hombres	Ch2	$-19.0205 + 1.6732 \times IMC$	11.39	Vh2	$-13.3657 + 0.8147 \times IMC$	9.95	
	Ch7	$-3.2970 \times IA + 90.4094$	8.61	Vh8	$-26.3258 + 7.4892 \times \sqrt{IMC} - 31.0769 \times \frac{1}{E} + 8.042 * \log_{10} ICT$	8.09	
	Cm7	$100.6664 - 3.0644 \times IA$	6.35	Vm7	$-0.5773 \times IA + 16.4356$	9.07	
Mujeres	Cm8	$27.2828 - 2.3547 \times IA + 55.8769 \times \frac{1}{ICC} + 26.157 \times ICC^3 - 12.3471 \times \frac{1}{ICT}$	6.22	Vm9	$29.8449 - 10.5867 \times \ln IA + 0.6937 \times \sqrt{E} + 534.4901 \times \frac{1}{T}$	8.50	

Donde M: Modelo, V: Validación.

En la Tabla 11 se presenta la validación de las fórmulas presentadas en la Tabla 10, en una nueva data conformada por 23 hombres y 23 mujeres.

Tabla 11. Validación de ecuaciones

		%GC		GV	
Modelo	V	Vm	Modelo	V	Vm
Ch2	10.39	11.39	Vh2	11.86	9.95
Ch7	8.91	8.61	Vh8	8.39	8.09
Cm7	6.77	6.35	Vm7	13.96	9.07
Cm8	7.50	6.22	Vm9	9.00	8.50

V: Validación en la nueva muestra. Vm: Validación en la muestra poblacional

Para determinar qué fórmulas eran las mejores, además de la validación se utilizaron los supuestos de la regresión: linealidad (Anexo 11), independencia (Anexo 12), homocedasticidad (Anexo 13), normalidad (Anexo 14) y no colinealidad (Anexo 15).

Linealidad

En un modelo de regresión lineal se espera que la dispersión entre variables tienda a formar una recta lineal. De los cuatro modelos relevantes resalta la tendencia curva del modelo Ch2. Los modelos Vh8, Cm8 y Vm9 no cumplieron con este supuesto. Sin embargo, es importante resaltar que la variable no lineal en los modelos Vh8 y Vm9 fue la edad. Al contrastar esta observación con los datos de la Tabla 7 se puede inferir que una posible explicación a la falta de linealidad se deba a la distribución de edades en la muestra, donde el 78.32% tuvo una edad entre 18 a 21 años de edad. La falta de datos de personas en el rango más amplio de edad (de 22 a 30 años) pudo haber comprometido la determinación del impacto de la edad sobre la GV. Como se ha mencionado anteriormente se ha observado que los adultos jóvenes tienden a ser menos obesos que los adultos mayores a 30 años (Villena, 2017). También se ha observado que a mayor edad, los peruanos tienden a tener valores de IMC y glucosa más elevados (Cansino, 2014). Es razonable considerar, debido a estas observaciones y los resultados de las regresiones múltiples, que la edad puede influir en la acumulación de GV.

Independencia

Los residuos de la regresión deben ser independientes entre sí. El supuesto de independencia de errores se verificó con la prueba de Durbin-Watson; la cual se considera efectiva si se obtienen valores mayores a 1.5 y menores a 2.5. El modelo Ch2 obtuvo un valor de 1.367, por lo que no cumplió con este supuesto.

Homocedasticidad

Se espera que para cada valor de las variables independientes la varianza de los residuos sea constante. Los modelos Cm2 y Ch2, ambos correspondientes al IMC, fueron los que más evidenciaron no cumplir con el supuesto de homocedasticidad al presentar una tendencia de variabilidad de los residuos tipificados según aumentaba los valores predichos tipificados.

Normalidad

Los residuos estandarizados deben tener una distribución normal. En un gráfico de campana de Gauss, como los del Anexo 8, un área asimétrica en torno a la

media ($\mu=0$) es característica de una distribución no normal. Al comparar el supuesto de normalidad se observó que la distribución de los residuos estandarizados del modelo Ch2 se asemeja más a una distribución normal que la del modelo Ch7, bajo el mismo criterio $Vh8 > Vh2$, mientras que los modelos Cm7, Cm8 y Vm7 y Vm8 mostraron distribuciones no normales similares.

No colinealidad

El supuesto de no colinealidad mostró un alto grado de colinealidad en las regresiones múltiples, resultado esperable debido a que es lógico que las medidas antropométricas de un mismo individuo estén relacionadas entre sí. La solución al problema de la colinealidad sería la conjugación de estos indicadores en un solo índice, lo cual describe al IA. A pesar de esto, se consideró importante el valor predictivo de las regresiones múltiples debido a sus valores de validación tanto en la muestra poblacional como en la muestra de validación.

Todos los criterios anteriormente mencionados se resumen en la Tabla 12, donde se comparan los modelos homólogos.

Tabla 12. Resumen de criterios para la selección de modelos de regresión

Versus	Modelo	Valor predictivo	Lin.	Ind.	Hom.	Nor.	No Col.
Ch7>Ch2	Ch2	<	-	-	-	>	+
	Ch7	>	+	+	+	<	+
Vh8>Vh2	Vh2	<		+	-	<	+
	Vh8	>	≈	+	+	>	-
Cm7>Cm8	Cm7		+	+			+
	Cm8	≈	-	+	≈	≈	-
Vm9>Vm7	Vm7	<	+	+	≈	≈	+
	Vm9	>	-	+			-

Dónde Lin: Linealidad, Ind: Independencia, Hom: Homocedasticidad, Nor: Normalidad, No Col:

No colinealidad, >: mejor parámetro, <: peor parámetro, +: parámetro positivo, -: parámetro negativo y ≈: parámetros similares.

4.4. Puntos de corte

Se determinaron los puntos de corte de IA e IMC que maximizaron la discriminación de la presencia o ausencia de riesgo. La presencia de riesgo estuvo determinada por los valores recomendados de Pc, IMC, ICC, ICT, %GC y GV mencionados en la Tabla 5.

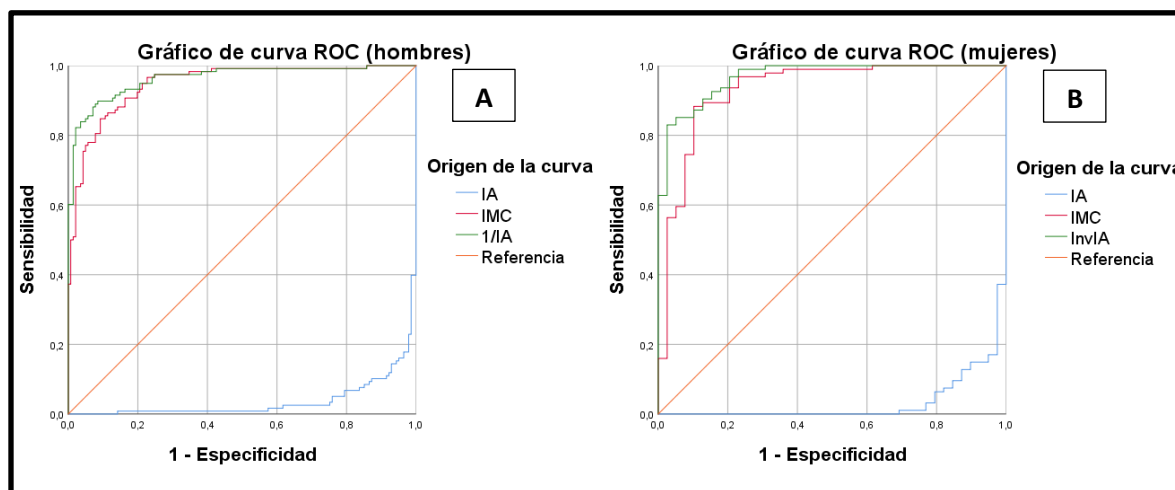


Figura 4. Gráficos de curva ROC

Estos gráficos son útiles al momento de verificar el rendimiento de un modelo de clasificación, al comparar la sensibilidad con la especificidad. A: hombres, B: mujeres.

Se presenta la variación entre la sensibilidad y especificidad de un test para diferenciar individuos enfermos de sanos; en este caso el IMC y el IA para distinguir la presencia de riesgo. Un Área Bajo la Curva (AUC) mayor significa mayor eficiencia del test. Se utilizó el inverso del IA (1/IA) con fines ilustrativos, ya que el IA se comporta de forma inversa al IMC: A mayor IA sería menos probable presentar factores de riesgo relacionados a la obesidad; mientras que a mayor IMC, es más probable. El IA resultó tener un AUC mayor para ambos sexos. En la Tabla 13 se presentan las AUC.

Al comparar el AUC del IA e IMC, se puede observar que el IA tiene mayor capacidad predictiva en ambos sexos (AUC del IA: 0.963 y 0.941 vs AUC del IMC 0.947 y 0.888, en hombres y mujeres respectivamente).

Los indicadores de pruebas diagnósticas se presentan en la Tabla 14. En este caso fueron índice de Youden (IY), índice de exactitud (IE), f-score (FS) y odds ratio diagnóstica (ODR).

Tabla 13. Área bajo la curva (AUC)

Sexo	Variables	AUC	E.E.	Valor-p
Hombres	IA	0.037	0.011	0.000
	1/IA	0.963	0.011	0.000
	IMC	0.948	0.013	0.000
Mujeres	IA	0.032	0.014	0.000
	1/IA	0.968	0.014	0.000
	IMC	0.931	0.027	0.000

Donde E.E: Error estándar

Tabla 14. Pruebas de exactitud de puntos de corte de IA e IMC

Sexo	Test	PCE	S	E	IY	IE	FS	ODR
Hombres	IA	20.49	0.898	0.915	0.813	0.907	0.898	94.958
		20.40	0.890	0.922	0.812	0.907	0.897	95.455
		20.33	0.881	0.929	0.810	0.907	0.897	97.314
	IMC	24.76	0.847	0.908	0.755	0.88	0.866	54.701
		24.54	0.864	0.887	0.751	0.876	0.864	49.805
		24.61	0.856	0.894	0.750	0.876	0.863	49.906
Mujeres	IA	21.44	0.830	0.974	0.804	0.872	0.896	185.250
		21.53	0.851	0.949	0.800	0.88	0.897	105.714
		21.40	0.819	0.974	0.794	0.865	0.890	172.118
	IMC	22.09	0.883	0.897	0.780	0.887	0.890	66.023
		22.18	0.872	0.897	0.770	0.88	0.885	59.792
		22.00	0.894	0.872	0.765	0.887	0.883	57.120

Donde PCE: Punto de corte, S: Sensibilidad, E: Especificidad, IY: Índice de Youden, FS: F-score, ODR: Odds ratio diagnóstica.

Las pruebas de exactitud sugieren un punto de corte de IA próximo a 20.3 en hombres y a 21.4. Los puntos de corte discriminan el positivo de una variable de estado siempre que su valor sea mayor o igual a dicho punto de corte. Debido a que el IA es inverso al IMC, los valores mayores o iguales a los puntos de corte

mencionados dan positivo a individuos que no presentan riesgo alguno. Debido a que la utilidad práctica está en determinar a los individuos que si presentan riesgo, se plantea que los puntos de corte útiles son $IA < 20.3$ en hombres y $IA < 21.4$ en mujeres.

Los resultados sugieren que un IMC mayor o igual a 24.5 en hombres y mayor o igual a 22 en mujeres indicaría la presencia de algún riesgo cardiometabólico. Según estos resultados la presencia de riesgo resultaría mucho más temprana a los valores recomendados de IMC, descritos en la Tabla 1. Esto podría estar relacionado a lo descrito en la Tabla 6, donde se observa que el número de obesos según IMC (21 hombres y 6 mujeres) es muy inferior al número de obesos según %GC (88 hombres y 92 mujeres). No solo se visualiza una discrepancia de valores que concuerdan con lo hallado por (Barahona *et al.* 2018); es decir, mayor cantidad de personas con exceso de grasa que obesos según IMC en una misma población; sino que esto también se puede interpretar como una alta incidencia en una composición corporal negativa; es decir, un exceso de grasa para pesos relativamente bajos. En la Figura 7, a modo de comparación, se resumen las cualidades del IA e IMC según los resultados del presente estudio.

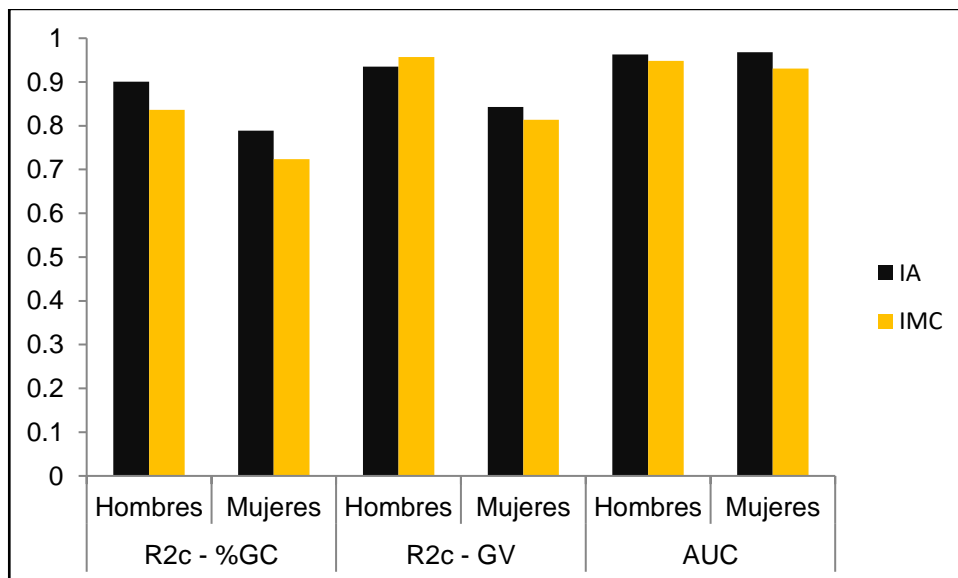


Figura 5. Comparación entre el IA e IMC

Donde IA: índice antropométrico, IMC: índice de masa corporal, R²c: coeficiente de determinación corregido, AUC: área bajo la curva

V. CONCLUSIONES

1. El IA es el indicador antropométrico más versátil debido a su alta afinidad con él %GC y GV tanto en hombres como mujeres. Además, debido a que integra las medidas que conforman otros índices, se puede relacionar de forma indirecta con la presencia de riesgo cardiometabólico con mayor efectividad que el IMC, siendo así una potencial herramienta diagnóstica. Los puntos de corte <20.3 en hombres y <21.4 en mujeres, podrían indicar la presencia de factores de riesgo.
2. Aun así, se confirma que en la población de estudio el IMC es un buen predictor de %GC y aún mejor de GV, lo que sumado a su simplicidad de obtención justificaría su utilidad.
3. Debido a las altas correlaciones se puede calcular el %GC con alta efectividad a través de medidas antropométricas simples. Se consideraron los modelos Ch7 y Cm7 los más efectivos. De forma similar, los modelos Vh8 y Vm9 permiten calcular la GV al considerar la edad como variable independiente mediante modelos de regresión múltiple.
4. A pesar de que el ICT y el PC se correlacionaron de forma eficiente con el %GC y la GV, quedan relegados por el IA y el IMC. El cuanto al ICC, resultó ser un ineficaz predictor de %GC y GV en hombres y obsoleto en mujeres.

VI. RECOMENDACIONES

- Para poder consolidar el valor predictivo del IA con el riesgo cardiometabólico se recomienda realizar estudios que busquen relacionar el IA con indicadores bioquímicos de riesgo cardiovascular y metabólico.
- Los resultados muestran evidencia de que la edad es una variable importante para predecir GV tanto en hombres y mujeres. Debido a esto se recomienda verificar su impacto en muestras con una distribución homogénea de edades.
- Existe la posibilidad de mejorar las ecuaciones predictivas o el IA añadiendo el perímetro de pecho en especial en mujeres, por lo que se recomienda añadir esta medición en estudios posteriores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristizábal, J. C., Restrepo, M. T., & Estrada, A. (2007). Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Revista Biomédica*, 216-224.
- Aranceta Bartrina, J., Pérez Rodrigo, C., Alberdi Aresti, G., Ramos Carrera, N., & Lázaro Masedo, S. (2016). Prevalencia de obesidad general y obesidad abdominal en la población adulta española (25–64 años) 2014–2015: estudio ENPE. *Revista Española de Cardiología*, 579-587.
- Ashwell, M., & Gibson, S. (2016). Waist-to-height ratio as an indicator of 'early health risk': simpler and more predictive than using a 'matrix' based on BMI and waist circumference. *BMJ Open*, 1-7.
- Barahona Meneses, A. d., Castillo Andrade, R. E., Espín Capelo, M., Folleco Guerrero, J. C., Criollo Ijujes, J., & Hidrobo Guzman, J. F. (2018). Ingesta de calcio y relación con el sobrepeso y obesidad en adolescentes mujeres, Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 31-41.
- Barceló Acosta, M., Borroto Díaz, G., & Rodríguez Alonso, H. (2002). Insulinresistencia: Correlación de la distribución de grasa en el obeso. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 228-234.
- Belarmino, G., Torrinhas, R. S., Sala, P., Horie, L. M., Damiani, L., Lopes, N. C., . . . Waitzberg, D. L. (2018). A new anthropometric index for body fat estimation in patients with severe obesity. *BMC obesity*, 5-25.
- Cansino, K. (2014). Impacto de la actividad física sobre la salud en el Perú. *Instituto Peruano del Deporte*, 1-16.
- Cardozo, L. A., Cuervo, G., Yamir, A., Torres, M., & Alejandro, J. (2016). Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso - obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia. *Nutrición Clínica, Dietética y Hospitalaria*, 68-75.
- Cossio Bolaños, M. A., Abella, C. P., & Arruda, M. (2012). Valoración de la adiposidad corporal de escolares en Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 477-482.

- Costa Moreira, O., Alonso Aubin, D. A., Patrocínio de Oliveira, C. E., Candia Luján, R., & de Paz, J. A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 387-394.
- Dávila-Torres, J., Gonzales-Izquierdo, J. d., & Barrera-Cruz, A. (2014). Panorama de la obesidad en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 240-249.
- Díaz Díaz, O., Hernández Rodríguez, J., Domínguez Alonso, E., Martínez Montenegro, I., Bosh Pérez, Y., del Busto Meza, A., . . . Rodríguez Fernández, L. (2017). Valor de corte de la circunferencia de la cintura como predictor de disglucemia. *Revista Cubana de Endocrinología*, 1-15.
- Díaz, J., & Espinoza-Navarro, O. (2012). Determinación del Porcentaje de Masa Grasa, según Mediciones de Perímetros Corporales, Peso y Talla: Un Estudio de Validación. *International journal of morphology*, 1604-1610.
- Dolores Marrodán, M., Martínez Álvarez, J., González Montero De Espinosa, M., López Ejeda, N., Dolores Cabañas, M., & Prado, C. (2013). Precisión diagnóstica del índice cintura-talla para la identificación del sobrepeso y de la obesidad infantil. *Medicina Clínica*, 296–301.
- Dos Prazeres Almeida, E., Sabino Pinho, C. P., Dornelas Leão, A. P., Rodriguez, I. G., da Silva Diniz, A., & Grande de Arruda, I. K. (2018). Razón entre grasa visceral y subcutánea como predictor de alteraciones cardiometabólicas. *Revista Chilena de Nutrición*, 28-36.
- Estefany, C. R., & María, T. A. (2016). Somatotipo y su relación con el estado nutricional en escolares limeños de 12 a 16 años. *Casus*, 27-33.
- Fernández Real, J. M., Montserrat, V., Casamitjana, R., Saez, M., & Ricart, W. (2001). Índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de masa grasa: un IMC mayor de 27,5 kg/m² podría suponer obesidad en la población española. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 681-684.
- Fernández, J. R., Mooseong, H., Heymsfield, S. B., Pierson Jr, R. N., Pi-Sunyer, F. X., Wang, Z. M., . . . Gallagher, D. (2003). Is percentage body fat differentially

related to body mass index in Hispanic Americans, African Americans, and European Americans? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71-75.

Gallo, J. A., Ochoa, J. E., Kepa Balparda, J., & Aristizábal, D. (2013). Puntos de corte del perímetro de la cintura para identificar sujetos con resistencia a la insulina en una población colombiana. *Acta Médica Colombiana*, 118-126.

García, A., Niño Silva, L., Gonzáles Ruiz, K., & Ramírez Vélez, R. (2016). Volumen de grasa visceral como indicador de obesidad en hombres adultos. *Revista Colombiana de Cardiología*, 313-320.

Gelio, A. (2009). *Noches Áticas*. 684: Ediciones Akal S.A.

Hernández Rodríguez, J., & Duchi Jimbo, P. (2015). Índice cintura/talla y su utilidad para detectar riesgo cardiovascular y metabólico. *Revista Cubana de Endocrinología*, 66-76.

Hernández Ruiz de Eguilaz, M., Martínez, B., Pérez Diez, S., Navas Carretero, S., & Martínez, J. A. (2010). Estudio comparativo de medidas de composición corporal por absorciometría dual de rayos X, bioimpedancia y pliegues cutáneos en mujeres. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 209-222.

Hernández Sandoval, G., Rivera Valbuena, J., Serrano Uribe, R., Villalta Gómez, D., Abbate León, M., Acosta Núñez, L., & Paoli, M. (2017). Adiposidad visceral, patogenia y medición. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 70-77.

Ibáñez, M. E., Poveda, A., Goñi, F., & Rebato, E. (2014). Análisis del somatotipo y estado nutricional en adultos de Vizcaya (España). *Revista Española de Antropología Física*, 22-33.

IDF: International Diabetes Federation. (2006). *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*. Bruselas: IDF communitations.

ISAK. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom, República de Sudáfrica.

- Kanellakis, S., Skoufas, E., Khudokonenko, V., Apostolidou, E., Gerakiti, L., Andrioti, M.-C., . . . Manios, Y. (2017). Development and Validation of Two Equations Based on Anthropometry, Estimating Body Fat for the Greek Adult Population. *OBESITY BIOLOGY AND INTEGRATED PHYSIOLOGY*, 408-416.
- Klein, S., Allison, D., Heymsfield, S., Kelley, D., Leibel, R., Nonas, C., & Kahn, R. (2007). Waist Circumference and Cardiometabolic Risk. *Diabetes Care*, 1647-1652.
- Knowles, K. M., Paiva, L. L., Sanchez, S. E., Revilla, L., Lopez, T., Yasuda, M. B., . . . Williams, M. A. (2011). Waist Circumference, Body Mass Index, and Other Measures of Adiposity in Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors among Peruvian Adults. *International Journal of Hypertension*, 1-10.
- Kuczmarski, R. J., Faneii, M. T., & Koch, G. G. (1987). Ultrasonic assessment of body composition in obese adults: overcoming the limitations of the caliper. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 717-724.
- Lear, S., James, P., Ko, G., & Kumanyika, S. (2010). Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *European Journal of Clinical Nutrition*, 42-61.
- Lecube, A., Monereo, S., Rubio MA, Martinez-de-Icaya, P., Marti, A., Salvador, J., . . . Casanueva, F. (2016). *SEEDO*. Recuperado el 28 de Mayo de 2019, de Sociedad Española Para el Estudio de la Obesidad: <https://www.seedo.es/images/site/ConsensoSEEDO2016.pdf>
- Martín Moreno, V., Gomez Gandoy, B., Antoranz González, M. J., Fernández Herranz, S., Gómez de la Cámara, A., & de Oya Otero, M. (2001). Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300. *Atención Primaria*, 174-181.
- Martinez Corona, M., Barceló Acosta, M., Gómez Gónzales, R., & Ramírez Blanco, D. (2015). circunferencia de la cintura, tamaño de la grasa visceral y trastornos metabólicos en la obesidad mórbida. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 28-47.

- Meisel Roca, A., & Vega Acevedo, M. (2007). *La calidad de la vida biológica en Colombia: Antropometría histórica 1870-2003*. Cartagena: Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2007). Elaboración y mantenimiento de infatómetros y tallímetros de madera. Lima, Perú.
- Montalbán Sanchez, J. (2001). Índice cintura/cadera, obesidad y estimación del riesgo cardiovascular en un centro de salud de Málaga. *Medicina de Familia*, 208-215.
- Moreno G., M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 124-128.
- Moreno, V. M., Gómez Gandoy, J. B., de la Cámara, A. G., & Antoranz Gónzales, M. J. (2002). Grasa corporal e índice adiposo-muscular estimados mediante impedanciometría en la evaluación nutricional de mujeres de 35 a 55 años. *Revista española de salud pública*, 723-734.
- Neovius, M., Linné, Y., & Rossner, S. (2005). BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *International Journal of Obesity*, 163–169.
- NHLBI: National Heart, Lung and Blood Institute. (2001). *Adult Treatment Panel III (ATP-III)*.
- Nuttall, F. Q. (2015). Body Mass Index. Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition Today*, 117-128.
- OMS. (8-11 de Diciembre de 2008). Waist Circumference and Waist-Hip Ratio Report of a WHO Expert Consultation. Geneva, Suiza.
- OMS. (18 de febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 28 de mayo de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ortega, F. B., Sui, X., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2016). Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard

Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality? *Mayo Clinic Proceedings*, 1-13.

Pallaroa, A., & Tarducci, G. (2014). Utilidad de las técnicas nucleares en nutrición: evaluación de la masa grasa corporal y de la ingesta de leche materna. *Archivos argentinos de pediatría*, 537-541.

Portao, J., Bescós, R., Irurtia, A., Cacciatori, E., & Vallejo, L. (2009). Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia. *Nutrición Hospitalaria*, 529-534.

Puche, R. C. (2005). El índice de masa corporal y los razonamientos de un Astrónomo. *Medicina*, 361-365.

Rankinen, T., Kim, S. Y., Pérusse, L., Després, S. L., & Bouchard, C. (1999). The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *International Journal of Obesity*, 801-809.

Real Academia Española. (2018). *RAE*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=QmKjiD7>

Remón Popa, I., González Sotolongo, O., & Arpa Gámez, Á. (2013). El índice cintura-talla como variable de acumulación de grasa para valorar riesgo cardiovascular. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 444-450.

Rosales, R. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 1803-1809.

Schneider, H. J., Friedrich, N., Klotsche, J., Pieper, L., Nauck, M., John, U., . . . Wittchen, H.-U. (2010). The Predictive Value of Different Measures of Obesity for Incident Cardiovascular Events and Mortality. *Endocrine Care*, 1777-1785.

Shah, N. R., & Braverman, E. R. (2012). Measuring Adiposity in Patients: The Utility of Body Mass Index (BMI), Percent Body Fat, and Leptin. *PLOS ONE*, 1-8.

Swainson, M. G., Batterham, A. M., Tsakirides, C., Rutherford, Z. H., & Hind, K. (2017). Prediction of whole-body fat percentage and visceral adipose tissue mass from five anthropometric variables. *Plos One*, 1-12.

- Torresani, M., Oliva, M., Rossi, M., Echevarría, C., & Maffei, L. (2014). Riesgo cardiovascular según el índice cintura/talla en mujeres adultas. *Actualización en Nutrición*, 3-9.
- Vandeweyer, E., & Hertens, D. (2002). Quantification of glands and fat in breast tissue: an experimental determination. *Annals of Anatomy*, 181-184.
- Villena Chávez, J. E. (2017). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 593-598.
- Welcome, A. (2019). *Obesity Medicine Association*. Obtenido de CLINICAL LEADERS IN OBESITY MEDICINE: <https://obesitymedicine.org/definition-of-obesity/>
- WHO: World Health Organization. (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio*. Ginebra.
- 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*, 1-11.
- Zeng, Q., Dong, S.-Y., Sun, X.-N., Xie, J., & Cui, Y. (2012). Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 591-600.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado y encuesta para los criterios de exclusión

Cuestionario

Nombre del encuestador:		Fecha:
Nombres y apellidos:		
País de origen:	Ciudad de origen:	Religión:
Dirección actual:		
Telefono fijo:	Celular:	E-mail:
Edad:	Sexo: Hombre (), Mujer ()	
Se me ha informado de que los datos obtenidos durante la actual campaña serán utilizados de forma anónima para un trabajo de investigación. Sabiendo esto doy mi consentimiento informado		

Firma		

1. Marque las enfermedades que usted padece. Si no sufre de ninguna enfermedad pase a la pregunta 2.
 - () Diabetes mellitus tipo 1
 - () Diabetes mellitus tipo 2
 - () Hipertensión
 - () Hígado graso
 - () Hipotiroidismo
 - () Hipertiroidismo
 - () Insuficiencia renal
 - () Insuficiencia hepática
 - () Otra (especificar): _____

2. ¿Actualmente usted toma medicamentos?
 - () Si (especificar cuáles): 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
 - () No

3. ¿Cuál de las siguientes opciones define mejor su nivel de actividad física?
 - a. Trabaja principalmente sentado, no realiza mayor actividad física
 - b. Trabaja tanto de pie como sentado, realiza actividad física al menos 3 horas semanales
 - c. Su trabajo exige desplazarse o hacer esfuerzos moderados, realiza actividad física al menos 6 horas semanales
 - d. Su trabajo exige un alto esfuerzo físico, realiza actividad física al menos 4 horas diarias.

4. ¿Ha bebido alcohol o tomado diuréticos en las últimas 24 horas?
 - () Si

- () No
5. ¿Ha bebido café, bebidas cafeïnadas o infusiones en las últimas 12 horas?
- () Si
 - () No
6. ¿Ha realizado actividad física moderada o alta en las últimas 12 horas?
- () Si
 - () No
7. ¿Tiene usted alguna prótesis?
- () Si (especificar): _____
 - () No

Si usted es mujer, responda las siguientes preguntas:

8. ¿Está usted embarazada?
- () Si
 - () No
9. ¿Actualmente está usted en periodo de menstruación?
- () Si
 - () No

No llenar los siguientes espacios

Peso	
Talla	
IMC	
PC	
ICC	
%Grasa	

Anexo 2. Ficha de recopilación de datos

N°	NOMBRE	TALLA	PESO	GRASA	MUSCULO	VISCERAL	CINURA	CADERA

Anexo 3. Cartel de la campaña realizada en el SENATI para la toma de datos



**CAMPAÑA
NUTRICIONAL
GRATUITA**

DIAGNÓSTICOS:
- PESO Y TALLA
- GRASA CORPORAL
- MASA MUSCULAR
- RIESGO CARDIOVASCULAR

**DEL 2 AL 25 DE MAYO
LUNES A VIERNES
9:00 AM - 3:00 PM**

**EN LOS EXTERIORES DEL
SERVICIO MÉDICO**

**CONSULTORIA
NUTRICIONAL:**
TODOS LOS VIERNES DE MAYO
3:00 PM - 7:00 PM

**EN EL SERVICIO
MÉDICO**



Jefatura de Recursos Humanos
Dirección Zonal Lima-Callao

Anexo 4. Fotografía de la campaña realizada para la toma de datos



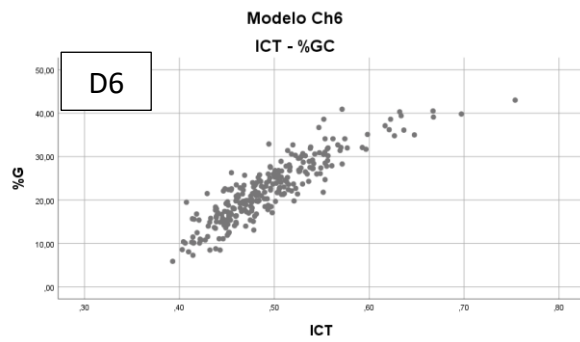
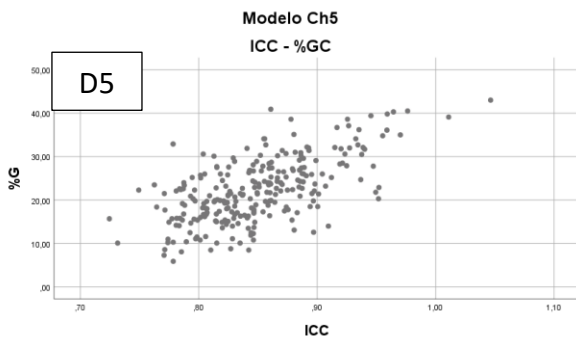
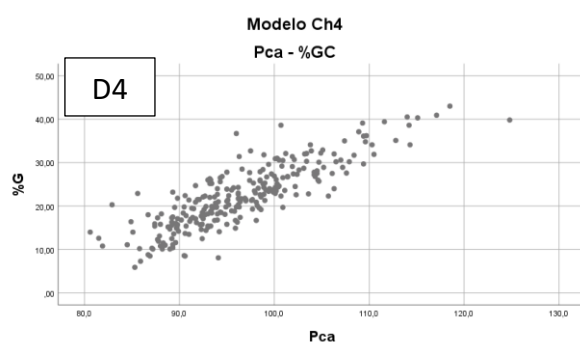
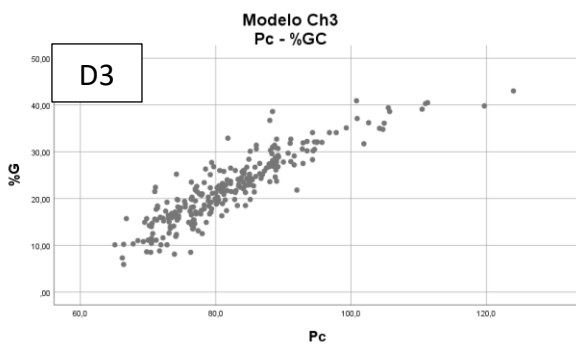
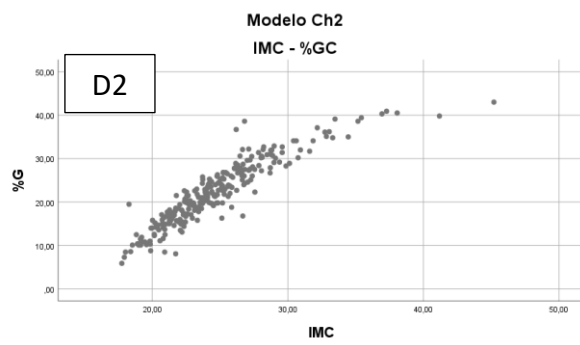
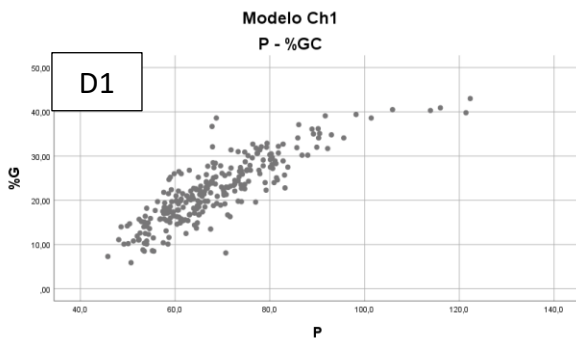
Anexo 5. Ficha para la entrega de resultados

Peso		
Talla		
IMC		
PC		
ICC		
%Grasa		
Recomendación		

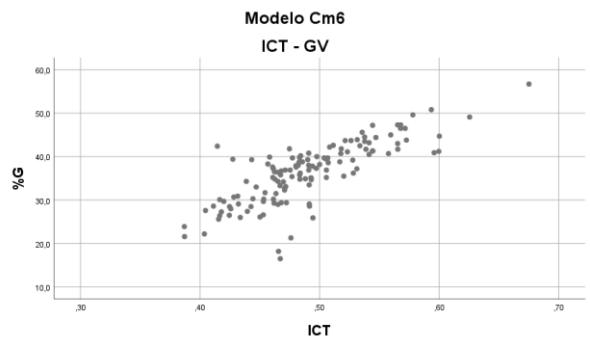
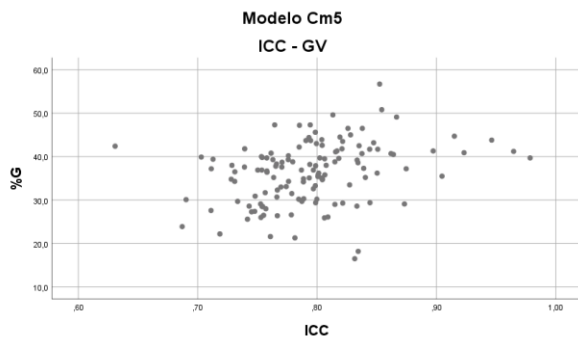
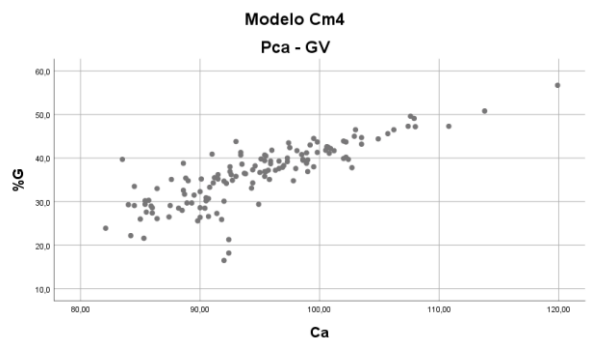
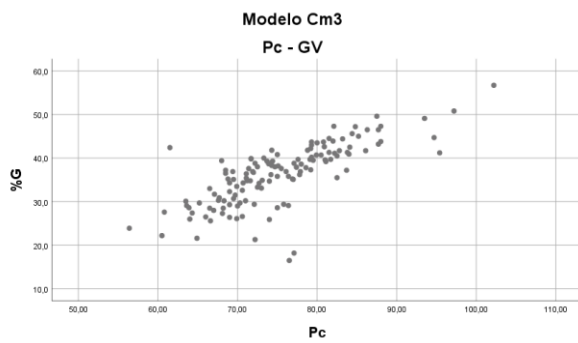
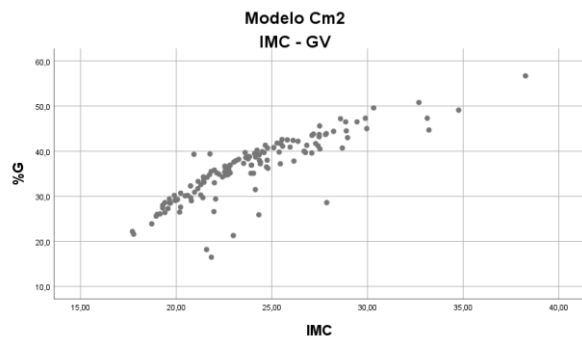
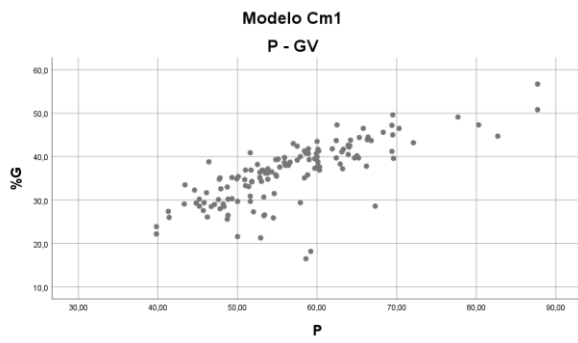
Anexo 6. Fotografías de los instrumentos de medición



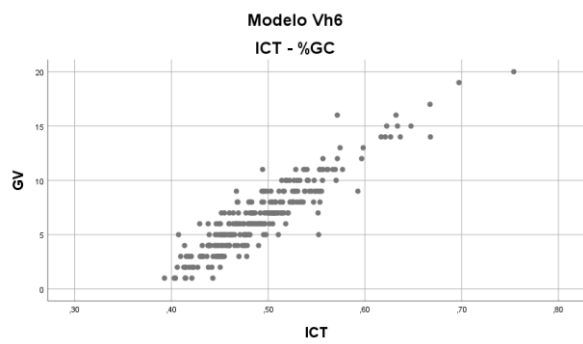
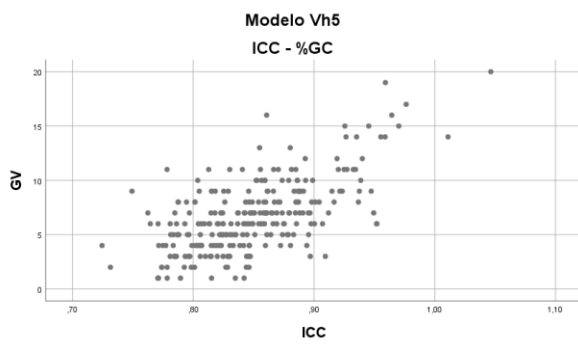
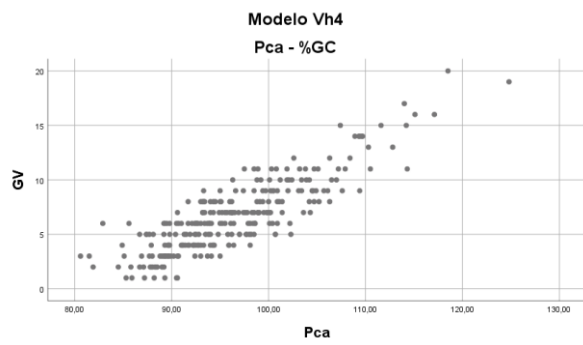
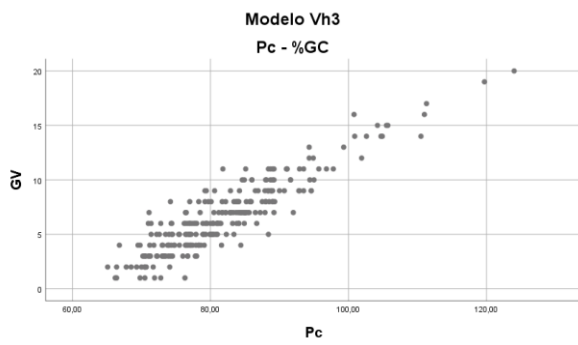
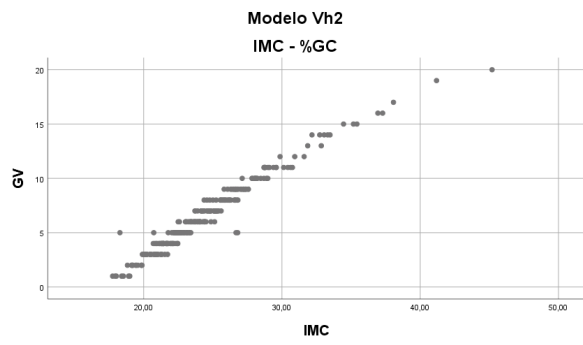
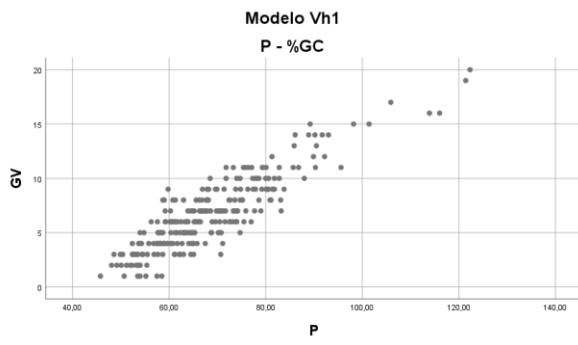
Anexo 7. Modelos de regresión para %GC en hombres



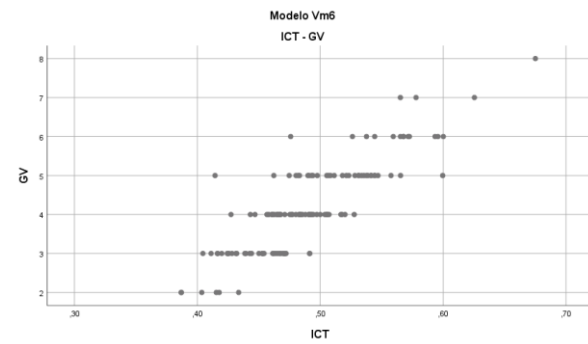
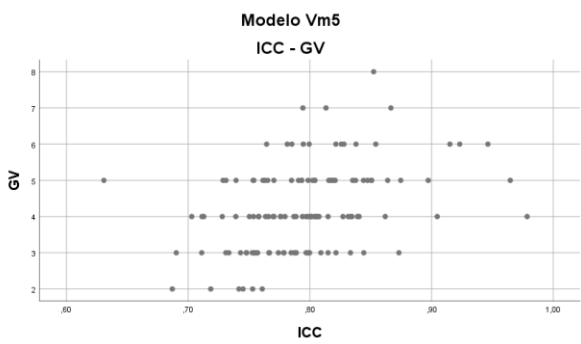
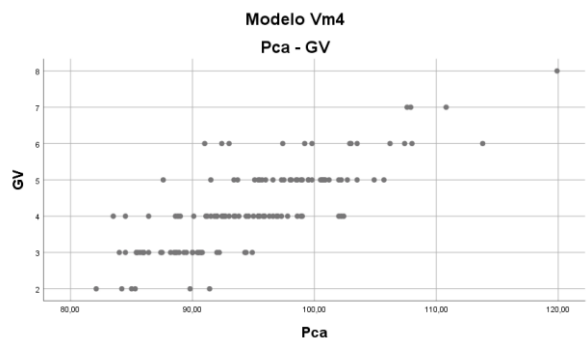
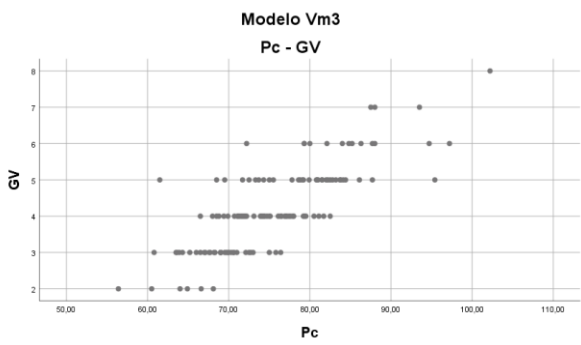
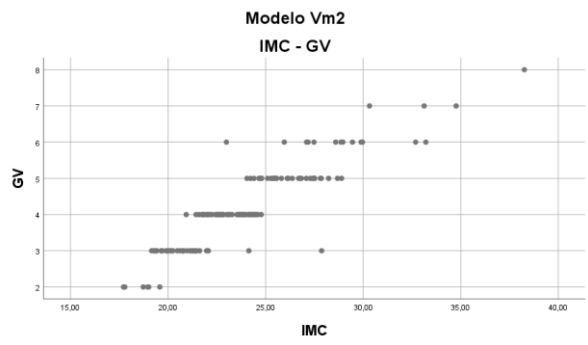
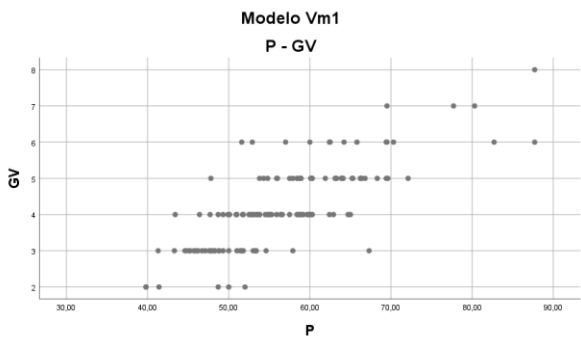
Anexo 8. Modelos de regresión para %GC en mujeres



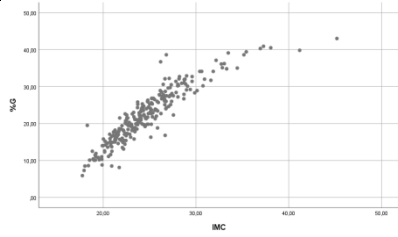
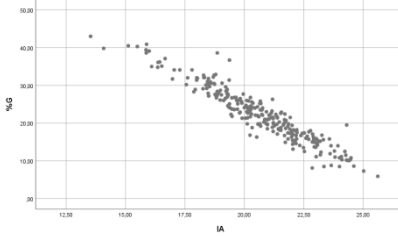
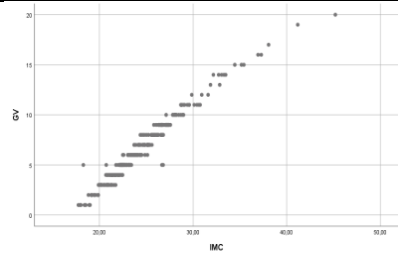
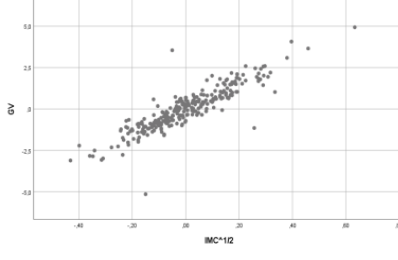
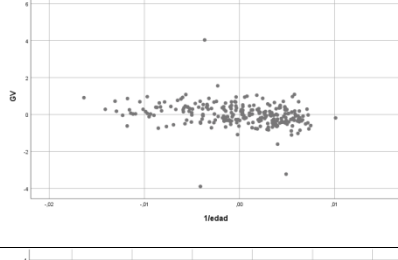
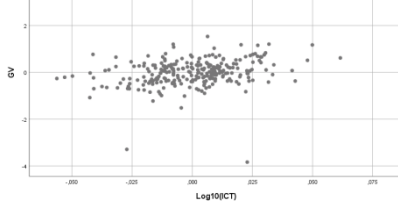
Anexo 9. Modelos de regresión para GV en hombres



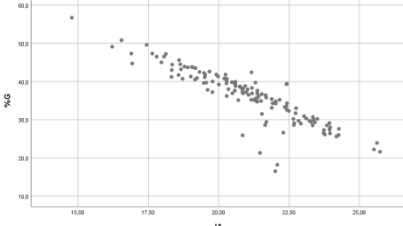
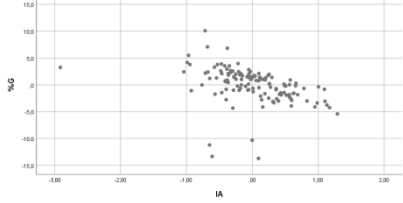
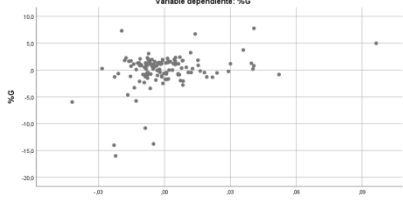
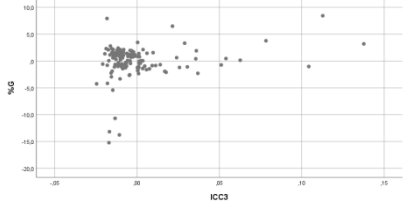
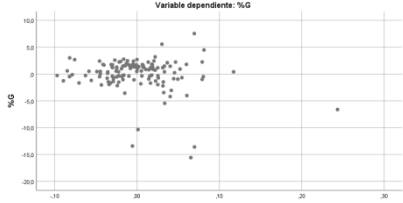
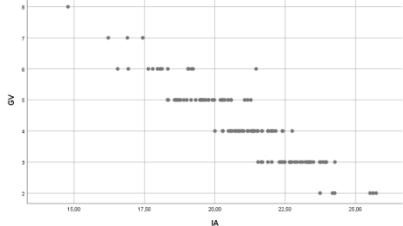
Anexo 10. Modelos de regresión para GV en mujeres



Anexo 11. Supuesto de la regresión – Linealidad

Modelo	V.D.	V.I	Dispersión
Ch2	%GC	IMC	
Ch7	%GC	IA	
Vh2	GV	IMC	
Vh8	GV	IMC ^{1/2} ,	
		1/edad,	
		Log ₁₀ ICT	

Continuación del anexo 11

Cm7	%GC	IA	
Cm8	%GC	IA	<p align="center">Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: %G</p> 
		1/ICC	<p align="center">Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: %G</p> 
		ICC ³	<p align="center">Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: %G</p> 
		1/ICT	<p align="center">Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: %G</p> 
Vm7	GV	IA	

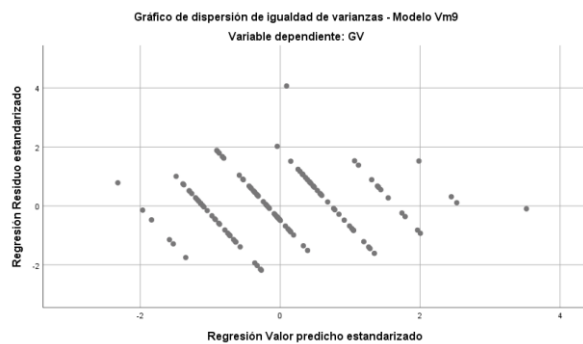
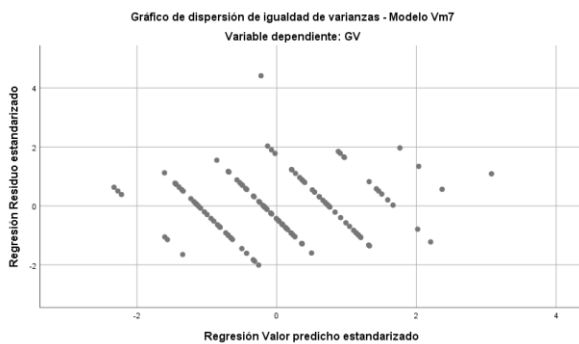
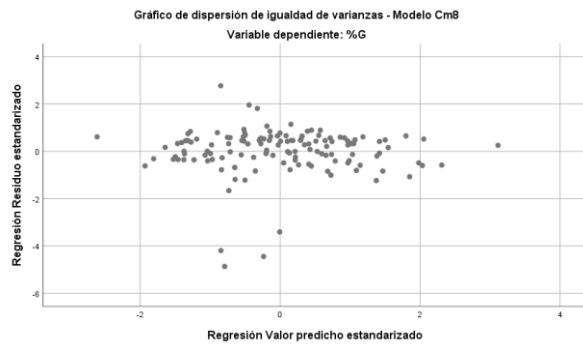
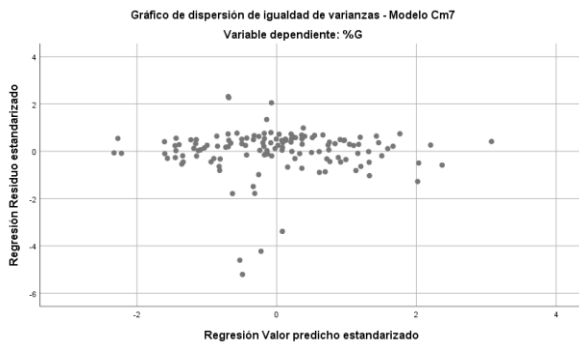
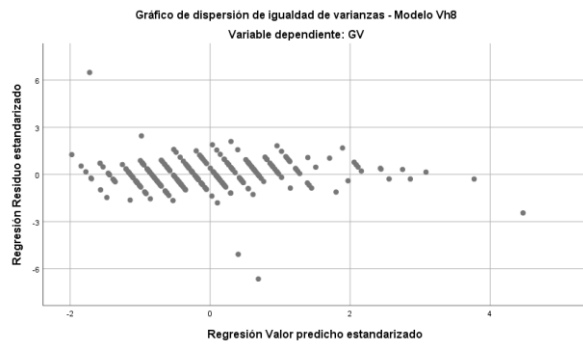
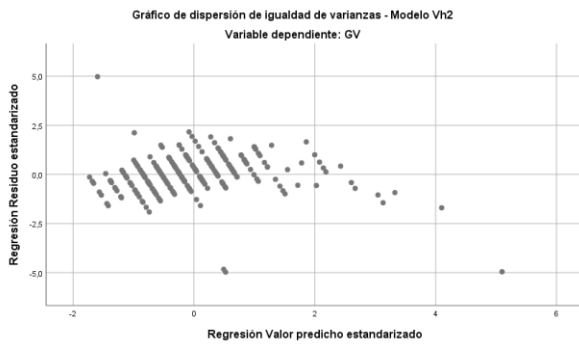
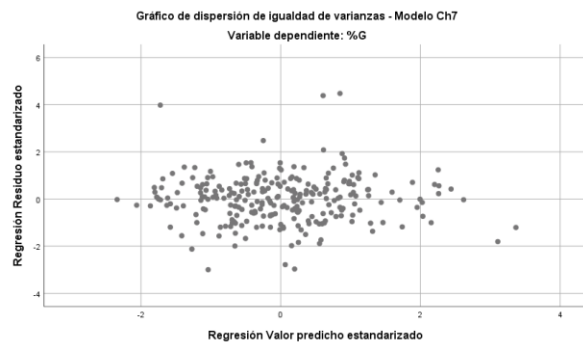
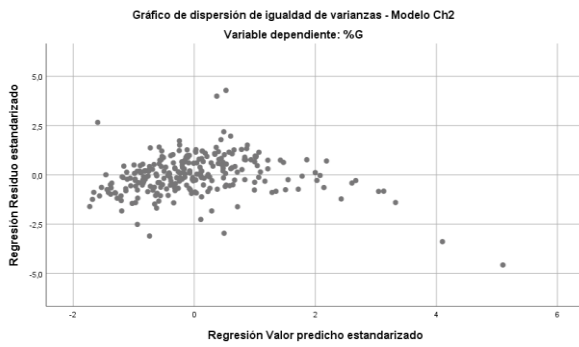
Continuación del anexo 11

Vm9	GV	Ln(IA)	<p>Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: GV</p>
		$E^{1/2}$	<p>Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: GV</p>
		$1/T$	<p>Gráfico de regresión parcial Variable dependiente: GV</p>

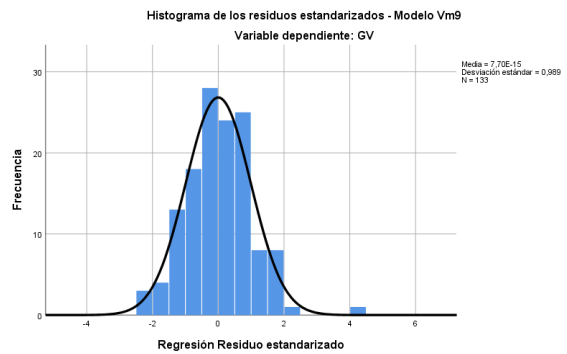
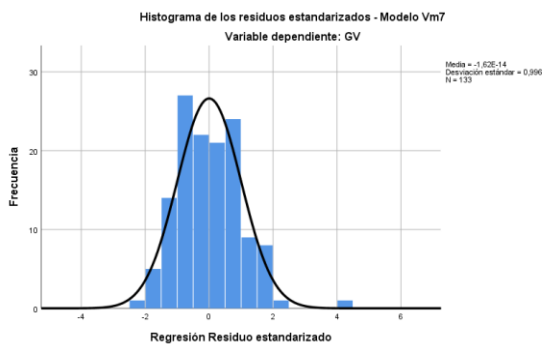
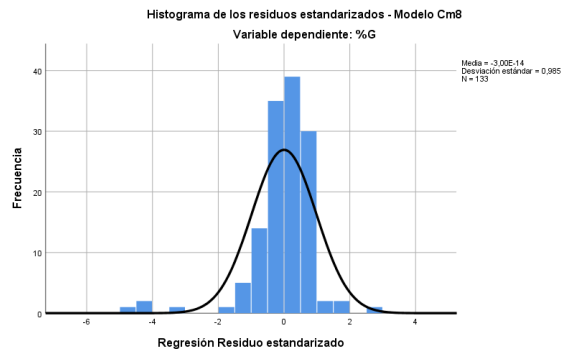
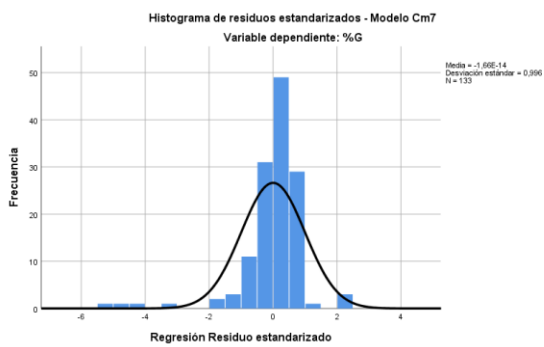
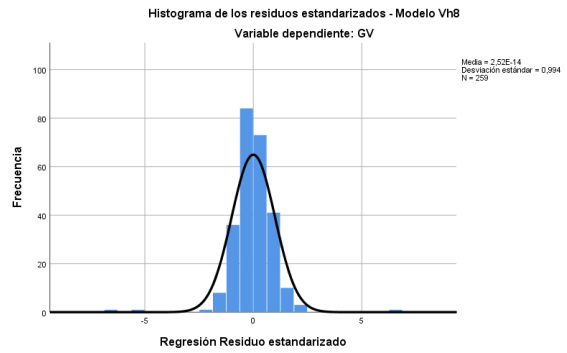
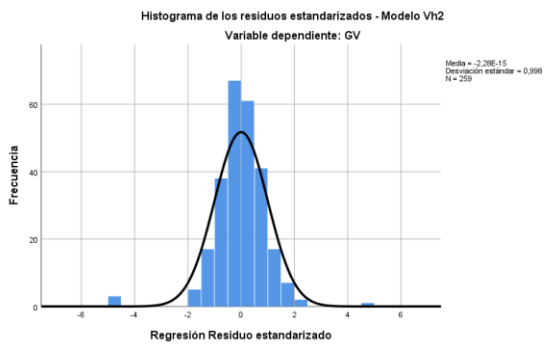
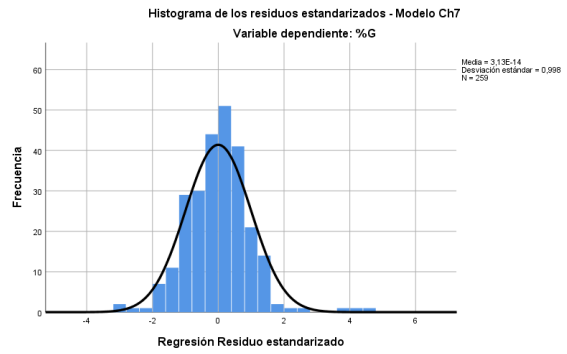
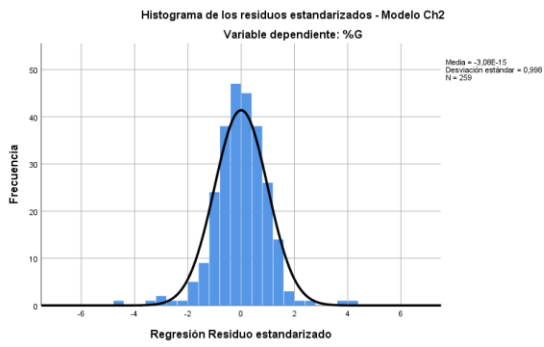
Anexo 12. Supuesto de la regresión – Independencia de errores

Modelo	Sexo	Variable dependiente	Variable independiente	Durbin-Watson
Ch2	Hombres	%GC	IMC	1.367
Ch7		%GC	IA	1.905
Vh2		GV	IMC	1.660
Vh8		GV	IMC ^{1/2} , 1/edad, Log ₁₀ ICT	1.929
Cm7	Mujeres	%GC	IA	1,945
Cm8		%GC	IA, 1/ICC, ICC3 y 1/ICT	1.948
Vm7		GV	IA	1.997
Vm9		GV	Ln(IA), edad ^{1/2} y 1/T	1.945

Anexo 13. Supuesto de la regresión – Homocedasticidad



Anexo 14. Supuesto de la regresión – Normalidad



Anexo 15. Supuesto de la regresión – No colinealidad

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza				
				C	IMC ^{1/2}	1/E	Log ₁₀ ICT	
Vh8	-	-	-					
	1	3.966	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	-
	2	0.026	12.399	0.00	0.01	0.00	0.08	
	3	0.008	22.415	0.00	0.01	1.00	0.03	
	4	0.000	115.862	0.99	0.97	0.00	0.88	
Cm7	-	-	-	C	IA	1/ICC	ICC ³	1/ICT
	1	4.940	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.054	9.560	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
	3	0.005	30.639	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01
	4	0.000	118.820	0.03	0.71	0.00	0.11	0.71
	5	0.000	274.291	0.97	0.25	0.99	0.85	0.28
Vm9	-	-	-	C	LnIA	E ^{1/2}	1/T	-
	1	3.996	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2	0.002	41.845	0.00	0.07	0.78	0.06	
	3	0.001	56.500	0.00	0.36	0.00	0.59	
	4	0.000	115.781	0.99	0.58	0.21	0.35	

C: Constante