

# Concordancia entre ecuaciones antropométricas y bioimpedancia multifrecuencia para la estimación del porcentaje de grasa en adultos jóvenes chilenos

## Agreement between anthropometric equations and multifrequency bioimpedance for estimating body fat percentage in young Chilean adults

Miguel Ángel LÓPEZ ESPINOZA<sup>1</sup>, Paula CAVIERES ZEPEDA<sup>2</sup>, Karen LÓPEZ SOBARZO<sup>1</sup>, Jorge TORRES MEJÍAS<sup>3</sup>, Iris LLANOS JIMÉNEZ<sup>4</sup>

1 Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.

2 Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

3 Programa Doctorado en Ciencias de la Actividad Física, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

4 Carrera de Enfermería, Facultad de Salud, Universidad del Alba, Chillán, Chile.

Recibido: 25/abril/2025. Aceptado: 17/junio/2025.

### RESUMEN

**Introducción:** La determinación de la composición corporal es fundamental para mantener un buen control de la salud de las personas, pero su estimación depende del método que se aplique, pues está la posibilidad de entregar datos no coincidentes entre sí.

**Objetivos:** Evaluar el grado de acuerdo de las ecuaciones predictivas más utilizadas en la determinación del porcentaje de grasa corporal (%GC) y la bioimpedancia.

**Material y Métodos:** Estudio de concordancia transversal. Se estudiaron 100 adultos sanos entre 18-35 años (61% mujeres). Se aplicaron las ecuaciones de Palafox 2019, Lean 1996, Brozek 1963 y Deurenberg 1991; más una bioimpedancia (BIA) con equipo Seca mBCA 525. Fue aplicado el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y gráficas de Bland-Altman. Se aplicó paquete R-Studio.

**Resultados:** Comparado con BIA, las ecuaciones de Brozek 1963 y Deurenberg 1991 presentaron CCI=0,84 (IC95%: 0,76-0,89) y 0,84 (IC95%:0,77-0,89); mientras que Palafox 2019 fue de 0,73 (IC95%:0,42-0,86) y con

Lean 1996 0,36 (IC95%:0,18-0,52). Las cuatro ecuaciones presentan un sesgo sistemático de forma inversa para la determinación de la masa grasa.

**Conclusiones:** Las estimaciones de grasa con ecuaciones de Brozek, 1963 y Deurenberg 1991 pueden intercambiarse con BIA. El sesgo inverso observado genera un desafío a los investigadores para buscar predictores en nuevas ecuaciones que minimicen tales errores.

### PALABRAS CLAVE

Adiposidad relativa, impedancia eléctrica, antropometría, jóvenes adultos, Chile.

### ABSTRACT

**Introduction:** Determining body composition is essential for maintaining good control of people's health, but its estimation depends on the method applied, since there is the possibility of delivering data that does not coincide with each other.

**Objectives:** To evaluate the degree of agreement of the most commonly used predictive equations in determining body fat percentage (%BF) and bioimpedance.

**Materials and methods:** Cross-sectional concordance study. 100 healthy adults between 18-35 years old (61% women) were studied. The equations of Palafox 2019, Lean 1996, Brozek 1963 and Deurenberg 1991 were

**Correspondencia:**  
Miguel Ángel López Espinoza  
miguellopez@unach.cl

applied; in addition to a bioelectrical impedance (BIA) with Seca mBCA 525 equipment. The intraclass compensation coefficient (ICC) and Bland-Altman graphs were applied. The R-Studio package was applied.

**Results:** Compared with BIA, the Brozek 1963 and Deurenberg 1991 equations presented ICC=0.84 (95%CI: 0.76-0.89) and 0.84 (95%CI: 0.77-0.89); while Palafox 2019 was 0.73 (95%CI: 0.42-0.86) and with Lean 1996 0.36 (95%CI: 0.18-0.52). The four equations present an inverse systematic cycle for the determination of fat mass.

**Conclusions:** Fat estimates with the Brozek, 1963 and Deurenberg 1991 equations can be interchanged with BIA. The observed inverse cycle creates a challenge for researchers to search for predictors in new equations that minimize such errors.

## KEYWORDS

Body composition, fat percentage, impedance, anthropometry.

## LISTA DE ABREVIATURAS

BIA: bioimpedancia.

CCI: coeficiente de correlación intraclase.

IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

DEXA: absorciometría de rayos X de energía dual.

IMC: índice de masa corporal.

D: densidad.

IPAQ: International Physical Activity Questionnaire.

## INTRODUCCIÓN

El tejido adiposo desempeña múltiples funciones vitales, tales como reserva energética, regulación de la ingesta de alimentos, sensibilidad a la insulina, termorregulación y respuestas inmunes<sup>1</sup>. Su exceso, tanto a nivel visceral como subcutáneo, se asocia directamente con un mayor riesgo de enfermedades metabólicas<sup>1,2</sup>, como hígado graso no alcohólico, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, entre otras. Esto es debido a la función secretora de adipocinas que presentan los adipocitos; como la adiponectina<sup>3</sup>, la leptina, resistina, interleukina-6 o el factor de necrosis tumoral alfa<sup>4</sup>. Es por ello que la determinación de la composición corporal constituye una herramienta fundamental para la evaluación del estado nutricional y del estado de salud general<sup>5</sup>. Se trata de un procedimiento clínico y epidemiológico esencial para establecer una adecuada intervención dieto terapéutica<sup>6</sup> ya que el balance entre los componentes corporales se asocia con la mortalidad general y específica<sup>7</sup>. De ahí su utilidad como parámetro clínico y epidemiológico<sup>2,8</sup>.

Existen numerosos métodos para estimar composición corporal, entre ellos el pesaje hidrostático, pletismografía, dilución de isótopos o absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) entre otros<sup>9</sup>. También están los métodos basados en la antropometría de pliegues cutáneos y bioimpedancia (BIA), siendo esta última comúnmente utilizada para determinar variaciones en el compartimento de agua corporal intra y extra celular<sup>10</sup>.

Los métodos antropométricos se basan principalmente en la medición de los pliegues de grasa subcutánea, el análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), se basa en la resistencia de los componentes del cuerpo al paso de una corriente eléctrica<sup>11</sup> considerando que la impedancia es baja en los tejidos magros, que se componen principalmente de fluidos y electrolitos intracelulares, mientras que es alta en el tejido graso, y es proporcional al agua corporal total (ACT). Aunque la BIA se ha empleado ampliamente debido a que es un método accesible, no invasivo, económico y rápido para evaluar la composición corporal en distintas poblaciones, es importante considerar que existen múltiples dispositivos en el mercado, cada uno con ecuaciones predictivas propias, lo que puede generar variaciones en los resultados obtenidos<sup>12,13</sup>. En relación con la aplicación de pliegues cutáneos, se basan en ecuaciones predictivas desagregadas por grupos etarios y sexo<sup>8</sup>, caracterizados por ser métodos simples, confiables, rápidos y económicos en la práctica clínica<sup>14,15</sup>. En la actualidad existen diferentes fórmulas de evaluación antropométrica y de BIA para evaluar la composición corporal en diferentes grupos etarios<sup>16</sup>. Esto ha llevado a observar una alta variabilidad de sus resultados lo que genera el problema de la intercambiabilidad. Por ejemplo, Manzo-Sepúlveda et al.<sup>17</sup> reportaron un sesgo al comparar resultados de %GC obtenido con la ecuación de Siri 1961 versus BIA multifrecuencias en una muestra de sujetos adultos chilenos, con variabilidades de  $-11.39 \pm 9.68\%$  entre uno y otro método. Esto podría generar diferentes clasificaciones para un determinado paciente y comprometer el resultado de la intervención, más aún si se asume la intercambiabilidad de los métodos. Martín et al.<sup>18</sup> reportaron que las ecuaciones de Deurenberg 1991 y Lean 1996 ofrecen estimaciones del porcentaje de grasa corporal más elevadas que las obtenidas mediante BIA y los pliegues cutáneos, mientras que la concordancia con la ecuación de Siri 1961 es alta, con un CCI con límite inferior del intervalo de confianza al 95% por encima de 0,85 y un coeficiente de correlación de Spearman mayor de 0,88 en adultos de España.

Ortega et al.<sup>19</sup> determinaron que la ecuación de Siri 1961, Deurenberg 1991 y Lean 1996 presentaron una buena correlación con el porcentaje de grasa corporal obtenido mediante BIA, alcanzando coeficientes de correlación intraclase de 0,600, 0,589 y 0,505 respectivamente en jóvenes universitarias de México.

La elección de una u otra fórmula debe ser valorada según las características de cada caso, sin embargo, resulta funda-

mental determinar hasta qué punto los resultados obtenidos mediante diferentes fórmulas son comparables y en qué medida pueden considerarse intercambiables<sup>11,20</sup>.

Por lo tanto, el presente estudio pretende valorar el grado de concordancia entre BIA multifrecuencia y ecuaciones antropométricas para la estimación del porcentaje de grasa corporal (%GC).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Diseño.** Estudio de concordancia concurrente.

**Participantes.** Se estudió a 100 sujetos con edades entre 18-35 años que cursaban estudios de grado en la Universidad Adventista de Chile (ciudad de Chillán, región de Ñuble, Chile) durante el segundo semestre del año 2023. La muestra global satisface un  $1-\alpha=0,95$  y  $1-\beta=0,99$  para estimar una correlación clínicamente importante de  $r=0,95$ . Todos los sujetos fueron seleccionados por el método accidental (por conveniencia), en lugares dentro del campus universitario con mayor concurrencia de sujetos.

**Criterios de elegibilidad.** Fueron incluidos: a) sujetos de ambos sexos; b) entre 18-35 años; c) sin patologías autorreportadas. Fueron excluidos sujetos: a) con implante metálico; b) hipertensión, insuficiencia renal y cardíaca; c) consumo en los últimos siete días de medicamentos diuréticos y corticoides; c) amputación de extremidades; d) embarazadas; e) período de lactancia; f) ingesta de alcohol o café en las últimas 8 horas; g) haber ejecutado ejercicio físico 12 horas antes de toma de la BIA.

**Aspectos éticos.** El estudio fue autorizado por el Comité Ético Científico (CEC) de la Universidad Adventista de Chile (Nº2023-44, del 13.07.23). Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

### Descripción de Instrumentos

- *Bioimpedancia eléctrica.* Se utilizó el equipo marca Seca mBCA 525 (Hamburgo, Alemania) multifrecuencia (entre 1 y 500 kHz) de ocho electrodos.
- *Calibrador cutáneo.* Marca "Lange", con precisión de 0.5 mm.
- *Cinta métrica.* Marca seca modelo 201, con precisión de 1 mm.
- *Estadiómetro.* Marca seca modelo 213, con precisión de 1 mm.
- *Balanza.* Marca Seca modelo 813, con precisión de 100 gr.
- International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), para evaluar el grado de actividad en poblaciones de 15 a 69 años.

**Recopilación de Datos.** Los métodos de mediciones antropométricas de peso, talla circunferencia de cintura, los plie-

gues cutáneos bicipital, tricípital, subescapular y supraíliaco, más la medición de BIA, están descritos en el estudio de Manzo-Sepúlveda et al<sup>17</sup>. Las fórmulas para la estimación del porcentaje de grasa (%GC) se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Ecuaciones predictivas para estimar el porcentaje de grasa corporal

Primer autor y año	Ecuación predictiva
Palafolls, 2019 <sup>4</sup>	hombres: (IMC/cintura) x10 + IMC mujeres: (IMC/cintura x 10) + IMC + 10
Lean, 1996 <sup>21</sup>	hombres: (0,567 x cintura) + (0,101 x edad) - 31,8 mujeres: (0,439 x cintura) + (0,221 x edad) - 9,4
Brozek, 1963 <sup>22</sup>	(4.570 / D (kg/m3) - 4.142) x 100; D= densidad obtenida con ecuación de Durnin y Womersley, 1974 <sup>23</sup>
Deurenberg, 1991 <sup>24</sup>	(1,20 x IMC) + (0,23 x edad) - (10.8 x sexo) - 5,4

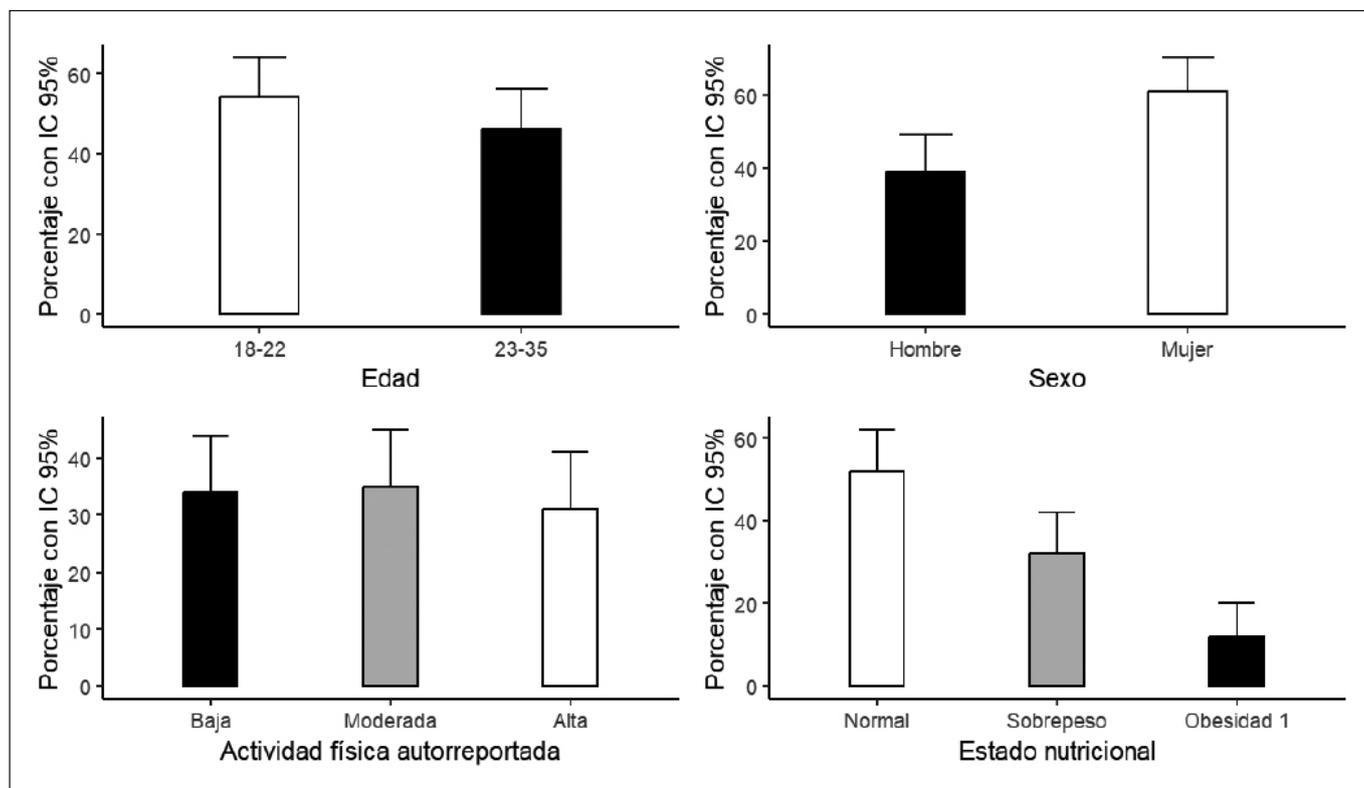
**Análisis estadístico.** La descripción de variables cualitativas se hizo con frecuencias relativas porcentuales y acompañadas con intervalos de confianza con 95%. Fueron comparadas las ecuaciones predictivas con el resultado de la BIA con gráfico de Bland-Altman. Los grados de concordancia fueron obtenidos con el coeficiente de correlación intraclass y sus intervalos de confianza de 95%. Se aplicaron los paquetes "blandr"<sup>25</sup> e "irr"<sup>26</sup> para R-Studio<sup>27</sup>.

## RESULTADOS

Se estudió una muestra de 100 participantes (Figura 1), de los cuales el 61% fueron mujeres (IC 95%: 50,70 - 70,44); el 54% señaló una edad entre 18-22 años (IC 95%: 43,78 - 63,91); el 31% de pacientes fue calificado con actividad física alta según la encuesta IPAQ (IC 95%: 22,34 - 41,14), y 52% fue diagnosticado con estado nutricional normal según IMC (IC 95%: 41,83 - 62,02).

La Tabla 2 muestra las medidas de resumen de los %GC de los hombres y mujeres obtenidos por las cuatro ecuaciones predictivas estudiadas y la bioimpedancia aplicada (mBCA 525).

La Figura 2 muestra las tendencias formadas por las estimaciones de masa grasa con las cuatro ecuaciones predictivas en función de la BIA. En general, todas estas ecuaciones muestran un sesgo sistemático de forma inversa; las ecuaciones antropométricas reportan valores mayores que el BIA cuando el %GC es bajo, mientras que la tendencia se invierte para %GC elevados. De las cuatro comparaciones, la ecuación de Palafolls presentó la tendencia de error sistemático in-



**Figura 1.** Distribución de los participantes del estudio según sus características personales (n=100)

**Tabla 2.** Valores medios para el porcentaje de grasa según método aplicado (n=100)

Método	Hombres	Mujeres
Palafolls, 2019 <sup>4</sup>	29,16 (4,54)	37,93 (4,64)
Lean, 1996 <sup>21</sup>	33,13 (5,46)	30,47 (5,80)
Brozek, 1963 <sup>22</sup>	22,18 (6,26)	33,64 (5,18)
Deurenberg, 1991 <sup>24</sup>	25,88 (5,98)	35,65 (6,08)
BIA	22,50 (9,31)	35,95 (7,72)

Media (desviación estándar).

verso más marcado con respecto a BIA, mientras que las de Brozek 1963 y Lean 1996 tuvieron las menores tendencias a sesgo, respectivamente.

La Tabla 3 señala los resultados de %GC obtenidos con las ecuaciones de Brozek 1963 y Deurenberg 1991 presentaron los valores de concordancia más altos en relación a los estimados por BIA (CCI=0,84; IC 95%: 0,76 – 0,89 y CCI=0,84; IC 95%: 0,77 – 0,89, respectivamente). Desagregado por sexo, Deurenberg 1991 presentó mejores valores que Brozek 1963 para las mujeres (CCI=-0,30; IC 95%: -1,44 – 0,84).

En relación con los dos subgrupos de edad, la diferencia media entre la estimación obtenida con las ecuaciones y BIA, Brozek 1963 y Deurenberg 1991 obtuvieron valores más cercanos a cero.

## DISCUSIÓN

Nuestra evidencia muestra que las ecuaciones de Brozek 1963 y Deurenberg 1991 presentan mejores valores de concordancia con la BIA al compararlas por separado. Un estudio publicado por Martín et al.<sup>18</sup> en adultos españoles encontraron que la ecuación de Deurenberg 1991 tendía a sobreestimar el %GC al compararlo con BIA. Dado que esta ecuación está basada en el IMC, edad y sexo, esta diferencia podría ser atribuida a la distribución de las muestras por esta última variable, ya que la razón hombre: mujer de Martín et al. fue de 1,3; mientras que en nuestro estudio fue de 0,6, similar al estudio de Deurenberg 1991<sup>24</sup>.

La otra ecuación que tiene una adecuada concordancia con BIA es la ecuación de Brozek 1963, con intervalos más estrechos comparados con las otras ecuaciones estudiadas aquí. Se basa en la densidad estimada por los cuatro pliegues y constantes C y M disponibles para sexo y edad (específicas), las cuales fueron utilizadas en este estudio. La muestra de nuestro estudio fue compuesta preferentemente por adultos jóvenes, similar a la de Brozek 1963, quienes tienden a pre-

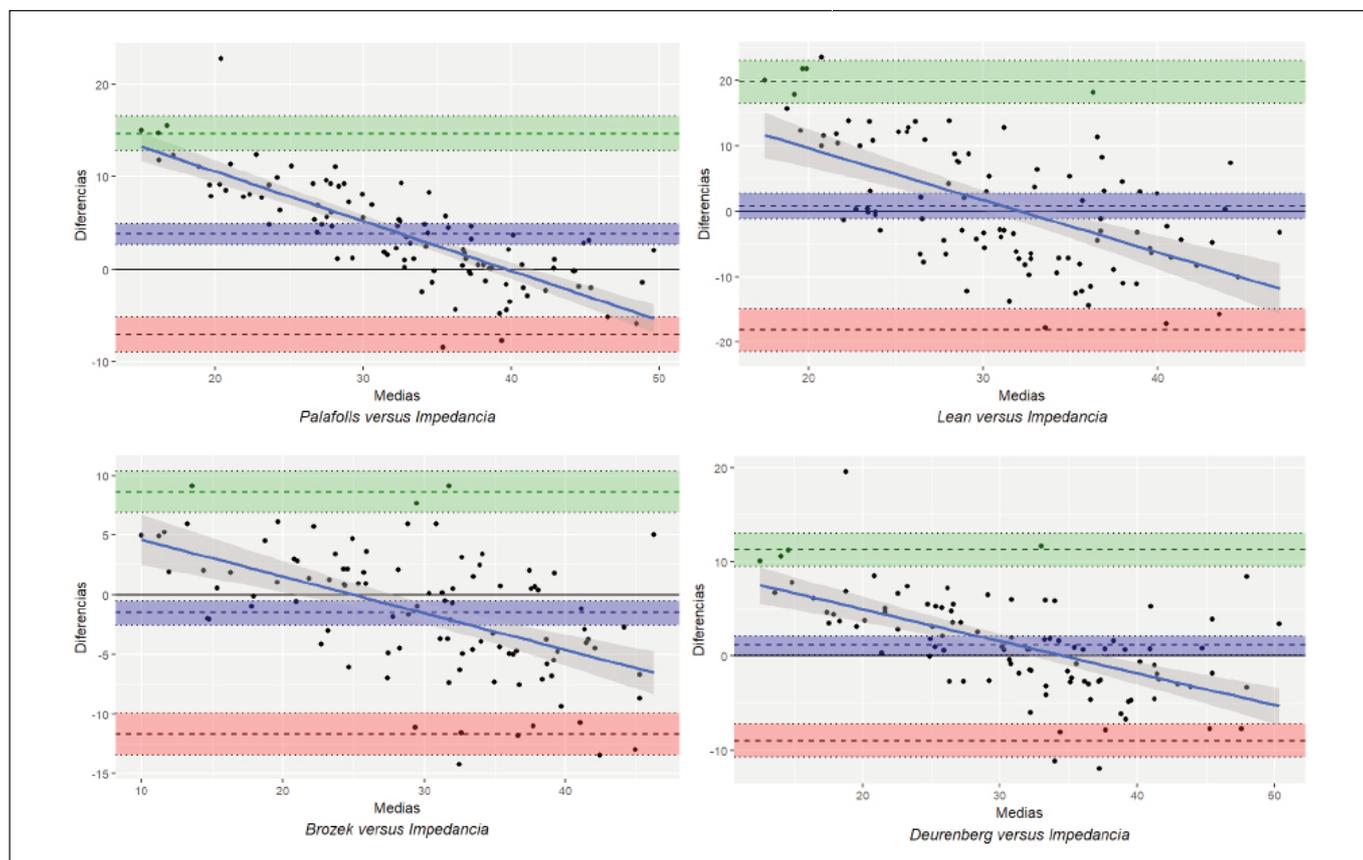


Figura 2. Grado de acuerdo del porcentaje de masa grasa estimados con ecuaciones predictoras y bioimpedancia (n=100)

Tabla 3. Errores (IC 95%), límites inferior, superior de acuerdo y coeficientes de correlación intraclase de las ecuaciones predictoras comparadas con bioimpedancia (n=100)

Variables	Palafolls 2019	Lean 1996	Brozek 1963	Deurenberg 1991
<b>Sexo</b>				
Hombre (n=39)	6,66 (4,76; 8,56) LIA: -4,83 LSA: 18,15 CCI=0,48 (-0,06; 0,77)	10,63 (8,62; 12,64) LIA:-1,53 LSA:22,80 CCI=0,34 (-0,10; 0,69)	-0,31 (-2,04; 1,42) LIA:-10,77 LSA: 10,15 CCI=0,78 (0,62; 0,88)	3,39 (1,63; 5,14) LIA:-7,25 LSA:14,02 CCI= 0,70 (0,38; 0,85)
Mujer (n=61)	1,98 (0,83; 3,13) LIA: -6,79 LSA:10,75 CCI=0,72 (0,53; 0,84)	-5,48 (-6,82; -4,14) LIA:-15,72 LSA:4,76 CCI=0,54 (-0,01; 0,78)	-2,31 (-3,58; -1,04) LIA:-12,04 LSA:7,43 CCI=0,68 (0,46; 0,81)	-0,30 (-1,44; 0,84) LIA:-9,03 LSA:8,43 CCI=0,80 (0,68; 0,87)
<b>Edad</b>				
18-22 (n=54)	5,17 (3,76; 6,58) LIA:-4,96 LSA:15,30 CCI=0,71 (0,13; 0,88)	2,78 (0,07; 5,50) LIA:-16,74 LSA:22,31 CCI=0,26 (0,01; 0,49)	-1,20 (-2,57; 0,17) LIA:-11,04 LSA:8,64 CCI=0,85 (0,75; 0,91)	1,33 (0,03; 2,63) LIA:-7,98 LSA:10,64 CCI=0,85 (0,76; 0,91)
23-35 (n=46)	2,20 (0,55; 3,86) LIA:-8,71 LSA:13,12 CCI=0,71 (0,51; 0,83)	-1,53 (-4,17; 1,11) LIA:-18,95 LSA:15,90 CCI=0,40 (0,13; 0,61)	-1,92 (-3,52; -0,32) LIA:-12,49 LSA:8,66 CCI=0,77 (0,61; 0,87)	0,91 (-0,76; 2,59) LIA:-10,14 LSA:11,97 CCI=0,77 (0,62; 0,86)
<b>Global (n=100)</b>	<b>5,74 (3,80; 7,68)</b> <b>LIA:-6,77 LSA:18,25</b> <b>CCI=0,73</b> <b>(0,42; 0,86)</b>	<b>3,38 (0,06; 6,70)</b> <b>LIA:-18,02 LSA:24,78</b> <b>CCI=0,36</b> <b>(0,18; 0,52)</b>	<b>-1,76 (-3,43; -0,08)</b> <b>LIA:-12,56 LSA:9,04</b> <b>CCI=0,84</b> <b>(0,76; 0,89)</b>	<b>2,21 (0,38; 4,05)</b> <b>LIA:-9,61 LSA:14,04</b> <b>CCI=0,84</b> <b>(0,77; 0,89)</b>

LIA: límite inferior de acuerdo. LSA: límite superior de acuerdo. CCI: coeficiente de correlación intraclase con intervalo de confianza 95%.

sentar un menor %GC, lo que pudo haber favorecido la toma de los pliegues cutáneos, ya que entre el 40-60% de la masa grasa total está distribuida en la grasa subcutánea<sup>28</sup>. Además, las constantes *C* y *M* de densidad fueron estimadas especificando el sexo y grupo etario, lo que da más precisión a la estimación de grasa corporal.

En el grupo de hombres adultos jóvenes con estado nutricional normal, la ecuación de Brozek 1963 evidencia una concordancia superior respecto a las otras tres ecuaciones analizadas; mientras que en mujeres la ecuación de Deurenberg 1991 demuestra mejores indicadores. Dado que esta ecuación se basa en el IMC, la desagregación por edad y sexo incorporan factores que favorecen la estimación de masa grasa; pues las mujeres y personas mayores presentan una mayor acumulación de ésta, y el IMC se correlaciona con ella<sup>29</sup>. Este hallazgo diferencial según sexo también podría explicarse por las fluctuaciones fisiológicas propias del ciclo menstrual, como documentaron Bunt, Lohman y Boileau<sup>30</sup>, quienes observaron variaciones significativas en la densidad corporal total y porcentaje de grasa corporal durante diferentes fases del ciclo, con diferencias promedio de hasta 2,8% entre el momento de menor peso (24,8% de grasa) y el de peso máximo (27,6% de grasa). Estas oscilaciones, atribuibles principalmente a la retención hídrica, sugieren que la ecuación de Deurenberg 1991 podría compensar mejor estas variaciones fisiológicas femeninas, otorgándole mayor precisión en este subgrupo poblacional específico.

Por otro lado, las ecuaciones de Lean 1996 y Palafolls 2019 presentaron los CCI más bajos, al ser comparados con BIA. En el caso de Lean 1996, fue basada en circunferencia de cintura y edad, y se desarrollaron dos ecuaciones específicas; una para hombres y otra para mujeres. Un estudio en adultos mexicanos encontró una correlación de %GC (medido por BIA) y cintura en hombres y mujeres estadísticamente significativa, pero de magnitudes moderadas ( $r=0,63$ ) y bajas ( $r=0,39$ ), respectivamente<sup>31</sup>.

En relación con la ecuación de Palafolls 2019, esta se desarrolló en una cohorte española con un rango etario de 30-90 años, y sus resultados fueron contrastados con la fórmula Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), concluyendo su idoneidad para aplicación en atención primaria<sup>32</sup>. Adicionalmente, las discrepancias observadas respecto a las mediciones por BIA podrían atribuirse a la utilización de variables antropométricas simples como peso y talla, junto con constantes predeterminadas, las cuales no reflejan adecuadamente la compartimentalización corporal y están sujetas a potenciales errores metodológicos en su determinación.

Por otro lado, se destaca que los gráficos de Bland-Altman muestran que las cuatro ecuaciones estudiadas (comparada con BIA) presentaron un sesgo lineal (de tipo inversa) dentro de los límites, indicando que tienden a sobreestimar el %GC

en sujetos con bajo porcentaje y a subestimarlos en aquellos con valores elevados; también visto en un estudio que comparó BIA con la fórmula de Siri 1961 en población chilena<sup>17</sup>. Este sesgo lineal también fue observado en otras poblaciones, aun cuando se comparaban otros modelos de BIA, inclusive con DEXA<sup>33-35</sup>, y en población infanto-juvenil<sup>36</sup>. Los sesgos (independiente si son inversos o directamente proporcionales) generan errores en la interpretación y clasificación de los porcentajes de masa grasa al comparar sujetos con diferentes niveles de adiposidad utilizando estas ecuaciones<sup>25</sup>. Estimar %GC en obesos cuando las ecuaciones predictivas fueron desarrolladas en sujetos con pesos dentro de la normalidad, asumir un valor constante de hidratación para estimar la masa libre de grasa en los equipos de BIA<sup>37</sup>, o realizar mediciones de pliegues cutáneos con un entrenamiento subóptimo, especialmente en obesos<sup>17</sup>; pueden ser factores que explican este fenómeno.

En el ámbito de las implicancias prácticas, el sistema de salud pública chileno no ha otorgado al cálculo de la masa grasa la relevancia que merece. La evaluación nutricional en atención primaria se limita principalmente a variables antropométricas básicas (peso, talla, circunferencia de cintura), mientras que en niveles de atención secundaria y terciaria, si bien se incorporan ocasionalmente pliegues cutáneos, estos presentan limitaciones metodológicas significativas, especialmente en pacientes con malnutrición por exceso, donde la compactación del tejido adiposo dificulta su medición precisa. Notablemente, en los protocolos de cirugía bariátrica, donde el criterio de elegibilidad se fundamenta en el IMC ( $>40$  o  $>35$  con comorbilidades), la evaluación preoperatoria, aunque incluye composición corporal, sigue priorizando el perímetro de cintura como principal indicador de adiposidad abdominal<sup>38</sup>. Esta situación contrasta marcadamente con el abordaje implementado en entornos deportivos—tanto recreacionales como de alto rendimiento—donde las variaciones de masa grasa y libre de grasa constituyen un parámetro fundamental para evaluar la efectividad de las intervenciones nutricionales y del entrenamiento. Consecuentemente, la incorporación sistemática de la evaluación de la composición corporal en los protocolos clínicos es esencial, no solo como un dato diagnóstico aislado, sino como un elemento clave para un abordaje nutricional integral, dado su impacto crucial en la salud cardiovascular. En este sentido, se refuerza la necesidad de evaluar la composición corporal con mayor precisión, utilizando métodos que permitan identificar tanto la cantidad de grasa corporal como su distribución<sup>39</sup>.

Este estudio no ha estado exento de limitaciones. En primer lugar, está la escasa muestra obtenida, y el rango acotado de edad de los participantes; no se consideraron variables como ciclo menstrual y número de hijos de las mujeres que pueden explicar diferencias en las composiciones corporales comparado con las nulíparas. Sin perjuicio de lo anterior, este estudio pretende contribuir a la discusión de la intercambiabilidad

de estos métodos doblemente indirectos que se utilizan en la práctica clínica, promoviendo la estimación del %GC y no depender casi exclusivamente del IMC.

## CONCLUSIONES

El presente estudio pone de manifiesto un mayor acuerdo entre el método BIA y las ecuaciones que parten de la medida de los pliegues cutáneos (Brozek 1963 y Deurenberg 1991) que entre la BIA y las fórmulas que parten de otras variables como el índice de masa corporal o los perímetros. La concordancia entre BIA y las ecuaciones predictivas fue por lo general mayor para el sexo femenino.

## AGRADECIMIENTOS

El estudio ha sido financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Adventista de Chile (código PIR-230 2024).

## BIBLIOGRAFÍA

- Sakers A, De Siqueira MK, Seale P, Villanueva CJ. Adipose-tissue plasticity in health and disease. *Cell*. 2022;185(3):419-46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.12.016>
- Molina-Luque R, Romero-Saldaña M, Álvarez-Fernández C, Bannasar-Veny M, Álvarez-López Á, Molina-Recio G. Equation Córdoba: A Simplified Method for Estimation of Body Fat (ECORE-BF). *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(22):4529. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16224529>
- Barrios V, Gómez-Huelgas R, Rodríguez R, de Pablos-Velasco P. Adiponectina, un factor de riesgo cardiovascular emergente. Estudio REFERENCE. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61(11):1159-67. DOI: <https://doi.org/10.1157/13127847>
- Mill-Ferreira E, Cameno-Carrillo V, Saúl-Gordo H, Camí-Lavado MC. Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: fórmula Palafolls. *Semergen*. 2019;45(2):101-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2018.04.007>
- Holmes CJ, Racette SB. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients*. 2021;13(8):2493. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13082493>
- Gómez Avellaneda G.E, Alvarado Chavez B. Indicadores antropométricos y enfermedades crónicas no transmisibles en pacientes de un hospital público de Perú. *Nutr Clín Diet Hosp*. 2024; 44(4): 21-28. Doi: <https://doi.org/10.12873/444gomez>
- Liu M, Zhang Z, Zhou C, Ye Z, He P, Zhang Y, et al. Predicted fat mass and lean mass in relation to all-cause and cause-specific mortality. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022;13(2):1064-75. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12921>
- Pineau JC, Ramírez Rozzi FV. Measuring body fat-How accurate is the extrapolation of predictive models in epidemiology? *PLoS One*. 2022;17(2):e0263590. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263590>
- Moonen HPFX, Van Zanten ARH. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2021;27(4):344-53. DOI: <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000840>
- Regli IB, Turner R, Woyke S, Rauch S, Brugger H, Gatterer H. Bioelectrical Impedance Vector Analysis: A Valuable Tool to Monitor Daily Body Hydration Dynamics at Altitude. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(10):5455. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105455>
- M. D. Marrodán Serrano, M. G. Santos Beneit, M. S. Mesa Santurino, M. D. Cabañas Armesilla, M. González-Montero de Espinosa, J. L. Pacheco del Cerro. Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. *Nutr Clin Diet Hosp*. 2007, 27(1):11-19
- Pineda Zuluaga M.C, González Correa C.H, Martínez Durán A.G. Cut-off points to determine muscle mass reduction by electrical bioimpedance analysis for the diagnosis of sarcopenia in older adults: a systematic review. *Nutr Clín Diet Hosp*. 2023; 43(4):98-104. Doi: <https://doi.org/10.12873/434gonzalez>
- Rodríguez Camacho, P. M. Valores de referencia de composición corporal para población española adulta, obtenidos mediante antropometría, impedancia eléctrica (BIA) tetrapolar e interacción de infrarrojos. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. 2017. 267 p.
- Penagini F, Leone A, Borsani B, Bosetti A, Dilillo D, Rendo G, et al. Predictive Fat Mass Equations for Children With Inflammatory Bowel Disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2021;73(4):e98-e104. DOI: <https://doi.org/10.1097/MPG.00000000000003188>
- Kammerer M, Ceballos NC, Mayor MC, Hoyos HH, Gómez S. Evaluación de la exactitud de distintas fórmulas de predicción de la composición corporal, comparadas con la absorciometría de energía dual de rayos X, en futbolistas de equipos profesionales colombianos. *Nutr Hosp* 2021;38(2):290-7. DOI: <https://doi.org/10.20960/nh.03206>
- Salazar G, Leyton B, Aguirre C, Anziani A, Weisstaub G, Corvalán C. Anthropometric and bioimpedance equations for fat and fat-free mass in Chilean children 7-9 years of age. *Br J Nutr*. 2021; 126(1):37-42. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114520003906>
- Manzo-Sepúlveda F, Rodríguez-Sanhuesa M, Cares-Muñoz A, López-Espinoza M. Degree of agreement of percentage fat mass in young adults estimated with skinfolds versus bioelectrical impedance. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2024; 3: 715. DOI: <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023715>
- Martín V, Gómez J, Antoranz MJ. Body Fat Estimated by Bioelectrical Impedance, Skinfold Thickness and Anthropometric Equations. A Comparative Analysis. *Rev Esp Salud Pública* 2001; 75: 221-36.
- Ortega JA, Vázquez F, Vélez M, Cortés C, Barrios C, Cueto K, et al. Comparison of classical anthropometry methods and bioelectrical impedance through the determination of body composition in university students. *Nutr Clín Diet Hosp*. 2018;38(4):164-71. DOI: <https://doi.org/10.12873/384ortega>

20. Marrodán M.D, Pérez B.M, Morales E, Santos-Beneit G, Cabañas M.D. Contraste y concordancia entre ecuaciones de composición corporal en edad pediátrica: aplicación en población española y venezolana. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2009; 29(3):4-11
21. Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 4-14
22. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110:113-40. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1963.tb17079.x>
23. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77-97. DOI: <https://doi.org/10.1079/bjn19740060>
24. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991;65(2):105-14. DOI: <https://doi.org/10.1079/bjn19910073>
25. Lehnert B. BlandAltmanLeh Intro. R-project.org. Acceso el 23 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/BlandAltmanLeh/vignettes/Intro.html>
26. Package "irr". R-project.org. 2022. Acceso el 23 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/irr/irr.pdf>
27. The R project for statistical computing. R-project.org. Acceso el 23 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://www.r-project.org/20>
28. Eraso-Checa F, Rosero R, González C, Cortés D, Hernández E, Polanco J, et al. Modelos de composición corporal basados en antropometría: revisión sistemática de literatura. *Nutr Hosp.* 2023; 40(5): 1068-79. DOI: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04377>
29. López-González AA, Martínez A, Silveira C, Martínez A, Arroyo S, Altisench B, et al. The CUN-BAE, Deurenberg Fat Mass, and visceral adiposity index as confident anthropometric indices for early detection of metabolic syndrome components in adults. *Sci Rep.* 2022; 12: 15486. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19343-w>
30. Bunt JC, Lohman TG, Boileau RA. Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(1):96-100. DOI: <https://doi.org/10.1249/00005768-198902000-00017>
31. Bautista M, Guadarrama R, Veytia M. Prevalencia de obesidad según los indicadores: porcentaje de grasa corporal, índice de masa corporal y circunferencia de cintura. *Nutr Clín Diet Hosp.* 2020; 40(3):18-25. DOI: <https://doi.org/10.12873/403bautista>
32. Mill-Ferreyra E, Cameno-Carrillo V, Saúl-Gordo H, Camí-Lavado MC. Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: fórmula Palafolls, *Medicina de Familia. SEMERGEN.* 2019; 45 (2): 101-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2018.04.007>
33. McLester C, Nickerson B, Kliszczewicz B, McLester J. Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *J Clin Densitom.* 2020; 23 (3): 443-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.10.008>
34. Feng Q, Besevic J, Conroy M, Omiyale W, Lacey B, Allen N. Comparison of body composition measures assessed by bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry in the United Kingdom Biobank. *Clin Nutr ESPEN.* 2024; 63:214-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2024.06.040>
35. Olinto M, Lins VC, Rocha G, Dourado MA, Dutra M. Practical but Inaccurate? A-Mode Ultrasound and Bioelectrical Impedance Underestimate Body Fat Percentage Compared to Dual-Energy X-ray Absorptiometry in Male College Students. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2024;9(3):113. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk9030113>
36. Lopez-Gonzalez D, Wells JCK, Clark P. Body Composition Assessment in Mexican Children and Adolescents. Part 2: Cross-Validation of Three Bio-Electrical Impedance Methods against Dual X-ray Absorptiometry for Total-Body and Regional Body Composition. *Nutrients.* 2022;14(5):965. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14050965>
37. Deurenberg P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64 (3 Suppl): 449S-52S
38. Palacio AC, Vargas P, Ghiardo D, Ríos MJ, Vera G, Vergara C, et al. First consensus of Chilean nutritionists on bariatric surgery. *Rev Chil Nutr.* 2019; 46 (1): 61-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182019000100061>
39. Rubinoa F, Cummingsd D, Eckelf R, Coheng R, Wildingh J, Browni W, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025; 13 (3): 221-62. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00316-4)