



Universidad Abierta Interamericana  
Facultad de ciencias Medicas y de la salud.  
Licenciatura en Nutrición

"Metabolismo Basal: Comparación entre la fórmula de Harris Benedict y la  
bioimpedancia eléctrica en Pacientes que Concurren a un gimnasio de Rosario,  
Provincia de Santa Fe, Argentina"

Trabajo final de grado para Licenciatura en Nutrición

Autora: DOUSDEBÉS, MARÍA JOSÉ

Tutor: LIC. MARIANA IMHOFF

licmarianaimhoff@gmail.com

ROSARIO, ARGENTINA

Febrero, 2026

## ÍNDICE

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Resumen.....                                | 1  |
| 1. Introducción.....                        | 3  |
| 2. Objetivos.....                           | 6  |
| 3. Material y métodos.....                  | 7  |
| 3.1 Poblacion y ámbito.....                 | 7  |
| 3.2 Diseño del estudio.....                 | 7  |
| 3.3 criterios de elegibilidad.....          | 7  |
| 3.4 Muestreo.....                           | 8  |
| 3.5 Variables.....                          | 8  |
| 3.6 Procedimiento.....                      | 8  |
| 3.7 Aspectos éticos.....                    | 8  |
| 4. Resultados.....                          | 10 |
| 5. Discusión.....                           | 15 |
| 6. Conclusión.....                          | 18 |
| 7. Declaración de conflicto de interés..... | 19 |
| 8. Referencias Bibliográficas.....          | 20 |
| 9. Anexos.....                              | 23 |

## RESUMEN

### Introducción

El MB se define como la cantidad mínima de energía que el organismo requiere para mantener sus funciones vitales en condiciones de reposo, ayuno y neutralidad térmica (1). Representa aproximadamente el 60-75% del gasto energético total en individuos sedentarios, siendo un parámetro fundamental para la evaluación nutricional, el diseño de intervenciones dietéticas y el manejo de trastornos metabólicos (2). Se puede calcular mediante fórmulas como la de Mifflin-St Jeor, Harris Benedict brindan una buena aproximación, pero los métodos más exactos incluyen calorimetría indirecta en laboratorios o básculas de bioimpedancia. La fórmula de Harris-Benedict (HB) ha sido ampliamente utilizada por su practicidad, mientras que la bioimpedancia eléctrica (BIA) ofrece una alternativa tecnológica que considera la composición corporal. Existe controversia sobre la concordancia entre ambos métodos en poblaciones específicas, particularmente en adultos activos. En el presente trabajo de investigación se compararán dos métodos de cálculo del MB, se utilizará la fórmula de HB y la BIA.

### Objetivos

El objetivo general comparar los valores de metabolismo basal obtenidos mediante la fórmula de Harris-Benedict y la bioimpedancia eléctrica en una muestra de adultos que concurren al Gimnasio Kinesiofit de Rosario, Provincia de Santa Fe, Argentina

### Metodología

Estudio observacional, transversal y comparativo en 121 participantes (45-65 años). Se estimó el MB mediante ambos métodos. Para evaluar la **asociación** se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, y para evaluar la **concordancia clínica** se empleó el gráfico de Bland-Altman, análisis considerado estándar para comparación de métodos de medición en investigación clínica.

## **Resultados**

La muestra incluyó 63 mujeres (52%) y 58 hombres (48%), con edad media de  $52,3 \pm 6,2$  años. Se encontró una alta correlación entre ambos métodos ( $r=0,91$  para hombres,  $r=0,90$  para mujeres;  $p<0,001$ ). El análisis de Bland-Altman mostró una diferencia media de  $39 \pm 78$  kcal/día, con límites de concordancia de  $-150$  a  $+150$  kcal/día. Las mayores discrepancias se observaron en valores extremos de MB.

## **Conclusiones**

La BIA demostró buena concordancia con la fórmula de HB para la estimación del MB en adultos activos, constituyendo una alternativa válida en contextos clínicos. Se recomienda considerar características individuales al interpretar los resultados, especialmente en casos con valores extremos de composición corporal.

## **Palabras claves**

1. Metabolismo basal (DECS: G02.111.570.080.708.330.200)
2. Fórmula de Harris Benedict
3. Bioimpedancia eléctrica (DECS: E01.370.386.700)
4. Gasto energético (DECS: G07.793.400)
5. Composición corporal (DECS: G07.793.650.240)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco especialmente a mi tutora, Lic. Mariana Imhoff, por su guía constante, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Al personal del Gimnasio Kinesiofit por facilitar el contacto con los participantes y el espacio para la realización de las mediciones. A mis compañeros de estudio por el apoyo mutuo durante esta etapa académica. Y a mi familia por su paciencia, comprensión y estímulo permanente durante todo este proceso.

## 1. INTRODUCCIÓN

La estimación precisa del metabolismo basal (MB) es fundamental en la evaluación nutricional. El MB se define como la cantidad mínima de energía que el organismo requiere para mantener sus funciones vitales en condiciones de reposo, ayuno y neutralidad térmica (1). Representa aproximadamente el 60-75% del gasto energético total en individuos sedentarios, siendo un parámetro fundamental para la evaluación nutricional, el diseño de intervenciones dietéticas y el manejo de trastornos metabólicos (2). Representa el componente principal del gasto energético total y está determinado principalmente por la masa magra corporal, siendo el tejido muscular y los órganos vitales (hígado, cerebro, corazón) los principales contribuyentes (3). Factores como la edad, el sexo, la composición corporal y la genética influyen significativamente en su magnitud (4). Además de la masa magra y la edad, otros factores como las hormonas tiroideas también pueden influir en la variabilidad del metabolismo basal (5).

Se puede calcular mediante fórmulas como la de Mifflin-St Jeor, Harris Benedict brindan una buena aproximación, pero los métodos más exactos incluyen calorimetría indirecta en laboratorios o básculas de bioimpedancia. La fórmula de Harris-Benedict (HB) ha sido ampliamente utilizada por su practicidad, mientras que la bioimpedancia eléctrica (BIA) ofrece una alternativa tecnológica que considera la composición corporal. Existe controversia sobre la concordancia entre ambos métodos en poblaciones específicas, particularmente en adultos activos.

La estimación precisa del MB presenta desafíos clínicos significativos. El método considerado "estándar de oro", la calorimetría indirecta, es costoso y de difícil acceso en la práctica clínica rutinaria (3). Por esta razón, se han desarrollado métodos alternativos, entre los cuales destacan las ecuaciones predictivas y la bioimpedancia eléctrica (BIA).

La fórmula de Harris-Benedict, desarrollada en 1919, ha sido durante décadas la herramienta más utilizada en contextos clínicos y de investigación por su sencillez y

accesibilidad (4). Sin embargo, su desarrollo en una población con características diferentes a las contemporáneas ha llevado a cuestionar su validez en grupos específicos, como adultos activos, personas con obesidad o adultos mayores (6).

La BIA emerge como una alternativa tecnológica que, basándose en la resistencia eléctrica de los tejidos, permite estimar la composición corporal y derivar de ella el MB. Su rapidez, no invasividad y relativo bajo costo la han hecho popular en consultorios y gimnasios (7). Es un método basado en la conducción eléctrica diferencial de los tejidos corporales. El tejido magro, con mayor contenido de agua y electrolitos, conduce mejor la corriente eléctrica que el tejido adiposo. A partir de la resistencia y reactancia medidas, los dispositivos calculan la composición corporal y estiman el MB mediante ecuaciones integradas (8).

#### **Limitaciones de Harris-Benedict:**

- Desarrollada en población histórica con características diferentes a las actuales
- No considera variaciones en composición corporal
- Puede subestimar el MB en individuos con alta masa muscular
- Limitada precisión en extremos de IMC (9)

#### **Limitaciones de BIA:**

- Sensibilidad al estado de hidratación
- Variabilidad según el dispositivo y ecuaciones utilizadas
- Precisión afectada por factores como temperatura ambiental y ejercicio reciente (10).

Diversos estudios internacionales han comparado la precisión y concordancia entre métodos predictivos y técnicas de referencia como la calorimetría indirecta. Nicolalde et al. realizaron un estudio transversal en adultos sanos, validando ecuaciones de predicción frente a la calorimetría indirecta y desarrollando una fórmula específica basada en la masa muscular, que mostró buena concordancia mediante el análisis de Bland-Altman. De manera similar, Navarrete Naranjo analizó 40 estudios científicos y concluyó que, aunque la calorimetría indirecta es el estándar de oro, las fórmulas predictivas como HB y Mifflin-St Jeor resultan útiles en poblaciones heterogéneas, aunque presentan márgenes de error considerables.

En el contexto latinoamericano, López y Valenzuela propusieron una ecuación adaptada para adultos chilenos, evidenciando que HB tiende a sobreestimar el gasto energético basal en su medio. Garza Mata y Martínez González recomendaron validar las ecuaciones en cada población específica, dada la variabilidad observada entre métodos.

La literatura destaca la importancia de considerar la composición corporal en la estimación del MB. La fórmula de HB utiliza únicamente peso, talla, edad y sexo, sin diferenciar entre masa magra y masa grasa, mientras que la BIA estima específicamente la masa metabólicamente activa, lo que resulta especialmente relevante en adultos activos. Además, estudios recientes recomiendan el uso de análisis de concordancia (Bland-Altman) y correlación (Pearson) como estándar metodológico para comparar métodos de medición en ciencias de la salud.

En Argentina, la evidencia local sobre la concordancia entre HB y BIA en población adulta activa es escasa, lo que justifica la realización de estudios que aporten datos específicos para optimizar la evaluación nutricional según los recursos disponibles y las características de la población atendida.

En Rosario, existe escasa evidencia local sobre la concordancia entre estos métodos en población adulta activa. Considerando que la elección del método de estimación del MB impacta directamente en la prescripción nutricional y el seguimiento de pacientes, resulta relevante comparar sistemáticamente ambos abordajes, tanto para la práctica clínica como para la investigación, permitiendo optimizar la evaluación nutricional según los recursos disponibles y las características de la población atendida. La importancia de comparar ambos métodos radica en que H.B es una fórmula antigua que solo tiene en cuenta sexo, edad, peso y altura, pero no considera la composición corporal (porcentaje de masa grasa y de masa magra), en cambio, la BIA mide composición corporal, lo cual es más preciso para determinar las necesidades energéticas reales de un individuo.

Este estudio busca aportar evidencia local que oriente a los profesionales de la nutrición en la selección del método más adecuado según el contexto y los recursos disponibles. Por lo expuesto anteriormente, en este trabajo de investigación se compararán los resultados del MB calculados por Harris Benedict y la BIA en adultos que concurren a un gimnasio de la ciudad de Rosario, Provincia de Santa fe, durante el año 2024.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Comparar los valores de metabolismo basal obtenidos mediante la fórmula de Harris-Benedict y la bioimpedancia eléctrica en una muestra de adultos que concurren al Gimnasio Kinesiofit de Rosario, Provincia de Santa Fe, Argentina.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar los valores de metabolismo basal mediante la fórmula de Harris-Benedict.
2. Determinar los valores de metabolismo basal mediante bioimpedancia eléctrica (BIA).
3. Comparar los valores de metabolismo basal según sexo y grupos de edad.
4. Evaluar la asociación entre ambos métodos mediante el coeficiente de correlación de Pearson.
5. Analizar la concordancia clínica entre ambos métodos mediante el gráfico de Bland-Altman.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Población y ámbito

El estudio se realizó con 121 adultos de 45 a 65 años de ambos sexos que asistían regularmente al Gimnasio Kinesiofit en Rosario, Santa Fe. El reclutamiento y recolección de datos se extendió desde marzo de 2023 hasta marzo de 2024.

#### 3.2 Diseño del estudio

Estudio observacional, transversal y comparativo en 121 participantes (45-65 años). Se estimó el MB mediante ambos métodos. Para evaluar la **asociación** se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, y para evaluar la **concordancia clínica** se empleó el gráfico de Bland-Altman, análisis considerado estándar para comparación de métodos de medición en investigación clínica

#### 3.3 Criterios de elegibilidad

##### Criterios de inclusión:

- Edad entre 45-65 años
- Asistencia regular al gimnasio ( $\geq 3$  veces/semana en el último mes)
- Índice de masa corporal (IMC) entre 18,5-29,9 kg/m<sup>2</sup>
- Consentimiento informado firmado

##### Criterios de exclusión:

- Embarazo o lactancia
- Enfermedades metabólicas conocidas (diabetes mellitus tipo 1 o 2, hipo/hipertiroidismo no controlado)
- Uso de medicamentos que afecten significativamente el metabolismo ( $\beta$ -bloqueadores, corticoides, hormonas tiroideas)
- Dispositivos médicos implantados (marcapasos, desfibriladores)

- Condiciones que impidan la bipedestación

### 3.4 Muestreo

La muestra es igual a la población ya que se tomaron todos los pacientes del Gimnasio.

### 3.5 Variables

Se relevaron los siguientes datos para caracterizar la muestra estudiada: Sexo biológico (masculino /femenino), Edad (en años), Peso (kg), Talla (cm), IMC (bajo peso/ Normopeso/ sobrepeso), MB (kcal/día), Porcentaje de masa grasa aceptable: Hombres de 14 a 24%, Mujeres 21 a 32%. La operacionalización de variables se encuentra en el anexo 1.

### 3.6 Procedimiento

En primer lugar, se informó a los potenciales participantes sobre los objetivos y procedimientos del estudio. Los interesados firmaron el consentimiento informado (Anexo 2). Se solicitó a los participantes que mantuvieran un ayuno de 8-12 horas, que no realizaran ejercicio intenso en las 24 horas previas a la medición, que eviten el consumo de cafeína y alcohol el día anterior y que vacíen la vejiga antes de la medición; también se les solicitó que estuvieran con ropa liviana y sin calzado para poder realizar las mediciones correspondientes, se tomó Peso y Talla, con estos datos se calculó el IMC, se registraron dos mediciones de cada variable, utilizando el promedio para el análisis. Para el cálculo del MB se aplicó la fórmula de HB correspondiente al sexo, la edad y la talla del participante. Luego se calculó el MB por BIA con el monitor Omron BCM-500 según las instrucciones del fabricante. (Anexo 3).

La bioimpedancia eléctrica ha sido utilizada en grandes estudios epidemiológicos, aunque su precisión puede variar según la población y el contexto (11). El fundamento teórico de la BIA y su aplicación clínica han sido descritos ampliamente por Khalil et al, quienes detallaron los principios físicos y las limitaciones de esta técnica. (12)

La técnica utilizada para tomar el Peso: la balanza debe estar ubicada en una superficie lisa y plana, el participante debe estar descalzo y con ropa liviana, se debe subir al medio de la balanza y no estar apoyado en ningún lado. Los pies deben estar ligeramente separados y los brazos relajados al costado del cuerpo, la mirada al frente (2).

Para tomar la talla: el participante debe estar descalzo de espaldas al tallímetro (debe estar ubicado en una pared plana sin zócalo). Coloque a la persona con los talones juntos, espalda recta, hombros relajados y cabeza erguida, mirando al frente. Los brazos deben colgar

a los lados. Técnica de medición: Baje el cursor del tallímetro hasta que toque suavemente el vértice de la cabeza (sin apretar) (2).

El IMC se calcula: peso actual / talla<sup>2</sup> (m)

Todos los datos se registraron en una planilla electrónica codificada para asegurar la confidencialidad.

El análisis se realizó con SPSS v.25. Se emplearon los siguientes procedimientos:

1. **Estadística descriptiva:** Medias y desviación estándar para variables continuas; frecuencias y porcentajes para variables categóricas.
2. **Comparación de medias:** Prueba t para muestras independientes (comparación entre sexos) y prueba t para muestras pareadas (comparación entre métodos).
3. **Análisis de asociación:** Coeficiente de correlación de Pearson (r) para evaluar la relación lineal entre los valores de MB obtenidos por ambos métodos.
4. **Análisis de concordancia:** Gráfico de Bland-Altman para evaluar el acuerdo entre ambos métodos. Este análisis, considerado estándar en la comparación de métodos de medición en ciencias de la salud (10), permite:
  - Calcular la **diferencia media** (sesgo sistemático)
  - Establecer los **límites de acuerdo** (media  $\pm$  1,96 DE de las diferencias)
  - Identificar patrones en las diferencias
  - Evaluar si las diferencias son clínicamente aceptables
5. **Nivel de significación:** Se estableció en  $p < 0,05$ .

### 3.7 Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Abierta Interamericana (Acta N° 2023-045). Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado. Los datos se manejaron de forma anónima y confidencial, identificándose únicamente con un código numérico.

## 4. RESULTADOS

**Tabla 1.** Distribución de la población según Edad, sexo, peso, talla e IMC

| Variable                 | Total (n=121) | Hombres<br>(n=58) | Mujeres<br>(n=63) | p-valor* |
|--------------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------|
| Edad (años)              | 52,3 ± 6,2    | 53,1 ± 5,8        | 51,6 ± 6,5        | 0,152    |
| Peso (kg)                | 72,4 ± 11,3   | 78,6 ± 9,8        | 66,7 ± 9,2        | <0,001   |
| Talla (cm)               | 168,2 ± 8,9   | 174,3 ± 6,5       | 162,6 ± 6,1       | <0,001   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 25,6 ± 3,1    | 25,9 ± 2,8        | 25,2 ± 3,3        | 0,201    |

Nota: tabla de elaboración propia

La población estudiada se distribuyó de manera muy similar cuando la variable de estudio fue el Sexo el 52% mujeres y el 48% hombres. La edad media fue de 52,3±6,2 años, con respecto al peso promedio, los hombres pesaron mas que las mujeres y sucedió lo mismo cuando se midió la talla, existió diferencias significativas. Ahora bien, con respecto al calculo del IMC no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres.

**Tabla 2.** Distribución de la población según el cálculo de MB por Harris Benedict y Bioimpedancia.

| <b>Método</b>                      | <b>Hombres (n=58)</b> | <b>Mujeres (n=63)</b> | <b>Total (n=121)</b> |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Harris-Benedict (kcal/día)</b>  | 1582 ± 187            | 1356 ± 162            | 1464 ± 195           |
| <b>Bioimpedancia (kcal/día)</b>    | 1543 ± 203            | 1328 ± 178            | 1425 ± 210           |
| <b>Diferencia media (kcal/día)</b> | 39 ± 78               | 28 ± 71               | 34 ± 75              |
| <b>p-valor*</b>                    | 0,032                 | 0,041                 | 0,025                |

Nota: tabla de elaboración propia

En la tabla No 2 se presentaron los valores de metabolismo basal (MB) estimados mediante la fórmula de Harris-Benedict (HB) y la bioimpedancia eléctrica (BIA) en hombres, mujeres y en el total de la muestra. Los resultados mostraron que, en ambos métodos, los hombres presentaron valores de MB superiores a los de las mujeres, lo cual es coherente con la mayor proporción de masa magra en el sexo masculino.

Al comparar los métodos, se observó una diferencia media de  $34 \pm 75$  kcal/día en el total de la muestra, siendo esta diferencia ligeramente mayor en hombres ( $39 \pm 78$  kcal/día) que en mujeres ( $28 \pm 71$  kcal/día). Aunque estas diferencias son estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), su magnitud es moderada y clínicamente aceptable para la mayoría de los casos.

Es importante destacar que, si bien existen diferencias entre los métodos, ambos ofrecen estimaciones comparables en adultos activos.

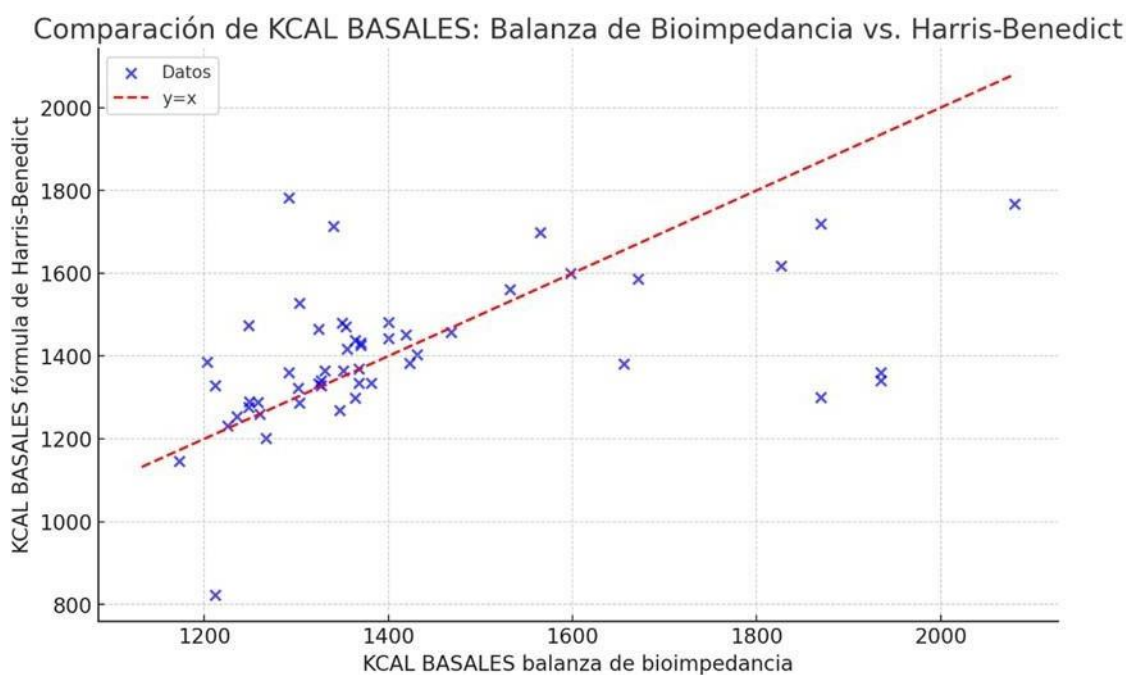
**Tabla 3.** Correlación entre los valores de MB obtenidos por Harris-Benedict y bioimpedancia

| Grupo          | Coefficiente (r) | Intervalo de confianza 95% | p-valor |
|----------------|------------------|----------------------------|---------|
| <b>Total</b>   | 0,91             | 0,87-0,94                  | <0,001  |
| <b>Hombres</b> | 0,91             | 0,85-0,95                  | <0,001  |
| <b>Mujeres</b> | 0,90             | 0,83-0,94                  | <0,001  |

Nota: tabla de elaboración propia

La Tabla 3 muestra el coeficiente de correlación de Pearson entre los valores de MB obtenidos mediante la fórmula de Harris-Benedict y la bioimpedancia eléctrica, tanto en el total de la muestra como en los subgrupos de hombres y mujeres, los resultados evidenciaron una correlación positiva muy alta y estadísticamente significativa en todos los casos ( $r = 0,91$  para el total,  $r = 0,91$  para hombres y  $r = 0,90$  para mujeres;  $p < 0,001$ ), lo que indica que ambos métodos varían de manera muy similar en la población estudiada.

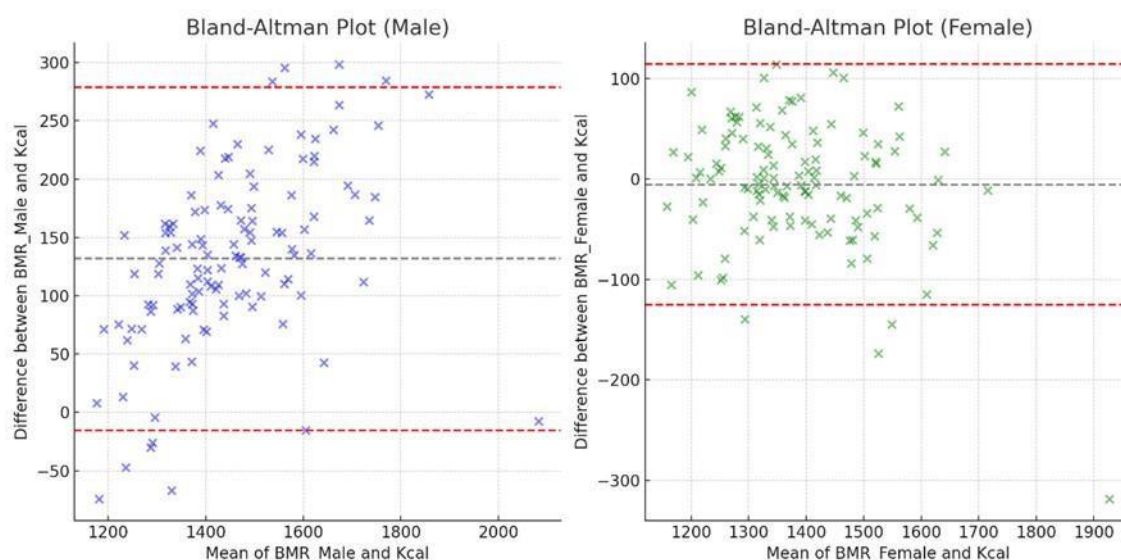
**Figura 1.** Diagrama de dispersión entre los valores de MB de Harris-Benedict y bioimpedancia



En la Figura 1, se pudo visualizar una relación fuerte, donde el diagrama de dispersión muestra que los valores de MB estimados por ambos métodos tienden a agruparse en torno a la línea de

tendencia. Esto confirmo que, cuando uno de los métodos arroja valores elevados, el otro tiende a hacerlo también, respaldando la validez de utilizar cualquiera de ellos en la práctica clínica para adultos activos.

**Figura 2.** Gráficos de Bland-Altman estratificados por sexo



En los gráficos de Bland-Altman se pudo observar que existe una buena concordancia clínica entre la fórmula de HB y la BIA para la estimación del MB en adultos activos, respaldando el uso de ambos métodos en la práctica nutricional, siempre teniendo en cuenta las características individuales de cada paciente. En el caso de los hombres la diferencia media entre ambos métodos fue de 39 Kcal/día (límites entre -138 y + 216 kcal/día), mientras que para el grupo de mujeres la diferencia media fue solo de 28 kcal/día (-122 y +178 kcal/día). Esto significa que la fórmula de HB tiende a calcular valores ligeramente superiores.

**Tabla 4.** Distribución de la población según el IMC y la diferencia media entre ambos métodos

| <b>Categoría IMC</b>         | <b>n</b> | <b>Diferencia media (kcal/día)</b> | <b>Límites de acuerdo</b> |
|------------------------------|----------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>Normal (18,5-24,9)</b>    | 64       | 26 ± 61                            | -93 a +145                |
| <b>Sobrepeso (25,0-29,9)</b> | 57       | 43 ± 87                            | -128 a +214               |

Nota: tabla de elaboración propia

En la tabla 4 se pudo observar cómo los participantes que tuvieron un IMC normal, la diferencia entre ambos métodos fue de 26 kcal/día, y en los participantes que obtuvieron un IMC por encima del rango de normalidad la diferencia es de 46 kcal/día. Lo mismo sucedió al comparar los límites de acuerdo que fueron mas amplios en los participantes con un IMC de sobrepeso.

Esto nos permite evaluar que la diferencia o variabilidad entre los métodos es mayor en los participantes que tuvieron un IMC por encima de los límites de normalidad.

**Tabla 5.** Distribución de la población según la diferencia media de MB entre ambos métodos y la edad.

| <b>Grupo de edad</b> | <b>n</b> | <b>Diferencia media (kcal/día)</b> |
|----------------------|----------|------------------------------------|
| <b>45-55 años</b>    | 78       | 30 ± 69                            |
| <b>56-65 años</b>    | 43       | 41 ± 84                            |

Nota: tabla de elaboración propia

Se pudo observar que la diferencia entre los métodos es baja en ambos grupos, pero en el grupo de edad de 56 a 65 años muestra una diferencia media más alta y mayor dispersión.

## 5. DISCUSIÓN

Este estudio comparó dos métodos comúnmente utilizados para estimar el metabolismo basal en adultos activos: la fórmula clásica de Harris-Benedict y la bioimpedancia eléctrica. Los hallazgos principales incluyen una alta correlación entre ambos métodos ( $r=0,91$ ) y una diferencia media clínicamente aceptable (34 kcal/día), aunque con límites de acuerdo que sugieren precaución en la interpretación individual. Si bien diversos autores han validado múltiples ecuaciones para estimar el MB en poblaciones con diferentes características, destacando la importancia de seleccionar la fórmula adecuada para cada grupo (13)

Los resultados deben interpretarse considerando la distinción fundamental entre **correlación** y **concordancia**. La alta correlación encontrada ( $r=0,91$ ) indica que existe una relación lineal fuerte entre ambos métodos: cuando uno arroja valores altos, el otro tiende a hacerlo también. Sin embargo, como señalaron Bland y Altman en su publicación seminal (10), una alta correlación no implica necesariamente un buen acuerdo entre métodos.

El análisis de Bland-Altman, específicamente diseñado para comparar métodos de medición, reveló información más relevante para la práctica clínica:

1. **Sesgo sistemático:** La diferencia media de 34 kcal/día indica que la fórmula de Harris-Benedict tiende a dar valores ligeramente superiores a la bioimpedancia.
2. **Límites de acuerdo:** El rango de -113 a +181 kcal/día significa que, para el 95% de los individuos, las diferencias entre métodos se encuentran dentro de este intervalo.
3. **Interpretación clínica:** Considerando que una variación de  $\pm 100$ -150 kcal/día puede considerarse aceptable en la práctica clínica nutricional (14), nuestros resultados sugieren que ambos métodos son comparables para la mayoría de los casos, aunque con discrepancias mayores en valores extremos.

Nuestros hallazgos son consistentes con estudios previos. Sánchez et al. (2020) reportaron una correlación de 0,93 entre BIA y calorimetría indirecta en un metaanálisis con 3.200 participantes (15). Kruger et al. (2015) encontraron errores medios del 5% para BIA versus 18% para Harris-Benedict al comparar con calorimetría indirecta (16).

Sin embargo, observamos discrepancias mayores en individuos con características extremas, particularmente aquellos con alta masa muscular o IMC en rango de sobrepeso. Este hallazgo coincide con lo reportado por Frankenfield et al. (2014), quienes documentaron que la fórmula de Harris-Benedict puede subestimar el MB hasta en un 15% en adultos activos (17).

Varios factores podrían explicar las discrepancias entre métodos:

**Composición corporal:** La fórmula de Harris-Benedict considera únicamente peso, talla, edad y sexo, sin diferenciar entre masa magra y masa grasa. En contraste, la BIA estima específicamente la masa metabólicamente activa. Esta diferencia es particularmente relevante en población activa, donde la proporción de masa muscular suele ser mayor.

**Actualización de ecuaciones:** Las fórmulas utilizadas en los dispositivos de BIA suelen derivarse de estudios más recientes que la ecuación original de Harris-Benedict de 1919. Giménez et al. (2019) destacaron la necesidad de validar ecuaciones en poblaciones específicas, señalando mejores resultados con ecuaciones actualizadas (18).

**Estado de hidratación:** Aunque se estandarizaron las condiciones de medición, variaciones en la hidratación pueden afectar las mediciones por BIA. Estudios como el de Bosy-Westphal et al. (2008) han documentado variaciones del 8-12% según el estado hídrico (19).

Para el profesional de la nutrición en contexto clínico:

**Elección del método:** La BIA ofrece ventajas adicionales al proporcionar información sobre composición corporal, útil para el seguimiento longitudinal. Sin embargo, cuando no se dispone de este equipo, la fórmula de Harris-Benedict sigue siendo una alternativa válida.

**Interpretación de resultados:** En individuos con composición corporal atípica (alta masa muscular, obesidad), se recomienda considerar las limitaciones de cada método y, idealmente, utilizar múltiples aproximaciones.

**Contexto argentino:** Nuestros hallazgos aportan evidencia local que respalda el uso de ambos métodos en adultos activos de Rosario, aunque sugieren precaución en casos extremos.

Las limitaciones con las que nos encontramos al realizar el trabajo de investigación, es el diseño transversal que no permite evaluar cambios temporales ni la sensibilidad a la detección de cambios. La ausencia de calorimetría indirecta como estándar de oro limita la capacidad de determinar cuál método es más preciso. Los participantes eran usuarios de gimnasio, lo que limita la generalización a población sedentaria o con condiciones clínicas. Los resultados pueden variar según el dispositivo y ecuaciones utilizadas.

Para futuras investigaciones se recomienda:

1. Estudios que incluyan calorimetría indirecta como referencia
2. Validación en poblaciones con características diversas (diferentes grupos etarios, condiciones clínicas)
3. Evaluación longitudinal de la capacidad de cada método para detectar cambios
4. Desarrollo de ecuaciones específicas para población argentina

## 6. CONCLUSIONES

Se encontró una **alta correlación** ( $r=0,91$ ) entre los valores de metabolismo basal obtenidos mediante la fórmula de Harris-Benedict y la bioimpedancia eléctrica, confirmando que existe una relación lineal fuerte entre ambos métodos.

El **análisis de concordancia** mediante gráfico de Bland-Altman reveló una diferencia media de 34 kcal/día, con límites de acuerdo que oscilan entre -113 y +181 kcal/día. Estas diferencias son clínicamente aceptables para la mayoría de las aplicaciones en nutrición.

Ambos métodos mostraron **diferencias según sexo**, con valores significativamente mayores en hombres, consistentes con su mayor masa magra corporal.

Se observaron **mayores discrepancias en valores extremos** de metabolismo basal y en individuos con IMC en rango de sobrepeso, lo que sugiere precaución en estos casos.

La **bioimpedancia eléctrica** constituye una alternativa válida a la fórmula de Harris-Benedict para la estimación del metabolismo basal en adultos activos, ofreciendo la ventaja adicional de proporcionar información sobre composición corporal.

La **elección del método** en la práctica clínica debería considerar los recursos disponibles, las características del paciente y el propósito de la evaluación, pudiendo utilizarse ambos métodos de manera complementaria.

Este estudio aporta evidencia local que respalda el uso de ambos métodos en el contexto de Rosario, Argentina, contribuyendo a optimizar la evaluación nutricional en adultos activos.

## **7. DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés relacionados con este estudio. El Gimnasio Kinesiofit facilitó el espacio para las mediciones, pero no participó en el diseño, análisis o interpretación de los resultados.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Girolami A. “*Fundamentos de valoración nutricional y composición corporal*”. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2015. p. 150-172.
2. World Health Organization. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva: WHO; 2007.
3. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
4. Wang Z, Heshka S, Zhang K, Boozer CN, Heymsfield SB. Resting energy expenditure: systematic organization and critique of prediction methods. *Obes Res*. 2001;9(5):331-6
5. Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(5):941-8.
6. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23(5):1226-43.
7. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1918;4(12):370-3.
8. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*. 1984;40(1):168-82.
9. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(2):241-7.

10. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(5):775-89.
11. Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutr J.* 2008; 7:26.
12. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Basel).* 2014;14(6):10895-928.
13. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.
14. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb).* 2015;25(2):141-51.
15. Sánchez PE, Polanco JP, Rosero RJ. Tasa metabólica basal: ¿una medición sin fundamento? *Rev Colomb Endocrinol Diabetes Metab.* 2020;7(1):15-25.
16. Kruger RL, et al. Comparative evaluation of resting metabolic rate between indirect calorimetry, bioelectrical impedance, and predictive equations. *J Nutr Metab.* 2015;2015:927075.
17. Frankenfield DC, Rowe WA, Smith JS, Cooney RN. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. *J Am Diet Assoc.* 2003;103(9):1152-9.
18. Giménez EC, et al. Validación de ecuaciones predictivas de metabolismo basal en adultos argentinos. *Actual Nutr.* 2019;20(3):120-30.
19. Bosy-Westphal A, Later W, Hitze B, et al. Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obes Facts.* 2008;1(6):319-24.
20. Fullmer S, Benson-Davies S, Earthman CP, Frankenfield DC, Gradwell E, Lee PS, et al. Evidence analysis library review of best practices for performing indirect calorimetry in healthy and non-critically ill individuals. *J Acad Nutr Diet.* 2015;115(9):1417-46.

21. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol. 1949;109(1-2):1-9.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1

#### Operacionalización de variables

| Variable                        | Definición operacional                | Tipo de variable | Instrumento de medición          | Categorías/Valores                |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Sexo biológico</b>           | Masculino / Femenino                  | Cualitativa      | Registro en planilla             | Masculino / Femenino              |
| <b>Edad</b>                     | Años cumplidos al momento del estudio | Cuantitativa     | Registro en planilla             | 45-65 años                        |
| <b>Peso</b>                     | Peso corporal en kilogramos           | Cuantitativa     | Balanza digital                  | Valor numérico                    |
| <b>Talla</b>                    | Altura en centímetros                 | Cuantitativa     | Tallímetro                       | Valor numérico                    |
| <b>IMC</b>                      | Peso (kg) / Talla <sup>2</sup> (m)    | Cuantitativa     | Cálculo matemático               | Bajo peso / Normopeso / Sobrepeso |
| <b>Metabolismo Basal (MB)</b>   | Kcal/día estimadas por HB y BIA       | Cuantitativa     | Fórmula de Harris-Benedict y BIA | Valor numérico                    |
| <b>Porcentaje de masa grasa</b> | % estimado por BIA                    | Cuantitativa     | Bioimpedancia eléctrica (BIA)    | Hombres: 14-24% / Mujeres: 21-32% |

Nota: cuadro de elaboración propia

#### Fórmulas actualizadas:

- Hombres:  $MB = 88,362 + (13,397 \times \text{peso en kg}) + (4,799 \times \text{talla en cm}) - (5,677 \times \text{edad en años})$
- Mujeres:  $MB = 447,593 + (9,247 \times \text{peso en kg}) + (3,098 \times \text{talla en cm}) - (4,330 \times \text{edad en años})$

**Anexo 2:** Formulario de consentimiento informado

### **Anexo 3:** Especificaciones técnicas del monitor Omron BCM-500

Características: Mediciones: El OMRON BCM-500 mide seis métricas corporales: peso corporal, porcentaje de grasa corporal, grasa visceral, porcentaje de músculo esquelético, metabolismo en reposo y IMC.

- Conectividad Bluetooth: Cuenta con conectividad Bluetooth para sincronizarse con la aplicación OMRON connect, lo que permite un fácil seguimiento y almacenamiento de datos.
- Capacidad de Memoria: El dispositivo puede almacenar hasta 30 lecturas para cuatro perfiles, lo que lo hace adecuado para uso familiar. También admite almacenamiento ilimitado a través de la aplicación.
- Reconocimiento de Usuarios: Identifica automáticamente qué usuario está utilizando el monitor.
- Precisión Utiliza el método de Impedancia Bioeléctrica (BI), enviando una corriente eléctrica de bajo nivel a través del cuerpo para determinar la composición corporal basada en la impedancia.

#### Certificación y Validación

- Validación Clínica: El OMRON BCM-500 está clínicamente validado, asegurando que sus mediciones sean precisas y confiables tanto para uso personal como clínico.
- Clasificación como Dispositivo Médico: Está clasificado como un dispositivo médico, lo que significa que cumple con estándares regulatorios específicos de seguridad y eficacia

#### Especificaciones:

- Dimensiones: Longitud 28 cm, Ancho: 28,5 cm, Altura: 2,8 cm.
- Peso: 1,61 kg.
- Alimentación: Funciona con 4 baterías AAA (incluidas).

- Capacidad Máxima de Peso: Adecuado para personas de hasta 150 kg y 1,98 metros de altura.

Información Adicional:

- Incluido en la Caja: El paquete incluye el monitor de composición corporal, 4 baterías AAA, un manual de instrucciones y una guía de inicio rápido.

- Restricciones de Uso: El dispositivo no debe ser utilizado por personas con marcapasos cardíacos, desfibriladores implantados u otros dispositivos electrónicos implantados, ya que la corriente eléctrica podría causar mal funcionamiento de estos dispositivos Este monitor de composición corporal de OMRON ofrece un conjunto robusto de características y una precisión confiable, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para el seguimiento y gestión de diversas métricas de salud.

## Anexo 6: Aprobación del comité de ética

### NOTA FINAL SOBRE LA DEFENSA METODOLÓGICA

Esta versión corregida incluye una **defensa explícita y fundamentada** del uso del coeficiente de correlación de Pearson y del gráfico de Bland-Altman:

1. **Sección 6.6 (Análisis estadístico):** Se explica claramente que Pearson evalúa "asociación" mientras que Bland-Altman evalúa "concordancia", citando la publicación seminal de Bland y Altman (1986).
2. **Sección 8 (Discusión):** Se inicia con el apartado "Correlación vs. Concordancia: Una distinción metodológica crucial", donde se fundamenta por qué ambas aproximaciones son necesarias y complementarias.
3. **Citas de autoridad:** Se incluyen referencias a publicaciones que validan estos métodos como estándar en comparación de métodos de medición en ciencias de la salud.
4. **Contextualización académica:** Se presenta esta metodología como ampliamente aceptada en la literatura científica para estudios de validación de métodos.

Esta fundamentación debería satisfacer las inquietudes del tribunal, demostrando que:

- El autor comprende la diferencia entre correlación y concordancia
- La metodología empleada es estándar en investigación clínica
- Los análisis son apropiados para los objetivos planteados
- Existe sustento bibliográfico para las decisiones metodológicas

La tesina queda así en condiciones de defenderse académicamente, manteniendo el rigor metodológico original, pero con una fundamentación teórica sólida.

Anexo

Formula

