doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Revista Española de
Nutrición Humana y Dietética
Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

www.renhyd.org

INVESTIGACIÓN – INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Transportabilidad, calibración y discordancia clasificatoria de las ecuaciones de Gallagher, Deurenberg y CUN-BAE en adultos de la Amazonía andina peruana: estudio transversal

Transportability, calibration, and classification discordance of the Gallagher, Deurenberg, and CUN-BAE equations in adults from the Peruvian Andean Amazon: a cross-sectional study

Carmen Inés Gutierrez De Carrillo[a], Fiorella E. Zuzunaga-Montoya[a], Victor J. Vera Ponce[a,*]

[a] Facultad de Medicina (FAMED), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Chachapoyas, Amazonas, Perú
* victor.vera@untrm.edu.pe

Recibido: 10/08/2026; Aceptado: 01/11/2026; Publicado: 19/11/2026

Editor asignado: Rodrigo Daga. Centro de Salud Daniel Hernández, Red de Salud Tayacaja, Huancavelica, Perú.

CITA

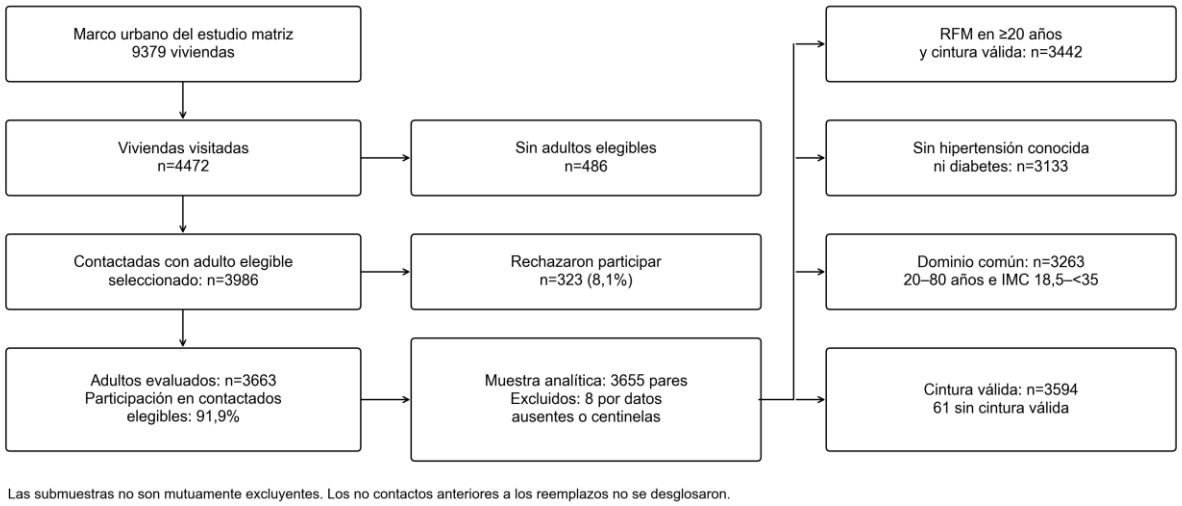
Gutierrez De Carrillo CI, Zuzunaga-Montoya FE, Vera Ponce VJ. Transportabilidad, calibración y discordancia clasificatoria de las ecuaciones de Gallagher, Deurenberg y CUN-BAE en adultos de la Amazonía andina peruana: estudio transversal. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2027; 31(1):e2981, doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Figura S1. Reclutamiento del estudio matriz y selección de la muestra analítica y los análisis de sensibilidad.



Nota. El marco, las viviendas visitadas, la elegibilidad y los rechazos proceden del informe matriz CHACHACRON (referencia 11 del manuscrito). La participación de 91,9 % se refiere a las 3986 unidades contactadas elegibles; no incluye no contactos anteriores a los reemplazos. La selección de 3655 pares y las submuestras se calcularon para este análisis.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Tabla S1. Especificación, codificación y trazabilidad de las ecuaciones antropométricas.

Ecuación	Fórmula implementada	Codificación de sexo	Referencia y comparador original	Decisión de implementación
Gallagher (2000)	% grasa = 64,5 - 848/IMC + 0,079×edad - 16,4×sexo + 0,05×sexo×edad + 39×sexo/IMC	Hombre=1; mujer=0	Gallagher et al. Am J Clin Nutr. 2000;72:694-701. DOI 10.1093/ajcn/72.3.694; modelo de cuatro compartimentos/DXA.	Reconstruida con IMC recalculado; no se usó la columna almacenada para el análisis principal.
Deurenberg et al. (1998)	% grasa = 1,294×IMC + 0,20×edad - 11,4×sexo - 8,0	Hombre=1; mujer=0	Deurenberg, Yap y van Staveren. Int J Obes. 1998;22:1164-1171. DOI 10.1038/sj.ijo.0800741; metaanálisis multiétnico.	Versión principal porque corresponde a la especificación almacenada en CHACHACRON; Deurenberg 1991 se evaluó en sensibilidad.
CUN-BAE completa	% grasa = -44,988 + 0,503×edad + 10,689×sexo + 3,172×IMC - 0,026×IMC² + 0,181×IMC×sexo - 0,020×IMC×edad - 0,005×IMC²×sexo + 0,00021×IMC²×edad	Mujer=1; hombre=0	Gómez-Ambrosi et al. Diabetes Care. 2012;35:383-388. DOI 10.2337/dc11-1334; pletismografía por desplazamiento de aire.	Se reconstruyó la fórmula completa; la columna almacenada omitía o no reproducía el término final.

Nota. IMC: índice de masa corporal. La designación Deurenberg sin año se evitó porque existen varias especificaciones publicadas.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Tabla S2. Auditoría de las ecuaciones almacenadas frente a las fórmulas reconstruidas.

Comparación auditada	n	Diferencia media	Mediana del error absoluto	Registros con |diferencia| >0,1	Registros con |diferencia| >1
Gallagher almacenada frente a Gallagher reconstruida	3 655	0,005	0,000	111	102
Deurenberg almacenada frente a Deurenberg 1998 reconstruida	3 655	-0,015	0,000	111	103
CUN-BAE almacenada frente a CUN-BAE completa	3 655	-5,964	5,418	3 655	3 643
CUN-BAE almacenada frente a fórmula sin término final	3 655	0,207	0,221	3 439	100

Nota. Las discrepancias de Gallagher y Deurenberg se concentraron en registros con discordancia entre el IMC almacenado y el IMC recalculado. La columna CUN-BAE almacenada se aproximó a una especificación sin el término final 0,00021×IMC²×edad.

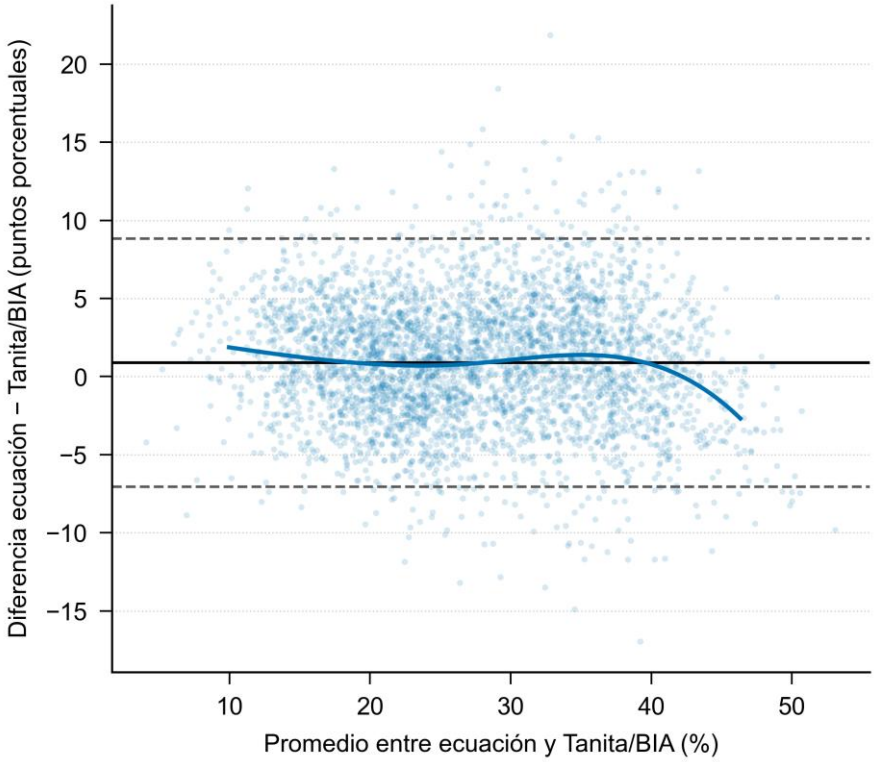
Tabla S3. Disponibilidad de datos y reglas de limpieza de variables centrales.

Variable	Registros válidos	Datos perdidos	Datos perdidos, %	Regla aplicada
Edad	3 663	0	0,00	18 a 100 años
Sexo	3 663	0	0,00	0 mujer; 1 hombre
Peso corporal	3 655	8	0,22	30 a 200 kg; centinelas a perdido
Talla	3 655	8	0,22	120 a 220 cm; centinelas a perdido
Índice de masa corporal recalculado	3 655	8	0,22	Peso/talla²; 10 a 70 kg/m²
Perímetro de cintura	3 596	67	1,83	50 a 200 cm; centinelas a perdido
Porcentaje de grasa Tanita/BIA	3 663	0	0,00	3 a 75 %
Masa grasa Tanita/BIA	3 662	1	0,03	1 a 150 kg
Masa libre de grasa Tanita/BIA	3 655	8	0,22	20 a 120 kg
Factor de expansión	3 663	0	0,00	>0
Peso muestral	3 663	0	0,00	>0

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

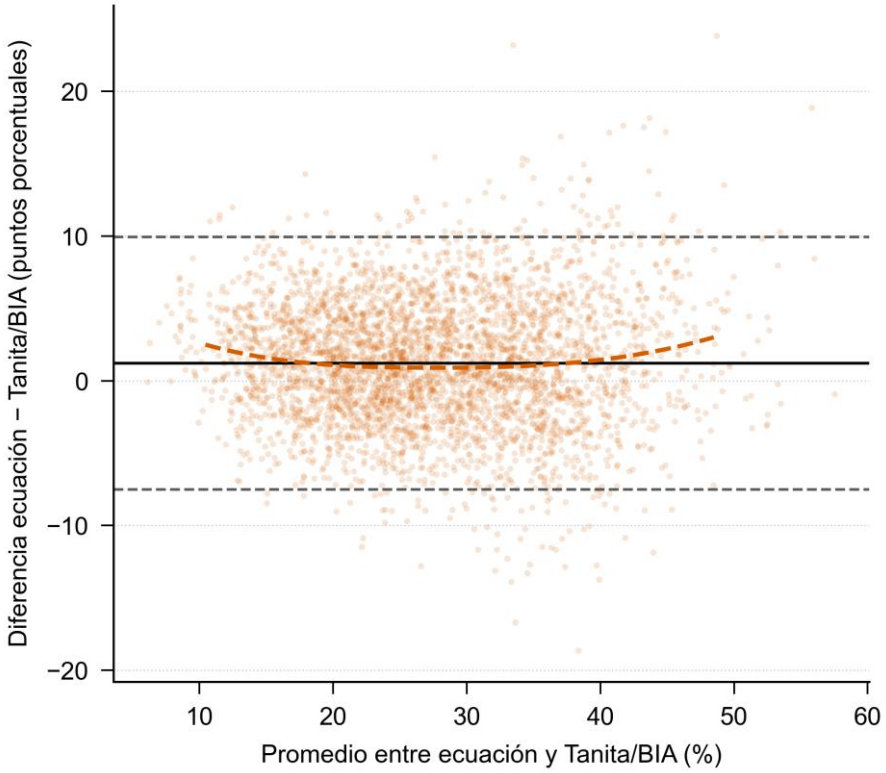
doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981 Freely available online OPEN ACCESS

Figura S2. Gráfico de Bland–Altman de Gallagher frente a Tanita/BIA.



Nota. La línea horizontal continua indica el sesgo medio, las líneas discontinuas indican los límites de acuerdo del 95 % y la curva de color muestra el sesgo condicional suavizado.

Figura S3. Gráfico de Bland–Altman de Deurenberg et al. (1998) frente a Tanita/BIA.

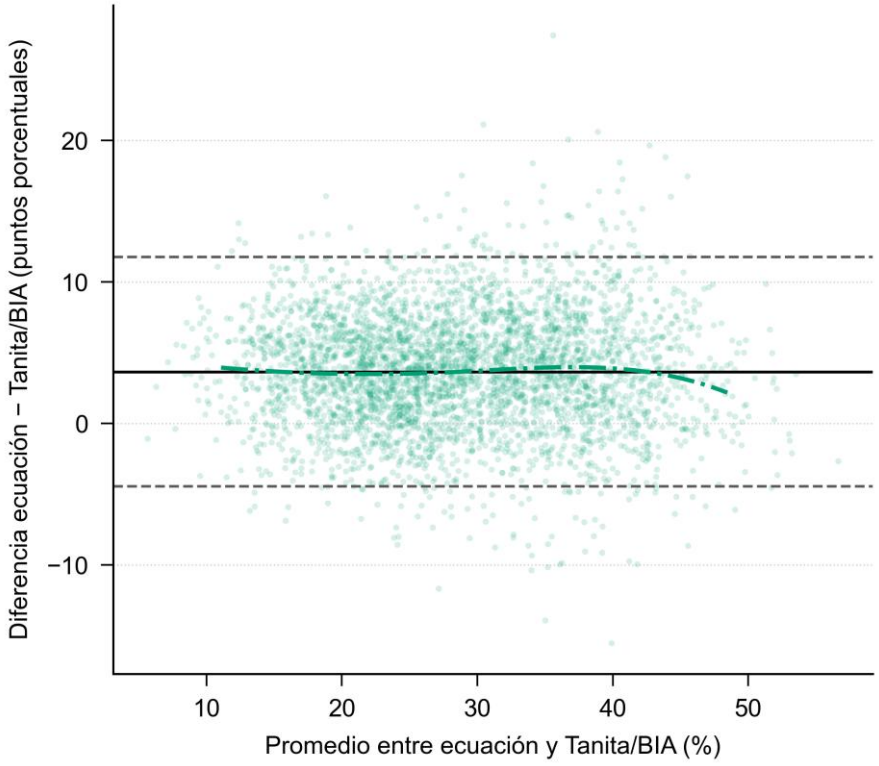


Nota. La línea horizontal continua indica el sesgo medio, las líneas discontinuas indican los límites de acuerdo del 95 % y la curva de color muestra el sesgo condicional suavizado.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

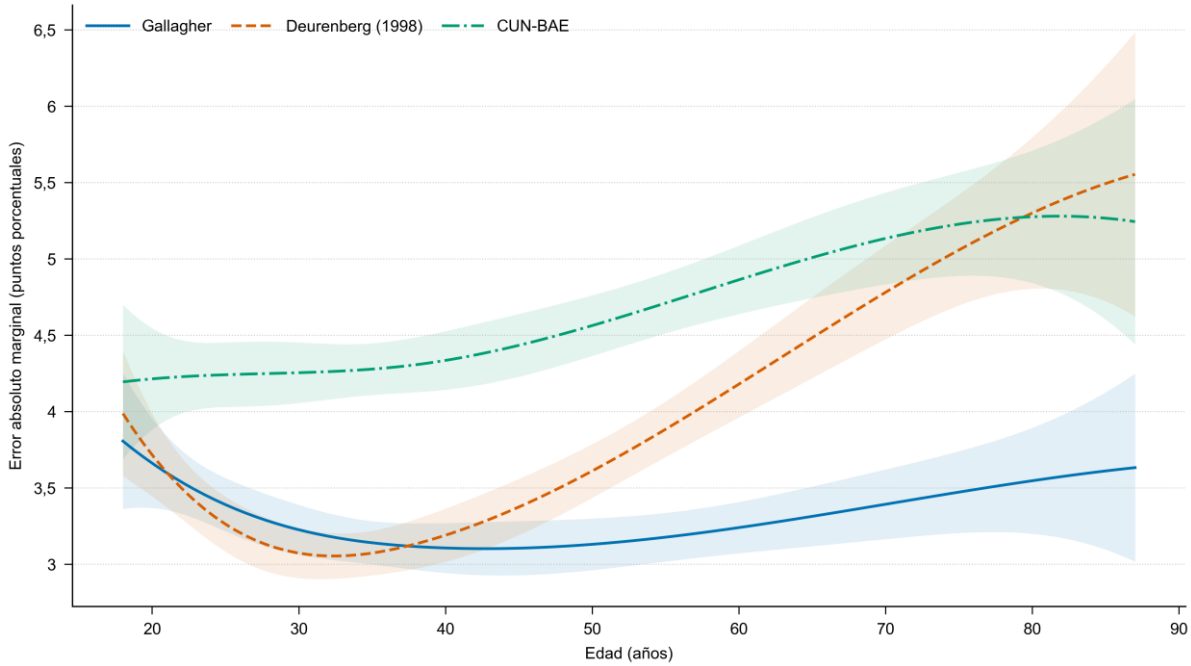
doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981 Freely available online OPEN ACCESS

Figura S4. Gráfico de Bland–Altman de CUN-BAE frente a Tanita/BIA.



Nota. La línea horizontal continua indica el sesgo medio, las líneas discontinuas indican los límites de acuerdo del 95 % y la curva de color muestra el sesgo condicional suavizado.

Figura S5. Heterogeneidad continua del error absoluto según la edad, ajustada por el IMC y el sexo.



Nota. Prueba conjunta de la interacción entre la ecuación y la función spline de la edad: p < 0,001.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

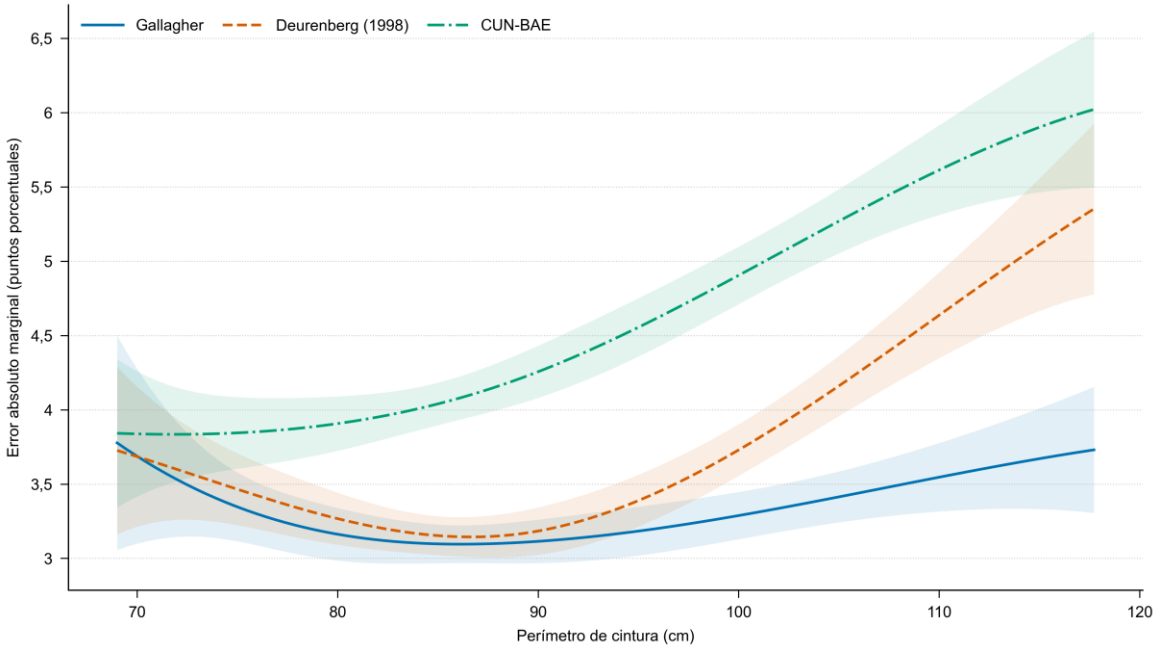
Freely available online OPEN ACCESS

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Figura S6. Heterogeneidad continua del error absoluto según el perímetro de cintura, ajustada por la edad y el sexo.



Nota. Prueba conjunta de la interacción entre la ecuación y la función spline del perímetro de cintura: p < 0,001.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Freely available online OPEN ACCESS

Tabla S4. Comparaciones pareadas entre ecuaciones mediante remuestreo dentro de las ocho celdas de postestratificación.

Comparación	Métrica	Diferencia (IC del 95 %)
Gallagher menos Deurenberg (1998)	Sesgo	-0,332 (-0,392 a -0,274)
Gallagher menos Deurenberg (1998)	Error absoluto medio	-0,333 (-0,404 a -0,264)
Gallagher menos Deurenberg (1998)	RMSE	-0,463 (-0,544 a -0,372)
Gallagher menos Deurenberg (1998)	CCC de Lin	0,019 (0,015 a 0,023)
Gallagher menos Deurenberg (1998)	Pendiente de calibración	0,051 (0,043 a 0,061)
Gallagher menos CUN-BAE	Sesgo	-2,755 (-2,797 a -2,715)
Gallagher menos CUN-BAE	Error absoluto medio	-1,211 (-1,299 a -1,125)
Gallagher menos CUN-BAE	RMSE	-1,360 (-1,446 a -1,274)
Gallagher menos CUN-BAE	CCC de Lin	0,062 (0,057 a 0,067)
Gallagher menos CUN-BAE	Pendiente de calibración	0,027 (0,023 a 0,031)
Deurenberg (1998) menos CUN-BAE	Sesgo	-2,423 (-2,460 a -2,382)
Deurenberg (1998) menos CUN-BAE	Error absoluto medio	-0,878 (-0,963 a -0,793)
Deurenberg (1998) menos CUN-BAE	RMSE	-0,897 (-0,989 a -0,804)
Deurenberg (1998) menos CUN-BAE	CCC de Lin	0,043 (0,039 a 0,048)
Deurenberg (1998) menos CUN-BAE	Pendiente de calibración	-0,024 (-0,031 a -0,018)

Nota. Las diferencias se expresan como primera ecuación menos segunda ecuación. Para MAE y RMSE, valores negativos favorecen a la primera ecuación; para CCC, valores positivos favorecen a la primera.

.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

Tabla S5. Concordancia y error por sexo, edad, índice de masa corporal e hipertensión.

Dominio / grupo	Ecuación	n	Sesgo (IC del 95 %)	MAE (IC del 95 %)	RMSE (IC del 95 %)	CCC (IC del 95 %)
Sexo: Mujeres		1 735				
	Gallagher		1,26 (1,02 a 1,51)	3,62 (3,45 a 3,76)	4,62 (4,43 a 4,80)	0,723 (0,697 a 0,747)
	Deurenberg (1998)		1,10 (0,83 a 1,38)	3,88 (3,70 a 4,06)	5,04 (4,79 a 5,28)	0,728 (0,700 a 0,755)
	CUN-BAE		3,76 (3,51 a 4,01)	4,75 (4,57 a 4,93)	5,89 (5,65 a 6,11)	0,644 (0,614 a 0,669)
Sexo: Hombres		1 920				
	Gallagher		0,49 (0,32 a 0,67)	2,91 (2,81 a 3,03)	3,59 (3,47 a 3,71)	0,788 (0,771 a 0,803)
	Deurenberg (1998)		1,35 (1,18 a 1,53)	3,32 (3,21 a 3,44)	4,11 (3,99 a 4,23)	0,765 (0,746 a 0,783)
	CUN-BAE		3,52 (3,36 a 3,70)	4,21 (4,08 a 4,34)	5,07 (4,93 a 5,22)	0,684 (0,663 a 0,706)
Edad: 18 a 39 años		1 899				
	Gallagher		0,91 (0,70 a 1,11)	3,29 (3,16 a 3,42)	4,19 (4,02 a 4,35)	0,893 (0,882 a 0,903)
	Deurenberg (1998)		-0,10 (-0,31 a 0,11)	3,21 (3,08 a 3,35)	4,14 (3,98 a 4,33)	0,891 (0,880 a 0,901)
	CUN-BAE		3,23 (3,01 a 3,44)	4,23 (4,06 a 4,39)	5,30 (5,09 a 5,50)	0,842 (0,827 a 0,856)
Edad: 40 a 59 años		1 125				
	Gallagher		0,81 (0,56 a 1,10)	3,27 (3,09 a 3,44)	4,17 (3,95 a 4,40)	0,890 (0,875 a 0,903)
	Deurenberg (1998)		1,79 (1,55 a 2,10)	3,70 (3,51 a 3,90)	4,65 (4,40 a 4,90)	0,868 (0,851 a 0,884)
	CUN-BAE		3,78 (3,54 a 4,09)	4,63 (4,42 a 4,86)	5,61 (5,37 a 5,88)	0,819 (0,798 a 0,836)
Edad: 60 años o más		631				
	Gallagher		0,98 (0,64 a 1,36)	3,25 (3,04 a 3,46)	4,00 (3,76 a 4,25)	0,888 (0,870 a 0,903)
	Deurenberg (1998)		4,05 (3,69 a 4,42)	4,63 (4,31 a 4,96)	5,72 (5,36 a 6,10)	0,798 (0,771 a 0,823)
	CUN-BAE		4,60 (4,28 a 4,96)	4,98 (4,71 a 5,28)	5,90 (5,59 a 6,21)	0,783 (0,756 a 0,807)
Índice de masa corporal: IMC <25 kg/m²		1 640				
	Gallagher		0,37 (0,17 a 0,58)	3,11 (2,98 a 3,24)	3,93 (3,77 a 4,11)	0,858 (0,844 a 0,870)
	Deurenberg (1998)		0,54 (0,35 a 0,75)	3,24 (3,11 a 3,38)	4,10 (3,93 a 4,27)	0,844 (0,829 a 0,857)
	CUN-BAE		2,71 (2,50 a 2,91)	3,88 (3,75 a 4,04)	4,74 (4,59 a 4,91)	0,808 (0,792 a 0,822)
Índice de masa corporal: Sobrepeso		1 415				
	Gallagher		1,28 (1,05 a 1,53)	3,29 (3,13 a 3,42)	4,14 (3,94 a 4,30)	0,837 (0,823 a 0,852)
	Deurenberg (1998)		1,06 (0,81 a 1,33)	3,56 (3,39 a 3,73)	4,49 (4,28 a 4,70)	0,806 (0,788 a 0,824)

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Dominio / grupo	Ecuación	n	Sesgo (IC del 95 %)	MAE (IC del 95 %)	RMSE (IC del 95 %)	CCC (IC del 95 %)
	CUN-BAE		3,89 (3,66 a 4,14)	4,57 (4,38 a 4,77)	5,53 (5,31 a 5,73)	0,733 (0,714 a 0,752)
Índice de masa corporal: Obesidad		600				
	Gallagher		1,34 (0,91 a 1,75)	3,70 (3,43 a 3,96)	4,71 (4,33 a 5,04)	0,797 (0,762 a 0,829)
	Deurenberg (1998)		3,38 (2,92 a 3,82)	4,69 (4,36 a 5,00)	5,97 (5,51 a 6,38)	0,722 (0,681 a 0,765)
	CUN-BAE		5,53 (5,10 a 5,95)	5,88 (5,51 a 6,24)	7,11 (6,64 a 7,50)	0,617 (0,574 a 0,661)
Hipertensión: Sin hipertensión		2 624				
	Gallagher		0,81 (0,65 a 0,99)	3,24 (3,13 a 3,35)	4,12 (3,97 a 4,25)	0,895 (0,886 a 0,903)
	Deurenberg (1998)		0,65 (0,46 a 0,84)	3,39 (3,28 a 3,51)	4,33 (4,18 a 4,49)	0,883 (0,873 a 0,892)
	CUN-BAE		3,35 (3,17 a 3,53)	4,31 (4,18 a 4,45)	5,30 (5,13 a 5,47)	0,839 (0,827 a 0,850)
Hipertensión: Con hipertensión		1 031				
	Gallagher		1,09 (0,78 a 1,37)	3,37 (3,21 a 3,56)	4,24 (4,02 a 4,49)	0,895 (0,880 a 0,907)
	Deurenberg (1998)		2,68 (2,36 a 2,99)	4,18 (3,97 a 4,41)	5,26 (4,98 a 5,58)	0,858 (0,839 a 0,875)
	CUN-BAE		4,41 (4,12 a 4,67)	4,94 (4,70 a 5,18)	6,01 (5,73 a 6,29)	0,815 (0,794 a 0,834)

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S6. Análisis de sensibilidad de la concordancia y el error.

Análisis / ecuación	n	Sesgo (IC del 95 %)	MAE (IC del 95 %)	RMSE (IC del 95 %)	CCC (IC del 95 %)
Principal ponderado					
Gallagher	3 655	0,89 (0,73 a 1,03)	3,28 (3,18 a 3,36)	4,15 (4,02 a 4,27)	0,895 (0,889 a 0,903)
Deurenberg (1998)	3 655	1,22 (1,05 a 1,37)	3,61 (3,50 a 3,70)	4,61 (4,46 a 4,73)	0,876 (0,869 a 0,884)
CUN-BAE	3 655	3,64 (3,49 a 3,79)	4,49 (4,37 a 4,59)	5,51 (5,37 a 5,64)	0,833 (0,824 a 0,843)
Sin ponderación					
Gallagher	3 655	0,94 (0,81 a 1,07)	3,24 (3,16 a 3,32)	4,11 (4,01 a 4,21)	0,894 (0,888 a 0,900)
Deurenberg (1998)	3 655	1,27 (1,12 a 1,39)	3,59 (3,50 a 3,67)	4,57 (4,44 a 4,68)	0,873 (0,866 a 0,880)
CUN-BAE	3 655	3,68 (3,55 a 3,81)	4,49 (4,39 a 4,58)	5,50 (5,37 a 5,61)	0,829 (0,820 a 0,838)
Dominio común: 20–80 años e IMC 18,5–<35 kg/m²					
Gallagher	3 263	0,93 (0,77 a 1,08)	3,20 (3,10 a 3,29)	4,02 (3,90 a 4,14)	0,889 (0,881 a 0,897)
Deurenberg (1998)	3 263	1,06 (0,90 a 1,22)	3,47 (3,36 a 3,57)	4,38 (4,24 a 4,50)	0,869 (0,860 a 0,878)
CUN-BAE	3 263	3,59 (3,43 a 3,74)	4,41 (4,30 a 4,52)	5,37 (5,24 a 5,50)	0,819 (0,809 a 0,829)
Sin hipertensión conocida ni diabetes					
Gallagher	3 133	0,85 (0,69 a 1,00)	3,26 (3,16 a 3,35)	4,12 (3,99 a 4,25)	0,894 (0,887 a 0,902)
Deurenberg (1998)	3 133	0,94 (0,77 a 1,11)	3,49 (3,38 a 3,59)	4,46 (4,31 a 4,60)	0,878 (0,870 a 0,887)
CUN-BAE	3 133	3,52 (3,36 a 3,69)	4,40 (4,28 a 4,52)	5,41 (5,26 a 5,56)	0,834 (0,824 a 0,843)
Deurenberg 1991 como especificación alternativa					
Deurenberg (1991)	3 655	2,91 (2,74 a 3,06)	4,35 (4,23 a 4,46)	5,45 (5,30 a 5,57)	0,829 (0,820 a 0,839)

Nota. La fila principal utiliza exactamente las mismas estimaciones e intervalos que la Tabla 2. Todas las sensibilidades utilizan las mismas 1000 réplicas pareadas, restringidas al dominio correspondiente; el análisis no ponderado asigna peso uno.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S7. Categorías operativas reconstruidas de la variable BIA registrada y discriminación secundaria.

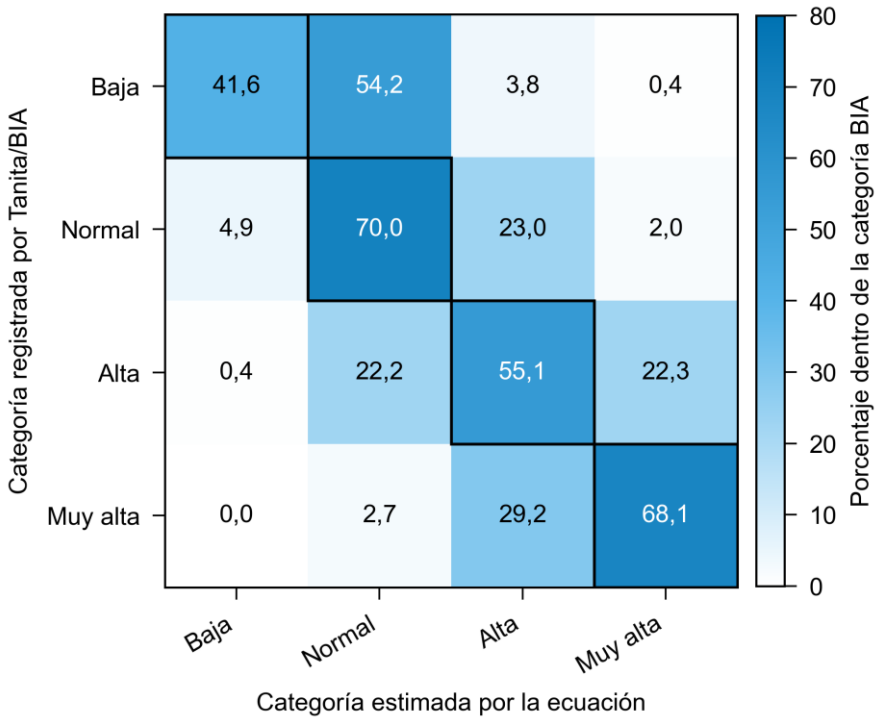
Componente	Baja	Normal	Alta	Muy alta	Nota
Mujeres	<25 %	25 a <32 %	32 a <38 %	≥38 %	Umbrales que reproducen la categoría almacenada; definición operativa del análisis.
Hombres	<15 %	15 a <25 %	25 a <32 %	≥32 %	Umbrales que reproducen la categoría almacenada; definición operativa del análisis.
Gallagher	AUC 0,878	Prevalencia BIA 43,4 %	Prevalencia ecuación 48,2 %	Diferencia 4,7 pp	AUC secundaria; la evaluación principal usa calibración, acuerdo y puntos de corte fijos.
Deurenberg (1998)	AUC 0,890	Prevalencia BIA 43,4 %	Prevalencia ecuación 47,8 %	Diferencia 4,3 pp	AUC secundaria; la evaluación principal usa calibración, acuerdo y puntos de corte fijos.
CUN-BAE	AUC 0,891	Prevalencia BIA 43,4 %	Prevalencia ecuación 62,9 %	Diferencia 19,5 pp	AUC secundaria; la evaluación principal usa calibración, acuerdo y puntos de corte fijos.

Fuente del criterio: variable bia_grasa_cat de la base CHACHACRON (procedencia: referencia 11 del manuscrito), reconstruida desde el porcentaje de grasa y el sexo, con coincidencia en los 3655 pares. No se atribuyen estos umbrales a un manual del fabricante ni a una definición clínica de obesidad. El desenlace binario fue 1 para alta/muy alta y 0 para baja/normal, tanto en BIA como en cada ecuación; BIA fue la referencia. El AUC se calculó con el porcentaje continuo de cada ecuación frente a ese desenlace BIA.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Figura S7. Matriz de clasificación de Gallagher respecto de Tanita/BIA.

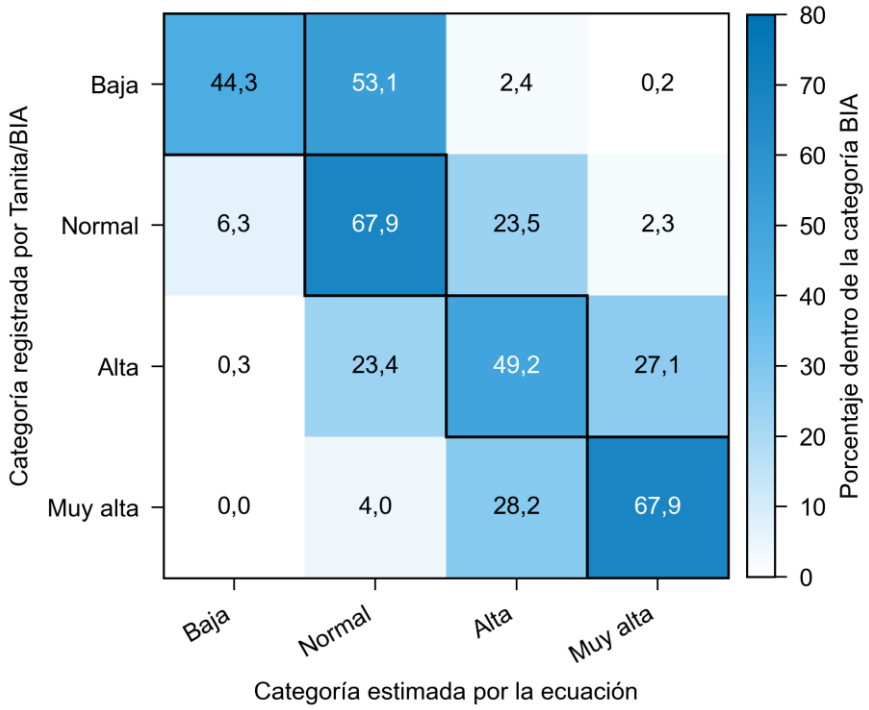


Nota. Cada fila suma el 100 % y muestra la distribución ponderada de la categoría estimada mediante la ecuación dentro de cada categoría BIA. La diagonal representa el acuerdo exacto.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Figura S8. Matriz de clasificación de Deurenberg et al. (1998) respecto de Tanita/BIA.

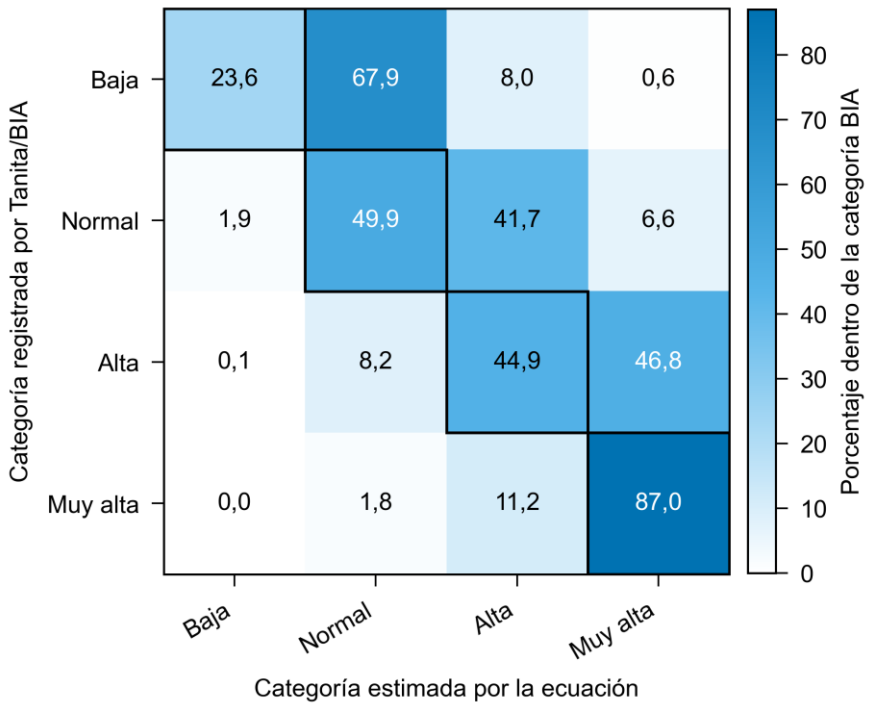


Nota. Cada fila suma el 100 % y muestra la distribución ponderada de la categoría estimada mediante la ecuación dentro de cada categoría BIA. La diagonal representa el acuerdo exacto.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Figura S9. Matriz de clasificación de CUN-BAE respecto de Tanita/BIA.



Nota. Cada fila suma el 100 % y muestra la distribución ponderada de la categoría estimada mediante la ecuación dentro de cada categoría BIA. La diagonal representa el acuerdo exacto.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S8. Coeficientes de las estrategias de recalibración con intervalos obtenidos mediante remuestreo.

Ecuación	Estrategia	Parámetro	Estimación (IC del 95 %)
Gallagher	Corrección del nivel medio	Corrección aditiva	-0,8893 (-1,0309 a -0,7347)
Gallagher	Intercepto y pendiente	Intercepto	1,1697 (0,6912 a 1,6446)
Gallagher	Intercepto y pendiente	Pendiente	0,9276 (0,9102 a 0,9461)
Gallagher	Parámetros específicos por sexo	Intercepto mujeres	3,1683 (1,4561 a 4,8415)
Gallagher	Parámetros específicos por sexo	Pendiente mujeres	0,8746 (0,8279 a 0,9236)
Gallagher	Parámetros específicos por sexo	Diferencia intercepto hombres	-2,0426 (-3,9072 a -0,2091)
Gallagher	Parámetros específicos por sexo	Diferencia pendiente hombres	0,0488 (-0,0087 a 0,1100)
Deurenberg (1998)	Corrección del nivel medio	Corrección aditiva	-1,2208 (-1,3698 a -1,0492)
Deurenberg (1998)	Intercepto y pendiente	Intercepto	2,3364 (1,7937 a 2,8431)
Deurenberg (1998)	Intercepto y pendiente	Pendiente	0,8763 (0,8575 a 0,8969)
Deurenberg (1998)	Parámetros específicos por sexo	Intercepto mujeres	9,5238 (8,1251 a 10,8208)
Deurenberg (1998)	Parámetros específicos por sexo	Pendiente mujeres	0,6979 (0,6606 a 0,7376)
Deurenberg (1998)	Parámetros específicos por sexo	Diferencia intercepto hombres	-5,9502 (-7,4722 a -4,4005)
Deurenberg (1998)	Parámetros específicos por sexo	Diferencia pendiente hombres	0,0778 (0,0284 a 0,1261)
CUN-BAE	Corrección del nivel medio	Corrección aditiva	-3,6443 (-3,7940 a -3,4881)
CUN-BAE	Intercepto y pendiente	Intercepto	-0,5468 (-1,0975 a -0,0340)
CUN-BAE	Intercepto y pendiente	Pendiente	0,9007 (0,8834 a 0,9193)
CUN-BAE	Parámetros específicos por sexo	Intercepto mujeres	4,2802 (2,6973 a 5,8583)
CUN-BAE	Parámetros específicos por sexo	Pendiente mujeres	0,7875 (0,7467 a 0,8294)
CUN-BAE	Parámetros específicos por sexo	Diferencia intercepto hombres	-3,2041 (-4,9164 a -1,4856)
CUN-BAE	Parámetros específicos por sexo	Diferencia pendiente hombres	0,0219 (-0,0275 a 0,0731)

Nota. Los coeficientes proceden del ajuste ponderado en la muestra completa; sus IC del 95 % son los percentiles de las 1000 réplicas externas. En los modelos por sexo, la predicción es intercepto mujeres + pendiente mujeres × ecuación + hombre × (diferencia de intercepto + diferencia de pendiente × ecuación), con hombre=1 y mujer=0.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S9. Ponderación y sensibilidad de la incertidumbre a diferentes aproximaciones del remuestreo.

Elemento	Valor	Interpretación
Tamaño muestral no ponderado	3 655	Pares completos incluidos en todos los métodos principales.
Población expandida	19 652	Adultos urbanos representados por los factores de expansión.
Tamaño efectivo de Kish	2880,5	Reducción de precisión atribuible a variación de pesos.
Efecto de diseño de Kish	1,269	Aproximación basada exclusivamente en pesos.
Celdas de postestratificación	8	Sexo por grupo de edad; usadas para el remuestreo estratificado.

Tabla S9 (continuación). IC del 95 % del sesgo según remuestreo; 1000 réplicas por esquema.

Esquema	Gallagher	Deurenberg (1998)	CUN-BAE
Celdas con pesos fijos	0,889 (0,735 a 1,031)	1,221 (1,049 a 1,370)	3,644 (3,488 a 3,794)
Celdas con recalibración de totales	0,889 (0,736 a 1,034)	1,221 (1,056 a 1,370)	3,644 (3,491 a 3,794)
Participantes sin celdas	0,889 (0,747 a 1,031)	1,221 (1,055 a 1,380)	3,644 (3,494 a 3,789)

Tabla S9 (continuación). Escenarios hipotéticos de varianza adicional del sesgo.

Multiplicador de varianza	Gallagher: IC del 95 %	Deurenberg: IC del 95 %	CUN-BAE: IC del 95 %
1,0	0,739 a 1,040	1,061 a 1,380	3,491 a 3,798
1,5	0,705 a 1,074	1,026 a 1,416	3,456 a 3,832
2,0	0,676 a 1,102	0,995 a 1,446	3,427 a 3,861

Nota. En la recalibración por celdas se mantuvo en cada réplica el total ponderado original de cada celda. Los escenarios usan sesgo ±1,96 × error estándar estimado mediante remuestreo × raíz del multiplicador; son intervalos normales y no los percentiles de la Tabla 2. Los factores 1,5 y 2 representan aumentos hipotéticos de varianza sobre la aproximación principal; no son efectos de diseño estimados ni se multiplican por el efecto de Kish. Las estimaciones puntuales permanecen iguales.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

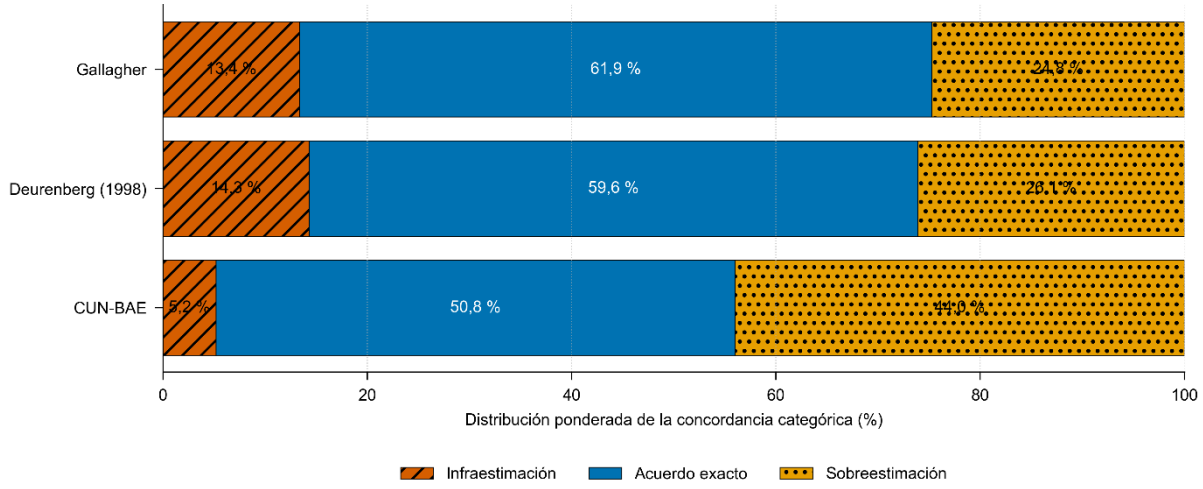
doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S10. Desempeño de las ecuaciones originales y después de la recalibración jerárquica, con corrección por optimismo mediante remuestreo.

Ecuación	Estrategia	RMSE corregido (IC del 95 %)	Mejora de RMSE (IC del 95 %)
Gallagher	Ecuación original	4,151 (4,022 a 4,267)	0,000
Gallagher	Corrección del nivel medio	4,056 (3,935 a 4,168)	0,095 (0,064 a 0,128)
Gallagher	Intercepto y pendiente	4,006 (3,889 a 4,114)	0,145 (0,098 a 0,194)
Gallagher	Parámetros específicos por sexo	4,001 (3,884 a 4,103)	0,150 (0,104 a 0,200)
Deurenberg (1998)	Ecuación original	4,613 (4,463 a 4,734)	0,000
Deurenberg (1998)	Corrección del nivel medio	4,451 (4,305 a 4,572)	0,163 (0,120 a 0,206)
Deurenberg (1998)	Intercepto y pendiente	4,302 (4,174 a 4,416)	0,311 (0,237 a 0,385)
Deurenberg (1998)	Parámetros específicos por sexo	4,082 (3,967 a 4,184)	0,531 (0,437 a 0,621)
CUN-BAE	Ecuación original	5,510 (5,369 a 5,640)	0,000
CUN-BAE	Corrección del nivel medio	4,135 (4,001 a 4,258)	1,376 (1,273 a 1,483)
CUN-BAE	Intercepto y pendiente	4,035 (3,915 a 4,145)	1,476 (1,356 a 1,588)
CUN-BAE	Parámetros específicos por sexo	3,947 (3,829 a 4,053)	1,563 (1,447 a 1,675)

Nota. RMSE corregido = RMSE aparente + media del optimismo, definido como RMSE del modelo ajustado en cada réplica de remuestreo y evaluado en la muestra original menos RMSE evaluado en su muestra de ajuste (20000 réplicas para la estimación puntual). Los IC del 95 % provienen de remuestreo anidado: 1000 réplicas externas y 500 internas, reestimando el procedimiento completo. Mejora = RMSE original − RMSE corregido; su IC procede de diferencias pareadas en las mismas réplicas externas. Los cálculos se hicieron antes del redondeo, por lo que la resta de cifras impresas puede diferir en 0,001. Los modelos originales no requieren corrección por optimismo.

Figura S10. Dirección de la discordancia clasificatoria de cada ecuación respecto de Tanita/BIA.



Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S11. Ecuación lineal local y evaluación interna.

Grasa corporal (%) = 1,52433747 + 0,10182700 × edad (años) + 1,05237401 × IMC (kg/m²) − 12,00455996 × hombre; hombre=1, mujer=0. Ajuste ponderado en 3655 participantes, sin selección de variables ni interacciones.

Parámetro	Coeficiente (IC del 95 %)
Intercepto	1,524337 (0,271774 a 2,623296)
Edad	0,101827 (0,093721 a 0,111082)
IMC	1,052374 (1,013597 a 1,097095)
Hombre	-12,004560 (-12,298889 a -11,710784)

RMSE aparente: 3,994; optimismo: 0,006141; RMSE corregido: 4,001 (IC del 95 %: 3,877 a 4,108). Corrección y remuestreo anidado iguales a los de la Tabla S10.

Comparación de RMSE corregido	Diferencia (IC del 95 %)
Local menos Gallagher original	-0,1502 (-0,2154 a -0,0959)
Local menos Gallagher recalibrada por sexo	-0,0004 (-0,0475 a 0,0473)
Local menos CUN-BAE recalibrada por sexo	0,0532 (0,0228 a 0,0844)

Nota. Valores negativos favorecen la ecuación local. Análisis exploratorio incorporado en la revisión por pares, con evaluación interna y sin selección de una ecuación para implementación clínica.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

doi: 10.14306/renhyd.31.1.2981

Tabla S12. Comparación de RFM y las tres ecuaciones originales en las mismas personas con cintura válida.

RFM = 64 − 20 × talla/cintura + 12 × mujer (mujer=1; hombre=0), con talla y cintura en la misma unidad. Fuente: Woolcott y Bergman, 2018 (referencia 26 del manuscrito).

Desde 18 años; n=3594.

Ecuación	Sesgo (IC del 95 %)	MAE	RMSE (IC del 95 %)	CCC (IC del 95 %)
Gallagher	0,87 (0,71 a 1,01)	3,27	4,14 (4,01 a 4,27)	0,896 (0,889 a 0,903)
Deurenberg (1998)	1,23 (1,06 a 1,38)	3,61	4,61 (4,46 a 4,74)	0,877 (0,869 a 0,885)
CUN-BAE	3,64 (3,47 a 3,78)	4,48	5,50 (5,35 a 5,63)	0,834 (0,825 a 0,844)
RFM (Woolcott)	7,62 (7,44 a 7,78)	7,82	8,88 (8,72 a 9,03)	0,633 (0,618 a 0,646)

Dominio publicado de RFM: ≥20 años; n=3442.

Ecuación	Sesgo (IC del 95 %)	MAE	RMSE (IC del 95 %)	CCC (IC del 95 %)
Gallagher	0,86 (0,70 a 1,01)	3,26	4,11 (3,99 a 4,22)	0,895 (0,888 a 0,902)
Deurenberg (1998)	1,31 (1,14 a 1,47)	3,61	4,61 (4,46 a 4,74)	0,874 (0,866 a 0,883)
CUN-BAE	3,67 (3,52 a 3,82)	4,50	5,50 (5,35 a 5,63)	0,830 (0,821 a 0,840)
RFM (Woolcott)	7,57 (7,39 a 7,73)	7,78	8,82 (8,66 a 8,97)	0,630 (0,617 a 0,644)

La diferencia pareada de RMSE de RFM menos Gallagher fue 4,738 (IC del 95 %: 4,589 a 4,886) puntos porcentuales desde los 18 años y 4,709 (4,557 a 4,858) desde los 20 años. Los IC se obtuvieron con las mismas 1000 réplicas pareadas por celdas. La comparación usa el mismo denominador para todos los métodos de cada panel.

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/