



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de ciencias Naturales

Comparación de ecuaciones para estimar la masa corporal y  
la estatura en pacientes hospitalizados del Hospital General  
de Querétaro

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestra en  
Nutrición Clínica Integral

Presenta

L.N Sanjuan Méndez Ariadna

Dirigido por:

MNC. Rosalva Hernández Oviedo

Querétaro, Qro. a 30 de noviembre de 2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Comparación de ecuaciones para estimar la masa corporal y la estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro

**por**

Ariadna Sanjuan Mendez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** CNMAC-309459



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Nutrición Clínica Integral

Comparación de ecuaciones para estimar la  
masa corporal y la estatura en pacientes encamados del Hospital  
General de Querétaro

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestra en Nutrición Clínica  
Integral

Presenta;

L.N Sanjuan Méndez Ariadna

Dirigido por:

MNC. Rosalva Hernández Oviedo

MNC. Rosalva Hernández Oviedo

Presidente

MNC. Lorena Ruelas Herrera

Secretario

MNC. Oscar Martínez González

Vocal

MNH. Laura Regina Ojeda Navarro

Vocal

Dra. Barbara Ixchel Estrada Velasco

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro. a 30 de noviembre de 2023  
México

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco ampliamente a la Universidad Autónoma de Querétaro por haber permitido formarme en ella.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que me apoyó ampliamente de forma económica con la beca de manutención y me permitió dedicarme de forma exclusiva a la elaboración y culminación de este proyecto.

Al Hospital General de Querétaro y a todo su personal que permitieron fuera posible que este proyecto se llevara a cabo en sus instalaciones.

A la MNC. Rosalva Hernández Oviedo, por su confianza, quien desde un principio creyó en mí y en el proyecto y a cada uno de los sinodales, por su interés, orientación, dedicación y entrega, sin quienes esta investigación no hubiera sido posible.

Asimismo, a las compañeras que me apoyaron en la fase de recolección de datos: Carla Iveth Olvera Serrano, Ana Aracely Ortiz Benítez y Valeria Vargas Alonso, sin su apoyo este proyecto no se hubiese concluido.

# Índice

Abreviaturas y siglas .....	IV
Resumen .....	1
Abstract .....	3
I. Introducción/planteamiento del problema y justificación .....	4
II. Antecedentes .....	6
II.1 Ecuaciones de predicción .....	6
II.1.1 Ecuaciones de predicción de masa corporal.....	6
II.1.2 Ecuaciones de predicción de estatura.....	11
II.2 Segmentos corporales y predicción de masa corporal.....	16
II.3 Segmentos corporales y predicción de estatura.....	17
II.3.1 Valoración de la masa libre de agua .....	17
II.4 Técnicas para la toma de mediciones antropométricas .....	19
II.4.1 Masa corporal.....	19
II.4.2 Estatura.....	19
II.4.3 Media envergadura de brazos.....	19
II.4.4 Perímetro de brazo relajado .....	20
II.4.5 Perímetro de pierna .....	20
II.4.6 Altura de rodilla .....	20
II.4.7 Largo de antebrazo .....	21
III. Hipótesis .....	22
IV. Objetivos.....	22
IV.1 General.....	22

IV.2	Específicos .....	22
V.	Material y métodos .....	23
V.1	Tipo de estudio: .....	23
V.2	Diseño del estudio .....	23
V.3	Población .....	23
V.4	Muestra y tipo de muestra .....	23
V.5	Instrumentos .....	24
V.6	Procedimientos .....	24
V.7	Consideraciones éticas .....	27
VI.	Resultados .....	28
VII.	Discusión .....	33
VIII.	Conclusiones .....	36
IX.	Recomendaciones .....	37
X.	Referencias.....	38
XI.	Anexos .....	43
XI.1	Certificación de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK 1).....	43
XI.2	Consentimiento informado .....	44
XI.3	Hoja de recolección de datos .....	46
XI.4	Aprobación del comité de bioética .....	47
XI.5	Presupuesto .....	49
XI.6	Cronograma de actividades.....	50

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Fórmulas para predicción de la masa corporal.....	9
<b>Tabla 2</b> Fórmulas para la predicción de estatura.....	14
<b>Tabla 3</b> Escala de valoración del edema. ....	18
<b>Tabla 4</b> Ecuación para la determinación de masa libre de agua.....	18
<b>Tabla 5</b> Ecuaciones seleccionadas para el estudio .....	25
<b>Tabla 6</b> Definición operacional de las variables y categorías. ....	25
<b>Tabla 7</b> Características de la muestra de acuerdo al sexo .....	28
<b>Tabla 8</b> Descripción de predicciones de masa corporal de acuerdo al sexo .....	29
<b>Tabla 9</b> Descripción de predicciones de la estatura de acuerdo al sexo.....	30
<b>Tabla 10</b> Correlación de la masa corporal real con las predicciones .....	30
<b>Tabla 11</b> Correlaciones de la estatura real con las predicciones .....	31

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Diagnóstico médico de la muestra de acuerdo al sexo .....	29
<b>Figura 2</b> Diferencias de cada ecuación de predicción de estatura en comparación con los datos reales.....	31
<b>Figura 3</b> Diferencias de cada ecuación de predicción de estatura en comparación con los datos reales.....	32

## Abreviaturas y siglas

<b>AR:</b> altura de rodilla	<b>PBR:</b> perímetro de brazo relajado
<b>DE:</b> desviación estándar	<b>PBR:</b> perímetro de brazo relajado
<b>DH:</b> diámetro de húmero	<b>PCa:</b> perímetro de cadera
<b>E:</b> envergadura	<b>PCB:</b> pliegue cutáneo bicipital
<b>EES:</b> error estándar de estimación	<b>PCi:</b> perímetro de cintura
<b>EUA:</b> Estados Unidos de América	<b>PCSe:</b> pliegue cutáneo subescapular
<b>FB:</b> ancho del pie	<b>PCT:</b> Pliegue cutáneo tricipital
<b>FL:</b> largo del pie	<b>PM:</b> perímetro de muslo
<b>HB:</b> ancho de la mano	<b>PMu:</b> perímetro de muñeca
<b>HL:</b> largo de la mano	<b>PPa:</b> perímetro de pantorrilla
<b>INCMNSZ:</b> Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”	<b>PPan:</b> pliegue de pantorrilla
<b>ISAK:</b> The International Society for the Advancement of Kinanthropometry	<b>RIMV:</b> Instituto Nacional Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente
<b>LA:</b> largo de antebrazo	<b>SABE:</b> Estudio de Salud, Bienestar y Envejecimiento
<b>LACTA:</b> litros de agua corporal total actual	
<b>LEN:</b> Laboratorio de Evaluación Nutricional.	
<b>MC:</b> Masa corporal	
<b>ME:</b> media envergadura	
<b>Na:</b> Sodio sérico	
<b>NHANES III:</b> Encuesta Nacional Estadounidense de Examen de Salud y Nutrición III	
<b>PAb:</b> perímetro abdominal	
<b>PAb:</b> perímetro abdominal	



## Resumen

La dificultad para obtener la masa corporal (MC) y la estatura actual del paciente hospitalizado, promueve que la estimación visual sea una práctica común, sin embargo, se sabe que esta forma de obtención de datos no es confiable (García-Martínez et al., 2018).

Por lo tanto, el uso de ecuaciones de predicción parece ser una alternativa en pacientes que no pueden estar en bipedestación, ya que esta condición no debe ser considerada como una limitación en la evaluación antropométrica (Guzmán et al., 2005).

Por lo anterior se han realizado estudios de validación de ecuaciones para la obtención de estos datos y así tener información más certera, tal es el caso de Chumlea et al., 1998; Lorenz et al., 2007; Rabito et al., 2006, por mencionar algunos. Sin embargo, las poblaciones donde se han validado son variables y difieren de nuestra población.

Por consiguiente, el objetivo del presente estudio fue comparar las ecuaciones matemáticas para determinar cuál de ellas se acerca a valores reales para MC y estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro.

La media envergadura (ME), el perímetro de brazo relajado (PBR), la altura de rodilla (AR), el largo de antebrazo (LA), la estatura y la MC real fueron medidos en 113 pacientes que se encontraron internados en el Hospital General de Querétaro durante el periodo de agosto de 2022-marzo de 2023. A partir del coeficiente de correlación de Pearson, se calculó la correlación de las predicciones y las mediciones reales y con el análisis de varianza se determinaron las diferencias entre las ecuaciones.

El 64.6% de los pacientes fueron mujeres. La edad promedio fue de  $38 \pm 12.8$  años, la MC promedio fue de  $71.1 \pm 12.9$  kg y de la estatura fue  $161.3 \pm 9.1$  cm. La ecuación de Martin y Hernández en ambos sexos presentó mejor correlación y diferencia que las demás ecuaciones evaluadas para MC. En cambio, para la estimación de estatura, las ecuaciones de Hernández y colaboradores en ambos sexos presentó menor diferencia, además, la ecuación de Cereda y colaboradores presentó menor diferencia y mejor correlación en el sexo femenino.

La medición de la MC y estatura real en pacientes graves es difícil de tomar por la condición del individuo, por ello, las ecuaciones de predicción deben emplear para su despeje datos de segmentos corporales fáciles de tomar.

**Palabras clave:** ecuaciones, masa corporal, estatura, encamados, segmentos corporales.

## Abstract

The difficulty in obtaining the body mass (BM) and the current height of the hospitalized patient makes visual estimation a common practice, however, it is known that this way of obtaining data is not reliable (García-Martínez et al., 2018).

Therefore, the use of prediction equations seems to be an alternative in patients who can not stand, since this condition should not be considered as a limitation in the anthropometric evaluation (Guzmán et al., 2005).

Therefore, validation studies of equations have been carried out to obtain these data and thus have more accurate information, such is the case of Chumlea et al., 1998; Lorenz et al., 2007; Rabito et al., 2006, to mention a few. However, the populations where they have been validated are variable and differ from our population.

Therefore, the objective of this study was to compare the mathematical equations to determine which of them is close to real values for MC and height in bedridden patients at the General Hospital of Querétaro.

Half wingspan (ME), relaxed arm circumference (PBR), knee height (AR), forearm length (LA), height, and real BM were measured in 113 patients admitted to the Hospital General of Querétaro during the period of August 2022-March 2023. From the Pearson correlation coefficient, the correlation of the predictions and actual measurements was calculated and with the analysis of variance the differences between the equations were determined.

64.6% of the patients were women. The average age was  $38 \pm 12.8$  years, the average BM was  $71.1 \pm 12.9$  kg and the height was  $161.3 \pm 9.1$  cm. The equation of Martin and Hernández in both sexes presented a better correlation and difference than the other equations evaluated for BM. On the other hand, for the estimation of height, the equations of Hernández et al. in both sexes presented less difference, in addition, the equation of Cereda et al. presented less difference and better correlation in the female sex.

The measurement of the BM and actual height in critically ill patients is difficult to take because of the individual condition, therefore, the prediction equations should use easy to take body segments data for their clearance.

Keywords: equations, body mass, height, bedridden, body segments.

## **I. Introducción/planteamiento del problema y justificación**

La masa corporal (MC) y la estatura son datos comúnmente utilizados en la práctica clínica, la MC además de ser un indicador del estado nutricional, permite ajustar la prescripción de fármacos, estimar el gasto energético y planificar la cantidad de macro y micronutrientes requeridos para la terapia nutricional misma que puede ser enteral, parenteral o vía oral según sea el caso (Rabito et al., 2006), por su parte, la estatura es una medición que también se utiliza en la evaluación nutricional (Mejía et al., 2018) para determinar el gasto energético del paciente, con la finalidad de brindar un soporte nutricional adecuado (Cereda et al., 2010).

Los pacientes hospitalizados no siempre conocen o pueden comunicar los datos de su MC y estatura o se encuentran en una condición clínica que les impide estar en bipedestación para su medición; al mismo tiempo, la gran mayoría de los hospitales no cuentan con equipo sofisticado para la obtención de estos datos en pacientes encamados debido a sus altos costos.

Es por ello que el personal de salud, médicos, enfermeros, fisioterapeutas y nutriólogos, optan por determinar de manera visual la MC y estatura actual de los pacientes (García-Martínez et al., 2018), a pesar de que se sabe que este método presenta alrededor de un 10-26% de sesgo (Fernandes et al., 1999; Leary et al., 2000). Además, se ha documentado que la precisión en la estimación visual puede llegar a un 33% en infraestimación y un 45% en sobreestimación de la MC y de un 9 y 18% respectivamente, para la estatura (García-Martínez et al., 2018).

Es por ello que se han validado ecuaciones para predecir estos datos y de esta forma obtener información más certera, tal es el caso de Guzmán Hernández et al., 2005; Lorenz et al., 2007; Martín & Hernández, 2013; Rabito et al., 2006, por mencionar algunos. Las ecuaciones requieren de la medición de algunos segmentos corporales (perímetros, longitudes y/o pliegues cutáneos), los cuales han demostrado que tienen una relación con la MC y estatura real (Crandall et al., 2009; Hernández, 2015; Berral & Aguila, 2002).

Sin embargo, las ecuaciones han sido validadas en poblaciones diferentes a la nuestra, es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál de las ecuaciones de predicción de MC y estatura validadas en otras poblaciones serán aplicables a nuestra población de estudio?

Por lo anterior, la finalidad de este proyecto es comparar las ecuaciones matemáticas para determinar cuál de ellas se acerca a valores reales para MC y estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro.

Desde el punto de vista práctico proponemos el uso de ecuaciones de predicción de MC y estatura es una opción más viable, económica y factible, ya que la medición de los segmentos corporales se pueden medir con equipo de bajo costo (cinta métrica y/o plicómetro), además, nos permite tener datos de pacientes que no pueden estar en bipedestación, es decir, pacientes post-quirúrgicos, con alteraciones neurológicas, debilidad generalizada, politraumatizados, parapléjicos o hemipléjicos, sedados, con cirugías abdominales, etc. (Hall et al., 2004) o bien cuando no se cuenta con equipo sofisticado.

## **II. Antecedentes**

### **II.1 Ecuaciones de predicción**

#### **II.1.1 Ecuaciones de predicción de masa corporal**

En algunas situaciones obtener el dato de la MC de un paciente hospitalizado es complicado (Crandall et al., 2009) por ello, se han realizado diversos estudios para validar ecuaciones que permitan obtener este dato con una precisión similar a la de la medición actual de un paciente (Tabla 1).

El estudio de Bernal-Orozco et al., 2010 validó una ecuación en Guadalajara, México. La ecuación fue generada con una población de 43 mujeres hospitalizadas mediante regresión múltiple y posteriormente validada con dos muestras de mujeres hospitalizadas y residentes de asilos, una de 29 y otra de 23, respectivamente. Además, se estimó y comparó los resultados con la ecuación de Chumlea. Los resultados obtenidos mencionan que se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la MC estimada y la MC real cuando se empleó la ecuación de Chumlea, en cambio cuando se empleó la ecuación generada la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Por otra parte, Rabito et al., 2006 desarrolló 5 ecuaciones de predicción de MC para población Brasileña hospitalizada, las cuales fueron simplificándose en base al número de variables y de equipo empleado. De acuerdo a los resultados una de ellas fue la que presentó mejor correlación al compararse con la medición real, por lo tanto, es la que se emplea en este estudio.

El estudio de Lorenz, et al., 2007 desarrolló 3 ecuaciones de predicción de MC en población general de Alemania y validó dichas ecuaciones en una muestra de pacientes hospitalizados, al mismo tiempo compararon los datos con las estimaciones visuales de 2 médicos con experiencia y con la estimación propia del paciente. De acuerdo a los resultados la estimación propia del paciente fue quien presentó menor diferencia >10% en comparación con la medida real, seguida de la ecuación uno y el médico uno.

El estudio realizado por Crandall et al., 2009 con la base de datos de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES III) diseñaron ecuaciones de predicción y tablas de acuerdo al sexo, para la predicción de la MC en pacientes con obesidad, de tal manera que solo consideraron a sujetos que pesaran al menos 100 kg. Los resultados señalan que el mejor predictor individual de la MC es el perímetro de brazo relajado (PBR), eligiendo finalmente la combinación de PBR y estatura para la ecuación, estas ecuaciones presentaron una precisión dentro de una tolerancia de error del 15%.

Díaz de León González et al., 2011 elaboró y validó una ecuación con el apoyo de la base de datos del estudio de Salud, Bienestar y Envejecimiento, creando dos grupos, uno para el diseño y otro para la validación, los resultados entre la MC real y la estimada no presentaron diferencia significativa.

En cambio, la ecuación de Quiroz-Olguín et al., 2013 fue elaborada en pacientes ambulatorios en México, mediante la formación de dos grupos, un grupo fue empleado para el diseño y el otro para la validación. Además, los datos de las mediciones de segmentos fueron evaluados para seleccionar aquellos que tuvieran mejor predicción al modelo y por consecuente obtener una ecuación que brinde datos más precisos, cabe recalcar que esta ecuación es exclusiva para pacientes con sobrepeso y obesidad con problemas de movilidad y para este grupo de pacientes si obtuvo una buena correlación.

El estudio de Martin & Hernández, 2013 realizado en población Venezolana, elaboró una ecuación, en la cual también mediante un grupo de datos generó la ecuación para posteriormente validarla con el apoyo de otro grupo de datos. De igual forma se identificaron aquellas variables de segmentos que presentaron mayor correlación con la MC. De acuerdo a los resultados, se determinó que el 4% de los casos de los hombres se encontraban por encima de una diferencia del 10%, siendo esta la máxima permitida en este estudio, y para el caso de las mujeres el 2% presentó dicha condición, siendo esta diferencia no significativa.

Cattermole et al., 2017 en cambio, desarrolló una ecuación de predicción para niños y adultos con datos de NHANES; un grupo de datos se empleó para la derivación de la ecuación y el otro para la validación. Se construyeron dos ecuaciones una con la forma exacta

que les arrojó la regresión y la otra la forma simplificada, en la cual redondean los datos de la ecuación. Los autores concluyeron que las ecuaciones diseñadas son menos precisas en niños que en adultos y adolescentes, por lo tanto, no recomiendan su uso en pacientes menores de 11 años.

El estudio de Chittawatanarat et al., 2012a llevado a cabo en población Tailandesa, al igual que otros estudios se crearon dos grupos (diseño y validación) y cada uno dividido de acuerdo a grupos de edad y sexo. En este estudio realizaron varias ecuaciones de acuerdo a los grupos de edad y al número de segmentos que incluían en cada una, que iban desde uno a tres segmentos para la predicción. Las ecuaciones iniciales se formaron incluyendo la altura, perímetro de tórax, brazo, muslo, cadera y cintura. Sin embargo, al realizar los análisis correspondientes decidieron seleccionar ecuaciones compuestas con perímetro de pecho, cadera, abdominal y cintura por la mejor correlación que presentaba cada uno con la MC. La ecuación empleada no se expone en el artículo.

Por último, Opdam et al., 2019 empleo la ecuación de predicción simplificada elaborada en población estadounidense, con la finalidad de verificar si era útil en población holandesa. Por ello, en su estudio deciden comparar los resultados con dos grupos de datos, uno de población holandesa y otro de población estadounidense. Por consiguiente, se obtuvo que en la población holandesa existe mayor correlación del PBR con la MC, en cambio, el conjunto de datos de la población estadounidense mostro que tanto el PBR y el perímetro de cintura presentaron una correlación fuerte con la MC. A pesar de lo anterior, deciden elaborar otra ecuación con el PBR ya que consideran que medir la circunferencia de cintura en algún servicio de urgencias no es muy práctico.



**Tabla 1** Fórmulas para predicción de la masa corporal

Autores	Población	Ecuaciones	Resultados
Bernal-Orozco, et al., 2005	Adultas mayores 1.- 43 hospitalizadas 2.- 29 hospitalizadas 3.- 23 institucionalizadas	$MC = (1.599 \times AR) + (1.135 \times PBR) + (0.735 \times PPa) + (0.621 \times PCT) - 83.123$	<p><b>Diferencia entre MC estimada y real</b>  Muestra 1 ecuación generada: -0.02 (4.3), p 0.976  Muestra 1 ecuación de Chumlea: -5.4(5.1), p &lt;0.001  Muestra 2 ecuación generada: -0.7 (4.2), p 0.352  Muestra 2 ecuación de Chumlea: -6.3(3.6), p &lt;0.001  Muestra 3 ecuación generada: 1.9 (3.2), p &lt;0.01  Muestra 3 ecuación de Chumlea: -4.3 (3.5), p &lt;0.001</p>
Rabito, et al., 2006	368 personas de Brasil.	$MC = 0.5759 \times (PBR, \text{cm}) + 0.5263 \times (PAb, \text{cm}) + 1.2452 \times (PPa, \text{cm}) - 4.8689 \times (\text{Sexo, hombre} = 1 \text{ y mujer} = 2) - 32.9241$	$R^2 (\% \text{ Error})$ <p>Ecuación I: 0.957 (5.1)  Ecuación II: 0.9005 (8)  Ecuación III: 0.9272 (7)  Ecuación IV: 0.9271 (6.7)  Ecuación V: 0.9414 (6)</p>
Lorenz, 2007	7000 sujetos (generar ecuación) 178 pacientes hospitalizados (validar ecuación)	No se mencionan en el artículo	<p>Diferencia kg (DE)/ % de pacientes con &gt;10% de desajuste de MC  Médico 1: 6.49 (5.25) /32  Médico 2: 7.43 (5.73) /40.7  Ecuación 1: 3.11 (2.6) /6.2  Ecuación 2: 3.19 (2.57) /6.7  Ecuación 3: 3.3 (3.08) /7.3  Estimación del paciente: 2.65 (2.37) /3.4</p>
Crandall, et al., 2009	Base de datos de la NHANES III (1988-1994) 1471 datos (67% desarrollo y el 33% validación)	<p>Mujeres  <math display="block">MC = -64.6 + 2.15 \times (PBR) + 0.54 \times \text{estatura}</math>  Hombres  <math display="block">MC = -93.2 + 3.29 \times PBR + 0.43 \times \text{estatura.}</math></p>	<p>5% de error: 44% individuos  10% de error: 72%  15% de error: 90% pacientes.  <math>R^2</math> hombres: 59.2%  <math>R^2</math> mujeres: 54.7%</p>
Díaz de León et al., 2011	Adultos mayores de Ciudad de México y área metropolitana ambulatorios del estudio SABE 1999-2000 (1032 participantes).	<p>Hombres  <math display="block">MC = (0.67) \times (AR) + (0.46) \times (PBR) + (0.60) \times (PCi) + (0.38) \times (PCad) + (0.53) \times (PPa) - (0.17) \times (\text{edad}) - 80.01.</math>  Mujeres</p>	<p>Correlación entre la MC real y estimada:  Hombres: 0.893, p &lt;0.001  Mujeres: 0.937, p &lt;0.001</p>

		$MC = (0.69) \times (AR) + (0.61) \times (PBR) + (0.17) \times (PC) + (0.45) \times (PCa) + (0.58) \times (PPa) - (0.24) \times (edad) - 55.9$	
Quiroz-Olguín et al., 2013	Pacientes ambulatorios del INCMNSZ con Sobrepeso y Obesidad 76 (diseño) 85 (validación)	$MC = 0.524 (PCi) - 0.176 (edad) + 0.484 (PCa) + 0.613 (ME) + 0.704 (PPa) + 2.75 (PMu) - 3.330$ (si es mujer) -140.87	Correlación de la ecuación Todos los participantes: 0.937. EES: 4.32 Hombres: 0.943, EES: 4.36 Mujeres: 0.924, EES: 4.07 Correlación entre la MC real y estimada: Todos los participantes: 0.968, p 0.001 Hombres: 0.971, p 0.0001 Mujeres: 0.961, p 0.0001
Martin y Hernández, 2013	Grupo A (generación): 625 sujetos, tomados de la base de datos de LEN. Grupo B (validación): 94 sujetos, usuarios de consulta externa y empleados de un hospital	Hombres $MC = (PBR \times 1.773) + (PPa) \times 1.334 - 33.474$ Mujeres $MC = (PBR \times 1.854) + (PPa) \times 1.247 - 33.770$	Correlación de la ecuación Hombres: 0.852, p <0.001 Mujeres: 0.875, p <0.001 Correlación entre la MC real y estimada: Hombres: 0.7734, p 0.0001 Mujeres: 0.7642, p 0.0001
Cattermole et al., 2017	NHANES= 8498 sujetos (5595 adultos y 2903 niños) 2011-2012 (diseño) y 9022 sujetos (6049 adultos y 2973 niños) (2009-2010) (validación), población estadounidense	Inicial $MC = (3.8484 \times PBR) - 46.8585$ Redondeada $MC = 4 \times PBR - 50$	El 60 %, 90 % y 98 % de las estimaciones cayeron, respectivamente, dentro del 10 %, 20 % y 30 % de la MC real para adultos y adolescentes.
Opdam et al., 2019	Dos conjuntos de datos: 723 holandeses (RIVM) y otro de 972 estadounidenses (NHANES) > 70 años	1.- $MC = 4 \times PBR - 50$ 2.- $MC = 3,33 \times PBR - 46,67$	Holandeses Correlación del PBR con MC: 0.68 Correlación de PCi con MC: 0.79 Estadounidenses Correlación del PBR con MC: 0.84 Correlación de PCi con MC: 0.91

RIMV: Instituto Nacional Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente; NHANES: Encuesta Nacional Estadounidense de Examen de Salud y Nutrición; EUA: Estados Unidos de América, SABE: Estudio de Salud, Bienestar y Envejecimiento; PBR: perímetro de brazo relajado; PCT: Pliegue cutáneo tricípital; MC: masa corporal; AR: altura de rodilla; ME: mediaenvergadura; PPa: perímetro de pantorrilla, PPan: pliegue de pantorrilla, LA: largo de antebrazo, PCB: pliegue cutáneo bicipital, PCSe: pliegue cutáneo subescapular, PAb: perímetro abdominal, PCi: perímetro de cintura, PCa: perímetro de cadera, PM: perímetro de muslo, PMu: perímetro de muñeca, DH: diámetro de húmero, INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, LEN: Laboratorio de Evaluación Nutricional.

Fuente: Elaboración propia.

## **II.1.2 Ecuaciones de predicción de estatura**

Se han desarrollado ecuaciones de predicción de la estatura a partir de diversos segmentos corporales (media brazada, brazada completa, altura de rodilla, etc.), las cuales han demostrado buena correlación con la estatura (Tabla 2).

Un grupo de investigadores, elaboró ecuaciones de predicción para estatura con los datos de la encuesta de NHANES III de 1960-1970, las ecuaciones fueron realizadas por edad, etnia y sexo. Este estudio determinó que la altura de rodilla en hombres predice la estatura adecuadamente y en las mujeres la altura de rodilla y la edad son los predictores adecuados. Las ecuaciones en población México-Americana presentaron una correlación moderada y al mismo tiempo, por ser una ecuación validada en población geriátrica los resultados deben tomarse con cautela (Chumlea et al., 1998).

El estudio de Shahar & Pooy, 2003, elaboró ecuaciones de predicción para determinar la estatura en pacientes ambulatorios. Se observó que la envergadura de brazos, la media envergadura y la altura de rodilla se correlacionaron positivamente con la estatura, siendo mayor esta correlación en adultos en comparación con adultos mayores. Por lo anterior, los autores decidieron elaborar una ecuación con cada una de estas mediciones, determinando que la ecuación que presenta mejor correlación con la predicción de estatura es la que emplea envergadura completa. Asimismo, se debe considerar que la población evaluada es una que presenta mayor estatura y por ende puede ser menos precisa en poblaciones que su estatura sea menor.

El estudio realizado por Guzmán Hernández et al., 2005 diseñó 2 ecuaciones por sexo con el dato de altura de rodilla, para el diseño se formaron 3 grupos y para la validación un grupo diferente. El modelo 2 fue el que presentó mayor correlación en ambos sexos.

Rabito et al., 2006 además de realizar ecuaciones de predicción para MC, también desarrolló dos ecuaciones para estatura en población brasileña hospitalizada, de acuerdo a

sus resultados, una de las ecuaciones presentó mejor correlación en comparación con las mediciones reales.

Por otra parte, Krishan & Sharma, 2007 diseñaron ecuaciones de predicción de la estatura mediante la medición de la longitud de la mano, el ancho de la mano y el largo del pie, finalmente encontraron que las dimensiones del pie tienen mayor asociación con la estatura que las dimensiones de la mano, mencionando que las estimaciones pueden variar con el tipo de población ya que influyen los factores genéticos, ambientales y la nutrición del individuo, por ello, se deben tomar con cautela las ecuaciones diseñadas en este estudio.

Por su parte, Cereda et al., 2010 realizó su estudio en población Italiana, formando un grupo de validación y otro de diseño, asimismo comparó los resultados con la ecuación de Chumlea, en conclusión, su ecuación presentó menor error de sesgo con la estatura real de los evaluados.

El estudio de Chittawatanarat et al., 2012b elaboró ecuaciones de predicción en población Tailandesa creando grupos de acuerdo a la edad y sexo, dividiendo cada grupo en dos, uno para el diseño y el otro para validación. En este estudio realizaron varias ecuaciones de acuerdo a los grupos de edad y al número de segmentos que incluían en cada una, que iban desde uno a tres segmentos para la predicción. La ecuación que presentó mejor correlación en hombres y mujeres menores de 60 años fue la que empleaba media envergadura, estatura sentado y altura de rodilla y en hombres mayores de 60 años fue la que empleaba altura de rodilla y en mujeres la que empleaba estatura sentado y altura de rodilla en su despeje.

En cambio, Singh et al., 2019 realizaron un estudio en una población masculina de la India, donde se realizaron mediciones del pie (el ancho y largo), obteniendo que estas mediciones se correlacionan con la predicción de la estatura, sin embargo, al momento de determinar la correlación entre la medición real y la estimada, el coeficiente de correlación fue bajo, por lo tanto sugieren mayores investigaciones para confirmar dicha asociación.

El estudio de Madden et al., 2020 desarrollado en 7 grupos de etnias mixtas en Reino Unido, se identificó que existe una correlación adecuada con la longitud del cúbito y la estatura, y los resultados señalan que las ecuaciones predijeron mejor la estatura en el grupo étnico de negros caribeños en comparación de las demás etnias estudiadas.

Por su parte, Mondal et al., 2012, elaboraron ecuaciones para predicción de estatura en mujeres de la India mediante el largo de antebrazo, debido a que encontraron que este segmento tienen una correlación fuerte para estimar la estatura de un individuo.

**Tabla 2** Fórmulas para la predicción de estatura

Autores.	Población	Ecuación	Resultados
Chumlea, et al., 1988	Datos de la encuesta NHANES III de 1960-1970	Hombres: $Estat\text{ura} = 82.77 + (1.83 \times AR) - (0.16 \times \text{años})$ Mujeres $Estat\text{ura} = 84.25 + (1.82 \times AR) - (0.26 \times \text{años})$	Correlación de la ecuación Hombres: 0.66, EES: 3.68 Mujeres: 0.65, EES: 3.77
Shahar y Pooy, 2003	100 adultos y 100 adultos mayores, malayos, chinos e indios.	Hombres $Estat\text{ura} = (0.681 \times E) + 47.56$ Mujeres $Estat\text{ura} = (0.851 \times E) + 18.78$	Correlación de la ecuación Hombres: 0.75, EES: 3.04 Mujeres: 0.81, EES: 6.66
Hernández, et al., 2005	Personas de Caracas -180 sujetos (Diseño) Grupo A (30-39 años) Grupo B (40-49 años) Grupo C (50-59 años) -30 sujetos (validación)	Hombres $Estat\text{ura (cm)} = 64,048 + (\text{Longitud de Pierna Derecha} \times 2.257) - (\text{Edad} \times 0.07455)$ mujeres: (cm) = $70.005 + (\text{Longitud de Pierna Derecha} \times 2.071) - (\text{Edad} \times 0.112)$	Correlación de la ecuación Hombres: R: 0.86, R <sup>2</sup> : 0.75, E: 3.09 Mujeres: R: 0.91, R <sup>2</sup> : 0.82, E: 2.51
Rabito, et al., 2006	368 personas de Brasil.	$Estat\text{ura} = 58.6940 - 2.9740 \times (\text{Sexo}) - 0.0736 \times (\text{edad, años}) + 0.4958 \times (\text{LA}) + 1.1320 \times (\text{ME})$	R <sup>2</sup> (% Error) Ecuación VI: 0.8809 (2.1) Ecuación VII: 0.8765 (2.2)
Krishan, et al., 2007	246 sujetos de India	Hombres: 1.- $Estat\text{ura} = 69.544 + 3.99 \times \text{FL izquierdo}$ 2. $Estat\text{ura} = 83.39 + 3.03 \times \text{HL} + 1.88 \times \text{HB} - 1.73 \text{FL} + 5.91 \times \text{FB}$ Mujeres 1.- $Estat\text{ura} = 73.88 + 3.61 \times \text{FL izquierdo}$ 2. $Estat\text{ura} = 84.96 + 3.53 \times \text{HL} + 2.17 \times \text{HB} - 1.59 \times \text{FL} + 3.57 \times \text{FB}$	Hombres: 1.- EES: ±4.4 2.- EES: ±2.10 Mujeres 1.- ESS: ± 3.5 2.- EES: ±2.06
Cereda et al., 2010	Adultos Italianos 635 sujetos (validación) 240 sujetos (Control)	$Estat\text{ura} = 60.76 + (2.16 \times AR) - (0.06 \times \text{edad}) + (2.76 \times \text{sexo})$ Hombre: 0 Mujer: 1	Error puro/% de coeficiente de variación Hombres: 3.1/1.8% Mujeres: 2.7/1.7%

(Mondal et al., 2012)	300 mujeres de India	Estatura: $45,89 + 4,39 \times \text{LA izquierda (cm)} \pm 7,03$ . Estatura= $58,72 + 3,89 \times \text{LA derecha (cm)} \pm 9,17$ .	Coefficiente de correlación LA izquierdo: 0.82, p 0.002 LA derecho: 0.67, p 0.001
Chittawatanarat et al., 2012b	2000 voluntarios sanos: grupos de 250 cada uno	<60 años Hombres Estatura= $70 + 0.1 \times \text{ME} + 0.3 (\text{estatura sentado}) + 1.3 \times \text{AR}$ Mujeres: Estatura= $60 + 0.3 \times \text{ME} + 0.5 \times \text{Estatura sentado} + 0.8 \times \text{AR}$ >60 años Hombres: Estatura= $80 + 1.7 \times \text{AR}$ Mujeres: Estatura <sub>a</sub> = $87 + 1.5 \times \text{AR}$ Estatura <sub>b</sub> = $65 + 0.4 \times \text{estatura sentado} + 1.2 \times \text{AR}$	Correlación <60 años Hombres: 0.90, E: $2.6 \pm 2.0$ Mujeres: 0.81, E: $3.9 \pm 2.9$ >60 años Hombres: 0.94, E: $2.4 \pm 1.9$ Mujeres: <sub>a</sub> 0.87, E: $2.7 \pm 1.9$ <sub>b</sub> 0.87, E: $4.1 \pm 2.8$
Madden et al., 2020	194 adultos	Hombres: Asiáticos Estatura= $3.26 \times \text{LA} + 83.6$ Negros Estatura= $3.14 \times \text{LA} + 85.8$ Mujeres: Asiáticos Estatura= $3.26 \times \text{LA} + 77.6$ Negros Estatura= $3.14 \times \text{LA} + 79.6$	Correlación Negros de Caribe Hombres: 0.766, $29 \pm 1.5$ p0.000 Mujeres: 0.864, $28 \pm 1.9$ , p0.059
<p>PBR: perímetro de brazo relajado; PCT: Pliegue cutáneo tricipital; MC: masa corporal; EES: error estándar de estimación; AR: altura de rodilla, E: envergadura, LA: largo de antebrazo, PCSe: pliegue cutáneo subescapular, PCu: perímetro de cuello, PCi: perímetro de cintura, PAb: perímetro abdominal, PM: perímetro de muslo, PPa: perímetro de pantorrilla, PCa: perímetro de cadera, HL = largo de la mano, HB = ancho de la mano, FL = largo del pie, FB = ancho del pie.</p> <p>Fuente: Elaboración propia</p>			

## II.2 Segmentos corporales y predicción de masa corporal

Las ecuaciones de predicción de MC han evaluado los segmentos corporales que se correlacionan mejor para la predicción de este dato. Identificando de esta manera que el PBR tiene una correlación alta con la MC. El estudio de Martin & Hernández, 2013, mostró una correlación de Pearson de 0.912, en contraste, el estudio de Crandall et al., 2009, refiere que el PBR mostró una alta precisión predictiva de 59.2% y 54.7%, para hombres y para mujeres. Algunos otros estudios como el de Opdam et al., 2019, señalan que el perímetro de cintura (PCi) tiene una correlación más fuerte (0.79) en comparación con el PBR que tiene una correlación de 0.68.

En cambio, el estudio de Rabito et al., 2006 encontró correlación positiva de la MC ( $p < 0.05$ ), con el perímetro abdominal, el perímetro de brazo, el perímetro de pantorrilla y el pliegue cutáneo subescapular.

Por su parte, Balode et al., 2015 identificó que existe mejor correlación entre los perímetros y la MC, en hombres los coeficientes fueron 0.939 con circunferencia de pecho, 0.937 con perímetro abdominal, 0.926 con perímetro de cadera, 0.875 con perímetro de pantorrilla, 0.827 con perímetro de brazo y en las mujeres fue de 0.939 con circunferencia de pecho, 0.937 con perímetro abdominal, 0.926 con perímetro de cadera, 0.875 con perímetro de pantorrilla, 0.827 con PBR.

Cattermole et al., 2017 por su parte, refiere que la correlación de la MC en adultos con el PBR es de 0.90, con el largo de antebrazo de 0.59 y con el PCi de 0.89.

Por último, el estudio de Hernández, 2015, comparó diversas ecuaciones para predecir la MC de los individuos, encontrando que no existe una gran relación entre el PBR y el índice de masa corporal (IMC) como lo menciona Chumlea, por lo tanto, la predicción de la MC mediante esta no es muy fiable. Asimismo, se evaluó la relación de la MC con la edad, el PBR y la altura de rodilla, encontrando que la estimación con estas mediciones subestima la MC real de los individuos.



## **II.3 Segmentos corporales y predicción de estatura**

Al igual que la MC, diversos investigadores han evaluado la correlación que existe entre la estatura y los diferentes segmentos corporales.

De acuerdo al estudio de Hernández, 2015, se identificó una correlación de Rho de Spearman de 0.82, entre la altura de rodilla con la estatura, siendo esta una buena correlación. De igual forma, Guzmán et al., 2005 describieron una correlación de 0.86 en hombres y de 0.89 en mujeres entre la estatura y la altura de rodilla.

En cambio, en el estudio de Rabito et al., 2006 identificaron una correlación positiva de la estatura ( $p < 0.05$ ), con el sexo, la edad, la longitud de antebrazo y la media envergadura. Así también, Shahar & Pooy, 2003 determinaron buenas correlaciones de la estatura con la envergadura (0.86), la media envergadura (0.84) y la altura de rodilla (0.81).

Por otra parte, en adultos mayores de España la correlación de la estatura con el largo de antebrazo fue de 0.686 (Rho de Spearman) (Hernández, 2015). Agregando a lo anterior, Mondal et al., 2012, identificaron que la correlación del largo de antebrazo con la estatura es de 0.82 en mujeres de la India.

### **II.3.1 Valoración de la masa libre de agua**

La MC libre de agua es la estimación de un peso sin la presencia de exceso hídrico y la ausencia de síntomas y signos que acompañan estados de hidratación alterados (Flores, 2018).

El edema consiste en la acumulación de líquido en los tejidos, esto puede ser causado por la retención de sodio (Na) y agua debido a ciertos medicamentos, cirugías, infección, insuficiencia hepática, renal o cardíaca (American Cancer Society, 2020). Ante esta condición se debe evaluar la localización y el grado de edema que presenta el paciente, para ello, existe la escala de valoración del edema (Tabla 3).

**Tabla 3** Escala de valoración del edema.

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Profundidad de la hendidura en el signo de godet</b>	<b>Tiempo de recuperación de la piel</b>
0	No presente	0	-
1	Muy leve	<0.6 cm	Rápido
2	Leve	0.6-1 cm	10-15 seg
3	Moderado	1-2.5 cm	1-2 min
4	Severo	>2.5 cm	2-5 min

Fuente: Riella & Martins, 2015

Cuando el paciente presenta edema debemos obtener la masa libre de agua, el cual en la práctica clínica se estima con el apoyo de la fórmula de Litros de Agua Corporal Total Actual (LACTA) (Tabla 4).

La ecuación de LACTA emplea como constante de 142 mEq/L en el parámetro de sodio sérico, dicho dato es considerado como la concentración de sodio en estado normal de hidratación, además incluye la constante de los porcentajes de hidratación que debe tener un individuo de acuerdo al sexo al encontrarse hidratados de manera adecuada y el único dato para el despeje de esta ecuación se requiere conocer el sodio sérico (Flores, 2018).

**Tabla 4** Ecuación para la determinación de masa libre de agua.

Paso 1	$LACTA = \frac{142 \text{ meq/L} \times \text{peso prediálisis (kg)} \times \% \text{ de agua corporal}}{\text{Sodio sérico prediálisis (meq/L)}}$
Paso 2	$\text{Agua en exceso (L)} = LACTA - \text{peso prediálisis (kg)} \times \% \text{ agua corporal}$
Paso 3	$\text{Peso prediálisis (kg)} - \text{agua en exceso (L)}$

Fuente: Casanueva et al., 2008. LACTA: litros de agua corporal total actual. 142 meq/L: concentración de sodio en estado normal de hidratación. Promedio de porcentaje de agua corporal: varones, 60%; mujeres, 50%.

## **II.4 Técnicas para la toma de mediciones antropométricas**

### **II.4.1 Masa corporal**

Esta medición se mide sin calzado ni calcetines y con el apoyo de una báscula calibrada.

Método: el equipo deberá estar encendido y la pantalla mostrará “0.0”. El sujeto deberá permanecer de pie en el centro de la báscula sin apoyo y con su MC distribuida equitativamente en ambos pies (Esparza-Ros et al., 2019). Además, al momento de la medición deberá mantener los brazos rectos y con las manos hacia abajo, teniendo cuidado de no tocar las piernas o cualquier otra parte del cuerpo con los brazos o con las manos (Frisancho, 2007). Los valores más estables son los que se obtienen durante la mañana de manera rutinaria (Esparza-Ros et al., 2019).

### **II.4.2 Estatura**

La longitud de los sujetos mayores a tres años se mide descalzos y con un estadímetro. El sujeto debe colocarse de pie con los talones juntos y la espalda lo más extendida posible, talones, glúteos, hombros, y cabeza deben tocar la superficie vertical del dispositivo de medición. La MC del sujeto debe distribuirse entre los dos pies y la cabeza debe posicionarse en el plano horizontal de Frankfort (Frisancho, 2007). Una vez tomada la posición correcta se le indica al sujeto que realice una inspiración profunda y mantenga la respiración y se aplica una tracción moderada hacia arriba. El dispositivo móvil debe ajustarse hasta que toque la cabeza del sujeto, asegurándose de ejercer la suficiente presión para comprimir el cabello. La medida deberá registrarse en el 0.1 cm más cercano (Esparza-Ros et al., 2019).

### **II.4.3 Media envergadura de brazos**

El sujeto asume una posición erecta sentado y el brazo derecho extendido con la palma mirando hacia el frente. El antropometrista asegura que el brazo permanezca extendido al máximo, asimismo, coloca la cinta métrica en el punto dactylion al segmento central de la incisura yugular del hueso externo y realiza la lectura. La medida debe ser tomada con la

utilización de una cinta métrica metálica, con precisión de 0,1cm (Borba De Amorim et al., 2008).

#### **II.4.4 Perímetro de brazo relajado**

La cinta debe ser colocada de forma que la marca del punto acromiale-radiale medio este centrada entre las dos partes de la cinta. En el caso de individuos en los que el brazo queda pegado al tronco, es necesario para permitir el paso de la cinta alrededor del brazo, que el sujeto realice una pequeña inclinación lateral del tronco para que el brazo se despegue. Una vez colocada la cinta, volver a la posición antropométrica para realizar la lectura (Esparza-Ros et al., 2019).

#### **II.4.5 Perímetro de pierna**

El sujeto asume una posición de pie relajado, con los brazos colgando por los lados. Los pies del sujeto deben separarse con la MC distribuida uniformemente. La circunferencia máxima de la pantorrilla en el sitio marcado del pliegue cutáneo. La posición elevada facilitará al medidor alinear los ojos con la cinta. El medidor pasa la cinta alrededor de la pantorrilla y luego desliza la cinta al plano correcto. La cinta se sostiene en la mano derecha mientras que se usa la mano izquierda para ajustar el nivel de la cinta al nivel marcado, el medidor posiciona la cinta de modo que se mantenga en un plano perpendicular al eje de la pierna (Esparza-Ros et al., 2019).

La cinta se reajusta según sea necesario para asegurar que no se haya deslizado y apriete excesivamente la piel (Esparza-Ros et al., 2019).

#### **II.4.6 Altura de rodilla**

La distancia que existe entre el epicóndilo externo del fémur hasta el borde inferior externo del pie. Para su medición el sujeto debe colocarse en posición de decúbito dorsal, las piernas extendidas y los pies formando un ángulo de 90° con relación a la pierna y las puntas de los dedos orientadas hacia arriba. El extremo inicial de la cinta métrica se ubica a la altura del epicóndilo externo del fémur teniendo como referencia 5 cm aproximadamente por detrás

del borde superior de la rótula. La cinta debe descender y pasar sobre el maléolo externo, permaneciendo paralela a lo largo de la tibia hasta llegar al borde inferior del pie, lugar donde se procede a realizar la lectura. Finalmente se verifica la posición correcta, se realiza la lectura en milímetros registrándose la misma en tres dígitos y se registran los datos (Guzmán et al., 2005).

#### **II.4.7 Largo de antebrazo**

El sujeto asume una posición relajada con los brazos colgando a los lados. El antebrazo derecho debe estar en pronación. El largo del antebrazo corresponde a la distancia entre los puntos de referencia del acromion y el radial, los cuales deberán ser marcados y después se procederá a tomar la medición con una cinta métrica metálica (Esparza-Ros et al., 2001).

### **III. Hipótesis**

Al menos una fórmula tendrá un resultado más cercano a las mediciones reales de masa corporal y estatura, la cual será de utilidad en esta población.

### **IV. Objetivos**

#### **IV.1 General**

- Comparar las ecuaciones matemáticas para determinar cuál de ellas se acerca a valores reales para masa corporal y estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro.

#### **IV.2 Específicos**

- Calcular la diferencia entre la masa corporal real y la estimada para cada una de las ecuaciones estudiadas.
- Calcular la diferencia entre la estatura real y la estimada para cada una de las ecuaciones estudiadas.
- Determinar la correlación de las mediciones reales y las estimadas de los resultados de las ecuaciones de masa corporal y estatura.
- Identificar la ecuación con menor diferencia comparando los resultados de las ecuaciones estudiadas.

## V. Material y métodos

### V.1 Tipo de estudio:

Estudio de corte transversal.

### V.2 Diseño del estudio

Observacional y transversal.

### V.3 Población

Pacientes hospitalizados en el Hospital General de Querétaro de ambos sexos, mayores de 18 años.

### V.4 Muestra y tipo de muestra

El tamaño de la muestra se calculó de acuerdo a la fórmula para un análisis de correlación y se obtuvo una muestra de 113 individuos con un error  $\alpha$  0.05 y un error  $\beta$  de 0.1 y una correlación  $r$  de importancia de 0.3. El periodo de recolección fue de agosto de 2022 a marzo de 2023.

- **Criterios de inclusión:** Pacientes que puedan estar en bipedestación para tomar mediciones reales, por lo tanto, pertenecientes al área de cirugía, con ayuno mínimo de 4 horas e indicación de deambulaci3n.
- **Criterios de exclusi3n:** Ser menor de edad, que curse alguna condici3n que altere o imposibilite la toma de mediciones (quemados, fracturas en piernas y/o brazos, parálisis cerebral, paraplejia, amputaciones en alg3n miembro, bajo sedaci3n, deterioro neurol3gico, craneotomía, etc.), presencia de drenajes o sondas, hipoglucemias, cirugías de abdomen abierto, trisomía 21, mastectomías, gestantes, puérperas.
- **Criterio de eliminaci3n:** No haber llenado de forma completa la hoja de registro de datos o no haber firmado el consentimiento informado.

## V.5 Instrumentos

- Balanza de control corporal OMRON, Modelo HBF-514C
- Estadímetro seca 213
- Cinta métrica Lufkin executive W6006PMMX
- Hoja de recolección de datos
- Plicómetro Slim Guide
- Antropómetro SmartMet
- Banco antropométrico

## V.6 Procedimientos

- **Estandarización:**

Se tomó el curso de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK 1) (Anexo XI.1), con la finalidad de estandarizar el proceso para la toma de mediciones.

- **Primera fase:**

Antes de comenzar con la recolección de datos, se informó a los jefes médicos y de enfermería sobre la investigación, todos los días al personal de salud a cargo de los pacientes, asimismo, se explicó al paciente la finalidad del estudio, aclarando dudas sobre la misma y entregando carta de consentimiento informado.

Posteriormente se valoró la presencia de edema con el signo de godet, el cual es una escala para medir el edema (Ruiz Ortega et al., 2022), además se tomaron las siguientes mediciones (medidas del lado derecho): MC, estatura, media envergadura de brazos, PBR, perímetro de pierna, altura de rodilla y largo de antebrazo, todo bajo consentimiento informado autorizado (Anexo XI.2).

Finalmente, los datos de cada individuo de la muestra fueron capturados en formato digital en Excel (Anexo XI.3).



- **Segunda fase:**

Se realizó el despeje de las ecuaciones con los datos de las mediciones obtenidas para determinar la MC y estatura estimadas. Las ecuaciones empleadas se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5** Ecuaciones seleccionadas para el estudio

<b>Masa corporal</b>	<b>Estatura</b>
Martin y Hernández, 2013	Shahar y Pooy, 2003
Cattermole et al., 2017 a y b	Hernández, et al., 2005
Opdam et al., 2019	Rabito et al., 2006
	Cereda, et al., 2010

- **Tercera fase:**

La codificación y análisis de los datos (Tabla 6) se realizó con el software estadístico SPSS® 22 para Windows.

**Tabla 6** Definición operacional de las variables y categorías.

<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Sexo</b>	Características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas de la especie humana (Instituto Nacional de las Mujeres, n.d.)	Hombre Mujer	-	Nominal
<b>Masa corporal</b>	Es la cantidad de materia del cuerpo (Esparza-Ros et al., 2019).	Numérico	kg	Continuo
<b>Estatura</b>	Es la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vértex y el inferior de los pies (Esparza-Ros et al., 2019).	Numérico	cm	Continuo

<b>Media envergadura de brazos</b>	Es la distancia entre el punto en el nivel del segmento central de la incisura yugular del hueso externo hasta el extremo distal de la falange distal del dedo medio derecho, sin considerar la uña (Borba De Amorim et al., 2008).	Numérico	cm	Continuo
<b>Perímetro de brazo relajado</b>	Es el perímetro del brazo a nivel del punto acromiale-radiale medio, perpendicular al eje longitudinal (Esparza-Ros et al., 2019).	Numérico	cm	Continuo
<b>Perímetro de pierna</b>	Es el perímetro de la pierna a nivel del punto del pliegue de la pierna, perpendicular a su eje longitudinal (Esparza-Ros et al., 2019).	Numérico	cm	Continuo
<b>Altura de rodilla</b>	Es la medida de la distancia existente entre la parte superior de la rodilla y el talón, tomada en centímetros (Esparza-Ros et al., 2001).	Numérico	cm	Continuo
<b>Largo de antebrazo</b>	Es la distancia entre los puntos de referencia del acromion y el radial (Esparza-Ros et al., 2001).	Numérico	cm	Continuo

Fuente: Elaboración propia.

Los datos demográficos, edad (años) y sexo (Hombre/Mujer), y las mediciones, MC, estatura, media envergadura, PBR, perímetro de pierna, altura de rodilla y largo de antebrazo, primero fueron analizadas empleando estadística descriptiva por sexo, haciendo uso de media y desviación estándar.

Por otra parte, para analizar la relación entre las mediciones reales y las estimadas de cada ecuación se realizó un análisis mediante correlación de Pearson. Finalmente, los datos proporcionados de cada ecuación fueron comparados entre si con un análisis de varianza para determinar las diferencias entre datos reales y estimados.

## **V.7 Consideraciones éticas**

La presente investigación se llevó a cabo conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación basándose en el título segundo, aspectos éticos de la investigación en seres humanos y el título sexto, ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud, tratándose de esta manera de una investigación con riesgo mínimo (Salud, 2014).

A demás, esta investigación se apegó a los principios de la declaración de Helsinki, adaptada en la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, 1964 y actualizada en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, 2013 (Asociación Médica Mundial, 2017).

Por consiguiente, los participantes recibieron un consentimiento informado, cuyo contenido se comunicó de manera oral y escrita (beneficios, riesgos, objetivos, etc.) antes de solicitar la respectiva firma. Asegurando la confidencialidad y el anonimato en el procesamiento estadístico de los datos.

Finalmente, el proyecto se sometió a revisión con el comité de ética de la Facultad de Ciencias Naturales y el comité local y estatal de investigación de la Secretaría de Salud de Querétaro (Anexo XI.4), siendo aceptado por dichas instituciones.

## VI. Resultados

De manera inicial se reunieron los datos de la muestra calculada, sin embargo, al momento de realizar el análisis de normalidad, algunos datos fueron excluidos por lo tanto se extendió el tiempo para recolección de datos, recolectando así datos de 122 participantes, de los cuales se descartaron 9 que no cubrían aspectos de normalidad. Por lo anterior, para fines del análisis de resultados, únicamente se consideraron 113 pacientes adultos hospitalizados.

El 64.6% de los participantes fueron mujeres. La edad promedio de los participantes fue de 38 con una desviación estándar (DE) de 12.8 años, la MC promedio fue de 71.1 con una DE de 12.9 kg y de la estatura fue 161.3 con una DE de 9.1 cm. La tabla 7 muestra las características generales de los participantes de acuerdo al sexo.

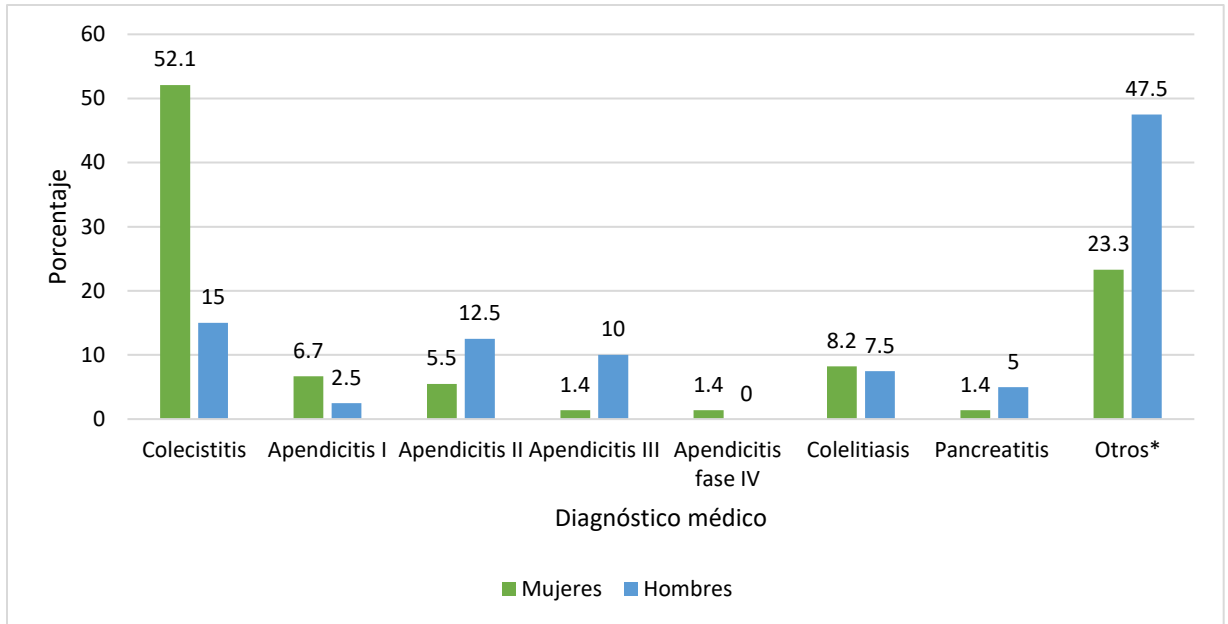
**Tabla 7** Características de la muestra de acuerdo al sexo

Variable	Mujeres n=73 (64.6%)	Hombres n=40 (35.4%)
	Media ± DE	Media ± DE
Edad	37.06±11.66	39.85±14.82
Masa corporal real (kg)	70.00±11.55	73.36±15.12
Estatura real (cm)	157.12±6.40	169.12±8.42
Media envergadura (cm)	79.93±3.60	86.86±4.60
Largo de antebrazo (cm)	22.37±1.25	24.68±1.72
Perímetro de brazo (cm)	32.40±3.71	31.49±4.06
Altura de rodilla (cm)	43.88±2.43	47.60±2.79
Perímetro de pierna (cm)	36.06±4.15	35.07±3.62

Fuente: Elaboración propia. DE: Desviación estándar.

De acuerdo al diagnóstico médico de los participantes, la colecistitis fue el diagnóstico más común en las mujeres con un 52.1%, y en los hombres fue otros diagnósticos, que engloban, estenosis uretral, hernias, oclusión intestinal, dolor abdominal,

enfermedad por reflujo gastroesofágico, tumor testicular, etc., con un 47.5%. La figura 1 muestra los diagnósticos de los participantes de acuerdo al sexo.



**Figura 1** Diagnóstico médico de la muestra de acuerdo al sexo

Fuente: Elaboración propia. Sexo mujer, n:73, sexo hombre: n:40. \* Estenosis uretral, hernias, oclusión intestinal, dolor abdominal, enfermedad por reflujo gastroesofágico, tumor testicular.

Las predicciones para MC de acuerdo al sexo de cada una de las ecuaciones evaluadas se presentan en la tabla 8, asimismo, podemos observar que la ecuación de Opdam y colaboradores es la que más se aleja de los datos reales en ambos sexos.

**Tabla 8** Descripción de predicciones de masa corporal de acuerdo al sexo

Ecuaciones	Hombres Media ±DE	Mujeres Media ±DE
<b>Real</b>	73.36±15.12	70.00±11.55
<b>Martin y Hernández, 2013</b>	69.09±11.46	71.20±11.56
<b>Cattermole et al., 2017 a</b>	74.26 ± 15.63	77.75±14.29
<b>Cattermole et al., 2017 b</b>	75.88±16.25	79.53±14.86
<b>Opdam et al., 2019</b>	58.12 ±13.52	61.16±12.37

Fuente: Elaboración propia.

En cambio, con respecto a las predicciones de la estatura, la ecuación que más se alejó de valores reales fue la de Cereda y colaboradores en los hombres y en mujeres la ecuación de Rabito y colaboradores (Tabla 9).

**Tabla 9** Descripción de predicciones de la estatura de acuerdo al sexo

<b>Ecuaciones</b>	<b>Hombres Media ±DE</b>	<b>Mujeres Media ±DE</b>
<b>Real</b>	169.12±8.42	157.12±6.40
<b>Shahar y Pooy, 2003</b>	165.83±6.27	154.80± 6.13
<b>Hernández, et al., 2005</b>	168.50±6.28	156.71±5.23
<b>Rabito et al., 2006</b>	163.32±5.85	151.58±4.54
<b>Cereda, et al., 2010</b>	161.16±6.01	156.06±5.32

Fuente: Elaboración propia.

Tras correlacionar los resultados de las ecuaciones de predicción aquí estudiadas con la MC real se obtuvo que la ecuación que en esta población tienen mayor correlación es la de Martin y Hernández, en ambos sexos (Tabla 10).

**Tabla 10** Correlación de la masa corporal real con las predicciones

	<b>Ecuación</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Masa corporal</b>	<b>Martin y Hernández, 2013</b>	0.940	0.911
	<b>Cattermole et al., 2017 a</b>	0.912	0.871
	<b>Cattermole et al., 2017 b</b>	0.912	0.871
	<b>Opdam et al., 2019</b>	0.912	0.871

Fuente: Elaboración propia. Correlación de Pearson. Significancia 0.01

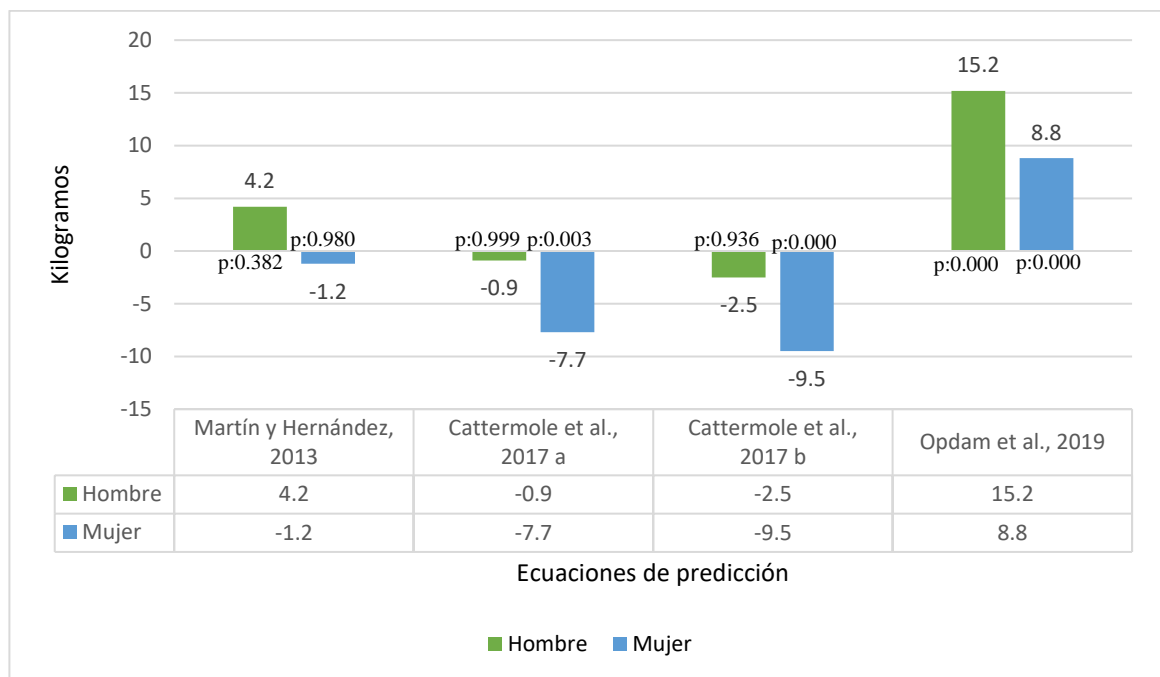
Por otra parte, las ecuaciones que presentaron mayor correlación con la estatura real fue Rabito y colaboradores en las mujeres, seguido por Cereda y colaboradores, en cambio, para los hombres fueron Shahar y colaboradores y Cereda y colaboradores (Tabla 11).

**Tabla 11** Correlaciones de la estatura real con las predicciones

Estatura	Ecuación	Hombres	Mujeres
	Shahar y Pooy, 2003	0.861	0.851
	Hernández, et al., 2005	0.858	0.838
	Rabito et al., 2006	0.849	0.864
	Cereda, et al., 2010	0.861	0.858

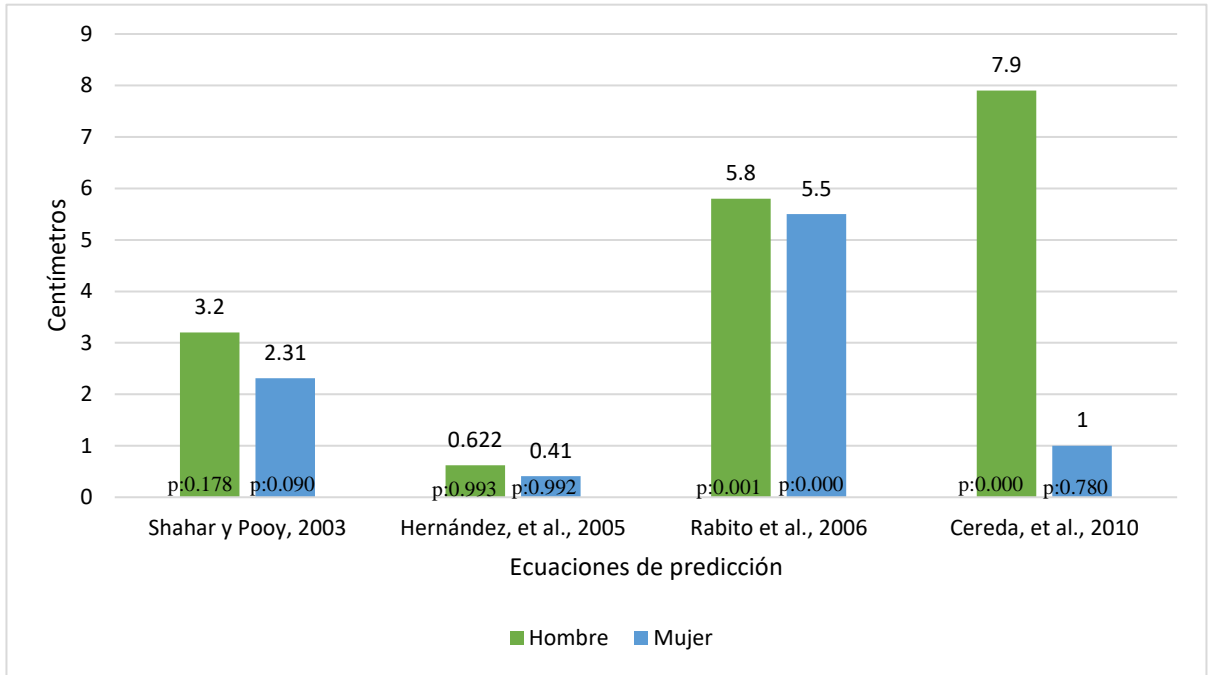
Fuente: Elaboración propia. Correlación de Pearson.

Sin embargo, de acuerdo al análisis de varianza, la figura 2 muestra que las ecuaciones que no presentaron diferencias significativas en comparación con los datos reales fueron la ecuación de Martín y colaboradores (p:0.382 y p:0.980, hombres y mujeres respectivamente)



**Figura 2** Diferencias de cada ecuación de predicción de estatura en comparación con los datos reales.

Por otra parte, la figura 3 muestra que las ecuaciones que presentaron diferencias significativas con los datos reales de estatura fue Rabito y colaboradores en ambos sexos y Cereda y colaboradores en los hombres, siendo Shahar y Pooy y Hernández y colaboradores, los que no tienen diferencias significativas con las mediciones reales.



**Figura 3** Diferencias de cada ecuación de predicción de estatura en comparación con los datos reales.



## VII. Discusión

Los resultados de esta investigación evidenciaron que las ecuaciones de Martin y Hernández, Hernández y colaboradores y Cereda y colaboradores, proporcionan datos cercanos a los datos reales, así mismo, las mediciones que emplea cada ecuación son fáciles de obtener, ya que los pacientes no siempre se pueden movilizar para la medición de ciertos segmentos, tal como lo menciona Guzmán Hernández et al., 2005.

En consecuencia, las ecuaciones de Bernal-Orozco et al., 2010; Díaz de León González et al., 2011; Quiroz-Olguín et al., 2013; Rabito et al., 2006, fueron descartadas para su análisis en este estudio debido a que la población evaluada tenía vendajes, drenajes, pañales o apósitos que podrían alterar la medición del PCi, PCa o PCT, los cuales, son segmentos empleados en cada una de las ecuaciones, incluso, al ser ecuaciones que fueron validadas en pacientes que podían moverse no serán viables en la práctica clínica debido a la poca o nula movilidad para la obtención de dichos segmentos.

A diferencia de Crandall et al., 2009; Quiroz-Olguín et al., 2013, quienes validaron ecuaciones en población con sobrepeso y obesidad, nuestro estudio no consideró pacientes con una MC >100 kg, por lo tanto, es necesario una evaluación de dichas ecuaciones ya que gran parte de la población en México cumple con esta característica.

En este estudio, la ecuación de Martin & Hernández, 2013 para MC, fue la que presentó mejor correlación con las mediciones reales de los pacientes estudiados de ambos sexos, a pesar de que en su estudio de validación en población Venezolana la correlación fue moderada (hombres: 0.7734, p 0.0001; mujeres: 0.7642, p 0.0001).

De acuerdo al análisis de correlación las demás ecuaciones para MC también mostraron una adecuada correlación. Cattermole et al., 2017, determinó una ecuación inicial y posteriormente redondeó la misma por practicidad. Al evaluar ambas ecuaciones en este estudio, se identificó que entre ellas no hay diferencia entre los resultados estimados en comparación con las mediciones reales. Sin embargo, en las mujeres sí presentó diferencia

significativa con respecto a la medición real, por lo tanto, estas ecuaciones solo deben emplearse en hombres.

Por su parte, la ecuación de Opdam et al., 2019, surge de la propuesta del estudio de Cattermole et al., 2017, por esta razón la correlación es la misma, ya que las ecuaciones son muy similares en sus constantes, pero, dado que la ecuación de Cattermole y colaboradores se validó en población tanto adulta como adulta mayor, se puede emplear en nuestra población considerando los resultados antes mencionados, en cambio, Opdam y colaboradores validaron su ecuación solo en población adulta mayor por las características de internamiento en las salas de urgencias que se practican en Holanda, por lo que sugieren valorar si es aplicable en la población adulta de otros países, por lo cual, se consideró en esta investigación. Sin embargo, los resultados señalan una gran diferencia significativa con respecto a los datos reales, por ello, su uso no es viable en nuestra población.

Por otro lado, para la estimación de la estatura en hombres dos de las 4 ecuaciones evaluadas presentaron adecuada correlación, siendo estas la de Shahar y Pooy y Cereda y colaboradores. En mujeres la ecuación que presentó mejor correlación fue la de Rabito y colaboradores, pero, una vez que se determinó la diferencia entre los resultados de las ecuaciones y los datos reales se encontró que la ecuación que presentó menor diferencia es la de Hernández y colaboradores en ambos sexos y la de Cereda y colaboradores solo en mujeres.

Con relación a las ecuaciones de predicción para estatura, Chumlea et al., 1998 es una ecuación validada en diferentes etnias y en población geriátrica, razón por la cual fue excluida del análisis en el presente estudio, ya que la población aquí estudiada incluye mayores de 18 años, por consiguiente las predicciones pueden verse alteradas porque en el estudio de Chumlea y colaboradores, refieren que cuando la AR y la edad están cercanas a las medidas del grupo del que se derivó la ecuación la predicción es mejor. Así pues, Hernández, 2015 estudio la ecuación de Chumlea en población de 65-95 años de edad, obteniendo resultados similares al primero, por ser evaluados en una población muy similar. En cambio, Matos et al., 2022 evaluaron dicha ecuación en población Peruana de 25 a 65 años, obteniendo

correlaciones débiles (0.44 y 0.52 para hombres y mujeres respectivamente), debido al grupo de edad seleccionado.

Osuna-Padilla et al., 2015, evaluó la ecuación de predicción de estatura de Rabito y colaboradores en población mexicana adulta mayor, obteniendo una correlación muy similar a la nuestra con las mediciones reales (0.88), por lo tanto, se sugiere la implementación de dicha ecuación. De igual forma, Matos et al., 2022 evaluó las ecuaciones de predicción de estatura de Rabito en población Peruana, obteniendo una correlación similar a la aquí obtenida (0.81), sin embargo, la ecuación validada difiere de la empleada en este estudio.

Finalmente, de acuerdo al análisis que se realizó entre las predicciones y las mediciones reales, se determinó que la ecuación de Rabito y colaboradores en ambos sexos a pesar de presentar una fuerte correlación, tiene una diferencia significativa. Lo anterior puede deberse a que las mediciones de segmentos en los estudios se realizaron del lado izquierdo, asimismo, por que las constantes obtenidas en la regresión lineal para la formulación de dicha ecuación son específicas de la población brasileña o bien porque la edad promedio de la población en la que se validó fue de  $49 \pm 17$  años.

## VIII. Conclusiones

Las ecuaciones de predicción de MC y estatura son una opción más precisa sobre la estimación visual. Sin embargo, para que el uso de estas ecuaciones de predicción sea viable en pacientes que no presenten adecuada movilidad, los datos para el despeje de estas deben ser datos de segmentos corporales que sean fáciles de medir, como los empleados en este estudio (AR, LA, PBR, E, ME y PPI), porque en situaciones de este tipo, la obtención de los datos son de importancia para la implementación en la práctica clínica por el personal de salud.

Las ecuaciones evaluadas en el presente estudio no representan dificultad alguna ante el uso en pacientes encamados por los segmentos corporales que emplea cada una de ellas, además, el equipo para la medición de estos segmentos es de fácil adquisición y no representa un costo excesivo, por lo tanto, las instituciones de salud pueden costearlo.

Para estimar la MC en pacientes encamados, la ecuación de Martin y Hernández presento menor diferencia con respecto a los datos reales en ambos sexos, y para la estimación de la estatura la ecuación de Hernández y colaboradores en ambos sexos nos proporcionará datos similares al real, en cambio, para las mujeres también puede emplearse la ecuación de Cereda y colaboradores.

Debe considerarse que el uso de las ecuaciones evaluadas está limitado a población que tenga una MC menor a 100 kg y por ello deben realizarse estudios en una población que permita determinar si son aptas en pacientes con una MC mayor.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la selección de pacientes evaluados al momento del estudio se llevó a cabo considerando que se pudieran obtener los datos reales mediante bipedestación, por consecuente presentaban un estrés por enfermedad leve a moderado, por lo tanto, los datos de este estudio no pueden extrapolarse ante condiciones como edema o alguna alteración clínica que pudiera ocasionar algún sesgo en los segmentos corporales. Además, debido a que la medición de segmentos se tomó en bipedestación puede existir alguna variación con respecto a su uso en pacientes encamados.

## **IX. Recomendaciones**

El presente estudio sugiere ser un parteaguas para continuar con investigaciones sobre las ecuaciones de predicción ya que, partiendo de los resultados aquí descritos, se propone:

1. Evaluar diferencias entre los resultados de las ecuaciones de predicción con el uso camas con básculas.
2. Identificar diferencias de mediciones reales, predicción con las camas con báscula y los resultados de las ecuaciones.
3. Diseñar y validar ecuaciones de predicción de acuerdo a grupos de edades, por las diferencias que puede tener debido a los cambios que se presentan por el crecimiento y/o envejecimiento.
4. Diseñar y validar ecuaciones de predicción de acuerdo a la clasificación del diagnóstico antropométrico de los pacientes, es decir, usando el índice de masa corporal (IMC), ya que >70% de nuestra población vive con sobrepeso y obesidad y de esta forma se disminuiría el sesgo por esta característica.

## X. Referencias

- American Cancer Society. (2020). *Edema*.  
<https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/efectos-secundarios-fisicos/hinchazon.html>
- Asociación Médica Mundial. (2017, March 21). *Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos – WMA – The World Medical Association*. <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Balode, A., Stolarova, A., Villerusa, A., Zepa, D., Kalnins, I., & Vētra, J. (2015). Estimation of body weight and stature in Latvian hospitalized seniors. *Papers on Anthropology*, 24(2), 27. <https://doi.org/10.12697/poa.2015.24.2.03>
- Bernal-Orozco, M. F., Vizmanos, B., Hunot, C., Flores-Castro, M., Leal-Mora, D., Cells, A., & Fernández-Ballart, J. D. (2010). Equation to estimate body weight in elderly Mexican women using anthropometric measurements. *Nutricion Hospitalaria*, 25(4), 648–655. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.4.4508>
- Berral, F., & Aguila, D. (2002). Valoración antropométrica/nutricional de enfermos adultos hospitalizados o encamados. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 19(88), 129–135.
- Borba De Amorim, R., Coelho Santa Cruz, M. A., Borges De Souza, P. R., Corrêa Da Mota, J., & González H., C. (2008). Medidas de estimación de la estatura aplicadas al índice de masa corporal (IMC) en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores. *Revista Chilena de Nutricion*, 35(SUPPL. 1), 272–279. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182008000400003>
- Casanueva, E., Kaufer-Horwitz, M., Pérez-Lizaur, A. B., & Arroyo, P. (2008). *Nutriología médica* (Tercera ed). Médica Panamericana.
- Cattermole, G. N., Graham, C. A., & Rainer, T. H. (2017). Mid-arm circumference can be used to estimate weight of adult and adolescent patients. *Emergency Medicine Journal*, 34(4), 231–236. <https://doi.org/10.1136/emered-2015-205623>
- Cereda, E., Bertoli, S., & Battezzati, A. (2010). Height prediction formula for middle-aged

- (30-55 y) Caucasians. *Nutrition*, 26(11-12), 1075-1081. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.08.024>
- Chittawatanarat, K., Pruenglampoo, S., Trakulhoon, V., Ungpinitpong, W., & Patumanond, J. (2012a). Development of gender- and age group-specific equations for estimating body weight from anthropometric measurement in Thai adults. *International Journal of General Medicine*, 5, 65-80. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S27507>
- Chittawatanarat, K., Pruenglampoo, S., Trakulhoon, V., Ungpinitpong, W., & Patumanond, J. (2012b). Height prediction from anthropometric length parameters in Thai people. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 21(3), 347-354.
- Chumlea, C., Guo, S. S., Wholihan, K., Cockram, D., Kuczmarski, R. J., & Johnson, C. L. (1998). *Stature prediction equations for elderly non-Hispanic white, non-Hispanic black, and Mexican-American person.* (pp. 137-142). Journal of the American Dietetic Association.
- Crandall, C. S., Gardner, S., & Braude, D. A. (2009). Estimation of Total Body Weight in Obese Patients. *Air Medical Journal*, 28(3), 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2009.02.002>
- Díaz de León González, E., Tamez Pérez, H. E., & Hermosillo, H. G. (2011). Estimation del peso en adultos mayores a partir de medidas antropométricas del Estudio SABE. *Nutricion Hospitalaria*, 26(5), 1067-1072. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.5216>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment.* 115. [https://www.researchgate.net/publication/236891109\\_International\\_Standards\\_for\\_Anthropometric\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/236891109_International_Standards_for_Anthropometric_Assessment)
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica (2019). Perfil restringido.* (Primera ed). Sociedad internacional para el avance de la cineantropometría.
- Fernandes, C. M. B., Clark, S., Price, A., & Innes, G. (1999). How accurately do we estimate patients' weight in emergency departments? *Canadian Family Physician*, 45(OCT.), 2373-2376.
- Flores, A. del R. (2018). *Ajuste de una fórmula convencional de peso seco en diálisis*

*peritoneal con dos métodos de impedancia bioeléctrica.*

- Frisancho, A. (2007). *Anthropometric Standards: An Interactive Nutritional Reference of Body Size and Body Composition for Children and Adults*. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- García-Martínez, M. A., Cherednichenko, T., Hidalgo Encinas, Y., Catalá Espinosa, A. I., Arrascaeta Llanes, A., & Acosta Escribano, J. A. (2018). Calidad de la medición antropométrica en las Unidades de Medicina Intensiva españolas (Estudio CAMIES). *Medicina Intensiva*, 42(6), 329–336. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2017.09.008>
- Guzmán, C., Reinoza Calderón, G., & Hernández Hernández, R. A. (2005). Estimación de la estatura a partir de la longitud de pierna medida con cinta métrica ESTIMATION OF HEIGHT FROM LEG LENGHT MEASURED WITH TAPE MEASURE. *Nutr. Hosp*, 5, 358–363.
- Hall, W. L., Larkin, G. L., Trujillo, M. J., Hinds, J. L., & Delaney, K. A. (2004). Errors in weight estimation in the emergency department: Comparing performance by providers and patients. *Journal of Emergency Medicine*, 27(3), 219–224. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2004.04.008>
- Hernández, L. (2015). Estudio comparativo de diferentes fórmulas para composición corporal y antropometría en ancianos institucionalizados con buena capacidad funcional. *Universidad de Zaragoza*, 1–38.
- Instituto Nacional de las Mujeres. (n.d.). *Sexo - Glosario para en línea*. Retrieved March 28, 2023, from <https://campusgenero.inmujeres.gob.mx/glosario/terminos/sexo>
- Krishan, K., & Sharma, A. (2007). Estimation of stature from dimensions of hands and feet in a North Indian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 14(6), 327–332. <https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2006.10.008>
- Leary, T. S., Milner, Q. J. W., & Niblett, D. J. (2000). The accuracy of the estimation of body weight and height in the intensive care unit. *European Journal of Anaesthesiology*, 17(11), 698–703. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2346.2000.00751.x>
- Lorenz, M. W., Graf, M., Henke, C., Hermans, M., Ziemann, U., Sitzer, M., & Foerch, C. (2007). Anthropometric approximation of body weight in unresponsive stroke patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(12), 1331–1336.



<https://doi.org/10.1136/JNNP.2007.117150>

- Madden, A. M., Mashanova, A., Amirabdollahian, F., Ghuman, S., Makda, M., Collinson, A., Dean, F., Hirsz, M., Lennie, S., Maynard, M. J., & Power, B. (2020). Improved prediction equations for estimating height in adults from ethnically diverse backgrounds. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1454–1463. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.06.007>
- Martin, O., & Hernández, R. A. (2013). Ecuaciones de predicción del peso corporal para adultos venezolanos. *Antropo*, 29, 133–140. <http://www.didac.ehu.es/antropo/29/29-14/Martin.pdf>
- Matos, R. A., Lucero, Y. Y., & Molina, M. N. (2022). Assessment of mathematical models to estimate weight and height in adult patients using CRM, RMSE, Pearson and Bland Altman. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 42(1), 152–159. <https://doi.org/10.12873/421matos>
- Mejía, R. R., Caino, S., Adamo, P., Fano, V., & Kelmansky, D. (2018). Prediction of height and body mass index based on body segments. Use of Gauld's equations in an Argentine sample. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 116(6), E721–E729. <https://doi.org/10.5546/aap.2018.eng.xx>
- Mondal, M. K., Jana, T. K., Jana, S. G., & Roy, H. (2012). Height Prediction from Ulnar Length in Females: A Study in Burdwan District of West Bengal (Regression Analysis). *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 6(8), 1401. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2012/4589.2369>
- Opdam, M. H., Koekkoek, K. W. A. C., Boeije, T., Mullaart, N., Van Zanten, A. R. H., & Bellou, A. (2019). Mid-arm circumference method is invalid to estimate the body weight of elderly Emergency Department patients in the Netherlands. *Medicine (United States)*, 98(32). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016722>
- Osuna-Padilla, I. A., Borja-Magno, A. I., Leal-Escobar, G., & Verdugo-Hernández, S. (2015). Validación de ecuaciones de estimación de peso y talla con circunferencias corporales en adultos mayores Mexicanos. *Nutricion Hospitalaria*, 32(6), 2898–2902. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.6.9760>
- Quiroz-Olguín, G., Serralde-Zúñiga, A. E., Saldaña-Morales, V., & Guevara-Cruz, M.

- (2013). Validación de una nueva fórmula de predicción de peso en población Mexicana con sobrepeso y obesidad. *Nutricion Hospitalaria*, 28(3), 690–693. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.3.6455>
- Rabito, E. I., Vannucchi, G. B., Suen, V. M. M., Neto, L. L. C., & Marchini, J. S. (2006). Weight and height prediction of immobilized patients. *Revista de Nutricao*, 19(6), 655–661. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600002>
- Riella, M. C., & Martins, C. (2015). *Nutrición y riñón* (2nd ed.). Médica Panamericana.
- Ruiz Ortega, A. A., Jaramillo, A. E., Pizaña Dávila, A., Gasca Aldama, J. C., Alva Arroyo, N. V., & Zapata Chan, C. G. (2022). Asociación del signo de Godet con la medición por ultrasonido del edema periférico y balance de líquidos. El resurgir de la clínica. *Medicina Crítica*, 36(8), 500–506. <https://doi.org/10.35366/109170>
- Salud, S. de. (2014). *Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud*.
- Shahar, S., & Pooy, N. S. (2003). Predictive equations for estimation of stature in Malaysian elderly people. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12(1), 80–84.
- Singh, B., Krishan, K., Kaur, K., & Kanchan, T. (2019). Stature estimation from different combinations of foot measurements using linear and multiple regression analysis in a North Indian male population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 62, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.12.007>

## XI. Anexos

### XI.1 Certificación de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK 1)



Certificate #637908226086988584. Printed on 14/06/2022

## **XI.2 Consentimiento informado**

Del estudio titulado: “Comparación de ecuaciones para estimar la masa corporal y la estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro”

Santiago de Querétaro, Querétaro, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: “Comparación de ecuaciones para estimar la masa corporal y la estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro”, a cargo de la L.N. Ariadna Sanjuan Méndez. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda.

El objetivo de esta investigación es comparar las ecuaciones matemáticas para determinar cuál de ellas se acerca a valores reales para masa corporal y estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro. El cual cuenta con registro local en el Hospital General de Querétaro: 389/07-030-2022/Maestría en Nutrición Clínica Integral de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro y número de registro estatal: 1376/HGQ/389/07-030-2022. Esta investigación es importante porque permitirá identificar ecuaciones de predicción para la estimación de la masa corporal y estatura que serán de gran utilidad en esta unidad médica.

Usted ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las siguientes características: ser paciente internado en el Hospital General de Querétaro que puedan estar de pie para la toma de mediciones.

Su participación es voluntaria, anónima y confidencial; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención.

Su participación consistirá en permitir la toma de algunas mediciones: masa corporal, estatura, estatura sentado, envergadura de brazos, pliegue cutáneo tricipital, pliegue cutáneo subescapular, pliegue de bíceps, pliegue de cresta iliaca, pliegue supraespinal, pliegue abdominal, pliegue de muslo, pliegue de pierna, perímetro de brazo relajado, perímetro de cintura, perímetro de cadera, perímetro de muslo, perímetro de pierna, perímetro de muñeca, diámetro de humero, diámetro de bioestiloideo, diámetro de fémur, altura de rodilla y largo de antebrazo, las cuales se tomarán en un tiempo de aproximadamente 30 min, sin ocasionar alguna molestia. Además de aprobar la recolección de datos bioquímicos de su expediente

clínico, en caso de no contar con los resultados de laboratorios actualizados y usted llegará a presentar edema se le tomará una muestra de sangre, lo cual solo ocasionará un ligero dolor al momento de la toma de muestra. Esto con la finalidad de calcular la masa corporal seca. Las muestras serán procesadas y posteriormente desechadas en contenedores de residuos biológicos, teniendo en cuenta que no serán empleados para otros fines.

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado. Asimismo, se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación. A demás, la información será archivada en un repositorio del Hospital General de Querétaro, destinada para uso exclusivo de investigación científica.

Finalmente, yo \_\_\_\_\_, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada: “Comparación de ecuaciones para estimar la masa corporal y la estatura en pacientes encamados del Hospital General de Querétaro” , también, manifiesto mi interés por recibir toda la información en tiempo y forma, respecto a los resultados últimos, por parte de los investigadores responsables o bien por el departamento de Nutrición del Hospital General de Querétaro al teléfono 4424300924 ext.4179 , y autorizo que para los fines de esta investigación los datos obtenidos puedan ser analizados y eventualmente publicados, siempre preservando mi identidad en el anonimato.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma  
del participante

\_\_\_\_\_  
L.N Ariadna Sanjuan Méndez  
Investigador principal  
5576 58 97 42

### **Testigos**

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

### XI.3 Hoja de recolección de datos



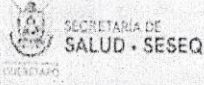
<b>Nombre del paciente:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Diagnóstico:</b>		<b>Edad:</b>	
<b>Área de hospitalización:</b>		<b>N° de expediente:</b>	
<b>Signo de godet:</b>		<b>N° de cam:</b>	
<b>Sódio sérico:</b>		<b>LACTA:</b>	




	<b>Mediciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
#;DIV/0!	Masa corporal (kg)			
#;DIV/0!	Estatura (cm)			
#;DIV/0!	Talla sentado (cm)			
#;DIV/0!	Envergadura de brazos (cm)			
#;DIV/0!	Largo de antebrazo (cm)			
#;DIV/0!	Altura de rodilla (cm)			
#;DIV/0!	Perímetro de brazo relajado (mm)			
#;DIV/0!	Perímetro de cintura (cm)			
#;DIV/0!	Perímetro de cadera (cm)			
#;DIV/0!	Perímetro de muslo medio (cm)			
#;DIV/0!	Perímetro de la pierna (mm)			
#;DIV/0!	Perímetro de muñeca (cm)			

<b>¿Tercera medida?</b>	<b>Promedio</b>	
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!

## XI.4 Aprobación del comité de bioética

 SECRETARÍA DE  
SALUD - SESEQ  
QUERÉTARO

 **QUERÉTARO**  
JUNTOS, ADELANTE.

**Servicios de Salud del Estado de Querétaro**  
**Subdirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación**

**COMITÉ ESTATAL DE INVESTIGACIÓN**

**DICTAMEN**

El H. Comité Estatal de Investigación, después de haber evaluado su Protocolo titulado:

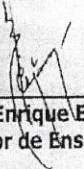
**“COMPARACIÓN DE ECUACIONES PARA ESTIMAR EL PESO CORPORAL Y LA  
ESTATURA EN PACIENTES HOSPITALIZADOS DEL HOSPITAL GENERAL DE QUERÉTARO”**

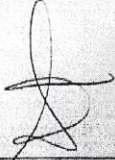
INVESTIGADOR: Lic. Nut. Ariadna Sanjuan Méndez

No. DE REGISTRO ESTATAL:  
1376/HGO/389/07-030-2022/MAESTRÍA EN NUTRICIÓN CLÍNICA INTEGRAL DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Ha sido-----**APROBADO**-----

Así mismo, le comunicamos que al realizar este proyecto, adquiere el compromiso ineludible de informar a este Comité los avances de su Proyecto en los 6 meses posteriores a la recepción del presente, en la publicación de éste compartir créditos con los Servicios de Salud del Estado, en caso requerido el seguimiento de los pacientes y autorizar a los Servicios de Salud del Estado de Querétaro para la publicación de los autores y título de su trabajo en la página Web de la Institución, así como la presentación del Informe Técnico Final.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús Enrique Espinoza Palomo  
Subdirector de Enseñanza, SESEQ

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ivette Mata Maqueda  
Coordinadora Estatal de Investigación en Salud, SESEQ.

El presente Dictamen se firma en la Ciudad de Santiago de Querétaro, a 16 de marzo de 2022.

1



## COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL DE QUERÉTARO

### DICTAMEN

El H. Comité de Investigación del Hospital General de Querétaro, después de haber evaluado su Protocolo Titulado: **“Comparación de ecuaciones para estimar el peso corporal y la estatura en pacientes hospitalizados del Hospital General de Querétaro.”**

**INVESTIGADOR:** Lic. Nut. Ariadna Sanjuán Méndez.

**DIRIGIDO:** MNC. Rosalva Hernández Oviedo.

**No. DE REGISTRO H.G.Q:** 389/07-030-2022/Maestría en Nutrición Clínica Integral de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Ha sido-----  
-----**APROBADO**-----  
-----

Así mismo le comunicamos que al realizar este proyecto, adquiere el compromiso ineludible de informar a éste Comité los avances de su Proyecto, y en la publicación de éste compartir créditos con la Secretaría de Salud del Estado de Querétaro.

El presente Dictamen se firma en la Ciudad de Santiago de Querétaro, Qro. El Lunes 07 de Marzo del 2022.

**Med. Esp. Leopoldo Francisco Espinoza Feregrino**  
Director del Hospital General de Querétaro.

**M. en C. Arturo García Balderas**  
Jefe de Enseñanza e Investigación  
Hospital General de Querétaro.

C.c.p Archivo  
LFEF/AGB/gco\*

Secretaría de Salud y Servicios de Salud del Estado de Querétaro  
Hospital General de Querétaro.  
Av. José Antonio García Jimeno No.1000, Col. Ex hacienda la Capilla, C.P. 76180,  
Querétaro, Qro.,  
Jefatura de Enseñanza e Investigación. Tel: 442 430 00 24 Ext: 4270



## XI.5 Presupuesto

Concepto	Precio/unidad	N° Unidades	Costo
<b>Antropometría</b>			
Balanza de control corporal Omron HBF-514C	\$ 2000.00	1	\$ 2000.00
Estadímetro seca 213	\$ 5100.00	1	\$ 4800.00
Cinta métrica Lufkin executive W6006PMMX	\$ 600.00	1	\$500.00
Plicometro Slime Guide	\$600.00	1	\$600.00
Antropómetro SmartMet	\$550.00	1	\$550.00
Banco antropométrico	\$1000.00	1	\$1000.00
<b>Consumibles</b>			
Papel bond	\$ 75.00	3	\$ 225.00
Cartucho	\$ 350.00	2	\$ 700.00
Engrapadora	\$ 50.00	1	\$50.00
Grapas	\$ 55	2	\$110
<b>Capacitaciones</b>			
Curso ISAK I	\$5000.00	1	\$5000.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 15 585.00</b>

### XI.6 Cronograma de actividades

Actividad	Septiembre-diciembre 2021	Enero-febrero 2022	Marzo - abril 2022	Mayo - junio 2022	Julio-agosto 2022	Septiembre-octubre 2022	Noviembre-diciembre 2022	Enero-febrero 2023	Marzo - abril 2023	Mayo-junio 2023	Junio 2023
Revisión bibliográfica											
Planeación											
Registro de anteproyecto											
Estandarización de la toma de mediciones											
Recolección de datos											
Análisis de los datos											
Presentación de la investigación											
Redacción de artículo publicable											
Preparación del borrador final de tesis											
Titulación											