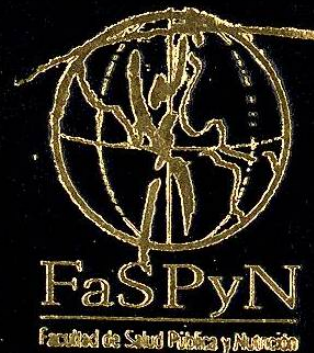


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE SALUD PUBLICA Y NUTRICION
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA
ESPECIALIDAD EN NUTRICION COMUNITARIA



Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal

"Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J. A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud/Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)"

T E S I S

QUE EN OPCION AL GRADO DE
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA
ESPECIALIDAD EN NUTRICION COMUNITARIA

PRESENTAN:

Lic. Juan José Garza Mata

Lic. Gustavo Israel Martínez González

MONTERREY, N. L.

JUNIO DEL 2001

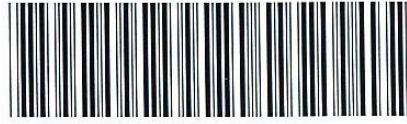
TM

Z6673

FSP

2001

G37



1020145472

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA
ESPECIALIDAD EN NUTRICIÓN COMUNITARIA



Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal
" Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J. A. y Benedict F. G. y el
de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación /
Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU) "

Tesis que en opción al grado de Maestría en Salud Pública
con Especialidad en Nutrición Comunitaria

Presentan:

Lic. Juan José Garza Mata
Lic. Gustavo Israel Martínez González

Monterrey N. L., Junio de 2001

TM
E 3272
FSI
2001
G37



Asesor
Lic. Yolanda Elva de la Garza Casás, MSP

Consultores
Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña, MSP
Lic. Manuel López-Cabanillas Lomelí, MBA

Autores
Lic. Juan José Garza Mata
Lic. Gustavo Israel Martínez González

Julio 3 de 2001.

Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña, MSP.
Subdirector de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL
P r e s e n t e . -

Me permito informarle que he concluido mi asesoría de la tesis titulada **"Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal. "Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J.A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)"** para la obtención del grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Nutrición Comunitaria, a fin de que sea turnado al Comité de Tesis para la revisión y aprobación en su caso.

Sin otro particular, me es grato extender la presente.

Atentamente,


Lic. Yolanda Elva de la Garza de Vázquez MSP
Director de Tesis



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro.

C.P. 64460, Monterrey, N.L., México

Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)

E-mail: faspyn@prodigy.net.mx

lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, _____ Apruebo _____

la tesis titulada **"Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal. "Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J.A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Nutrición Comunitaria.**

Atentamente,

Monterrey, N.L., 5 de Julio _____ de 2001.

"Alere Flammam Veritatis"

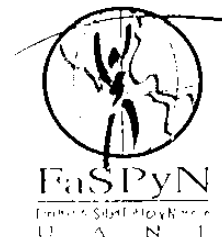

Lic. Yolanda Elva de la Garza de Vázquez MSP
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYD



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**


Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx
lberrin@ccr.dsi.uanl.mx



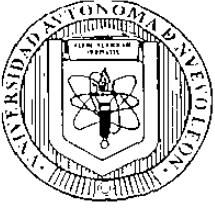
DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, APRUEBO
la tesis titulada **"Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal. "Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J.A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)"**, con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Nutrición Comunitaria.

Atentamente,
Monterrey, N.L., 25 de julio de 2001.
"Alere Flammam Veritatis"


Lic. Luz Natalia Berrón de Tamez MSP
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYD



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, APRUEBO

la tesis titulada "Validación de un método para la estimación del requerimiento energético basal. "Estudio biométrico comparativo con los métodos factorial, de Harris J.A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Nutrición Comunitaria.

Atentamente,
Monterrey, N.L., 5 de Julio de 2001.
"Alere Flammam Veritatis"


Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña MSP
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYP



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA
ESPECIALIDAD EN NUTRICIÓN COMUNITARIA



Autores

Garza Mata Juan José Lic.
Martínez González Gustavo Israel Lic.

Asesor

Lic. Yolanda Elva de la Garza Casas, MSP

RESUMEN

El presente estudio valida un método para la estimación del requerimiento energético basal comparándolo con el método factorial, el de Harris J. A. y Benedict F. G. y el establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU), contemplando el objetivo de determinar la diferencia que existe entre la obtención del requerimiento energético basal a través del método propuesto y los métodos de referencia.

Orientados en recomendaciones emanadas de la Organización Mundial de la Salud, la cual establece la necesidad prioritaria de diseñar métodos simplificados para la estimación del requerimiento energético total que puedan ser aplicados en estudios clínicos y epidemiológicos, se comprueba la siguiente interrogante ¿mostrarán los resultados obtenidos una variación significativa con los métodos antes mencionados?

Para lo anterior se plantea ($1-\alpha=0.95$) que no existe diferencia, y que existe una correlación directamente proporcional, entre los requerimientos obtenidos a través del método propuesto y cada uno de los métodos de establecidos. Para lo anterior se recolectó una muestra ($n=1000$) probabilística, aleatoria y sin reposición, a los que se les estimó el requerimiento energético basal por los cuatro métodos. Los datos fueron observados de personas de 15 a 65 años que no presentaran patologías clínicas identificadas, embarazo o anorexia.

El estudio concluye que no existe diferencia entre los valores estimados a través del método propuesto y los obtenidos con los métodos de referencia, habiendo entre cada uno de ellos correlación media alta ($r=0.75$) para el método de la FAO/OMS/UNU, y correlación alta directamente proporcional para el método factorial y el de Harris J. A. y Benedict F. G., $r=0.99$ y $r=0.91$ respectivamente, validando el método para su utilidad en nutrición comunitaria.

Se propone el desarrollo de esta metodología, hasta la estimación del requerimiento energético total a través de investigación sobre temperaturas corporales para actividades físicas determinadas, temperatura ambiente por situación geográfica y proporción de agua corporal por grupo de edad, además de su aplicación en niños y embarazadas.

Índice

	Página
Resumen	
Introducción.....	1
I. El problema a investigar.....	2
1.1 Delimitación del problema.....	2
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	5
II. Marco teórico.....	6
2.1 Energía.....	6
Unidad de energía.....	7
<i>Requerimiento de energía</i>	7
Requerimiento de energía basal.....	8
Físico química de la energía.....	11
Funciones de la energía.....	11
2.2 Termodinámica y temperatura.....	13
Termodinámica.....	13
Temperatura corporal.....	15
Temperatura interna normal.....	17
2.3 Agua corporal.....	18
<i>El agua en el organismo</i>	18
Funciones del agua.....	21
Necesidades de agua.....	22
Producción de calor corporal.....	22
2.4 Metabolismo basal.....	23
Metabolismo basal.....	23
Índice metabólico.....	24
Superficie corporal.....	24
Género.....	25
Edad.....	25
Composición corporal.....	25
Glándulas endócrinas.....	26
Estado de nutrición.....	26
Sueño.....	26
Temperatura ambiente.....	27
2.5 Métodos calorimétricos de estimación de requerimiento energético total.....	28
Métodos calorimétricos.....	28
Calorimetría directa.....	28
Calorimetría indirecta.....	28
2.6 Otros métodos de estimación de requerimiento energético total.....	29
Actividad física.....	29
Otros factores.....	30
Tasa del metabolismo basal.....	30
2.7 Métodos prácticos para la estimación del requerimiento basal de energía.....	31
Método factorial.....	31
Método de Harris J. A. y Benedict F. G.	34
Método de la FAO/OMS/UNU.....	36
Método propuesto.....	38

III. Hipótesis.....	43
3.1 Enunciado de la hipótesis	43
3.1.1 Enunciado de la hipótesis nula.....	43
3.1.2 Enunciado de la hipótesis alternativa.....	44
3.2 Estructura de la hipótesis.....	45
3.3 Operacionalización.....	47
IV. Diseño.....	49
4.1 Diseño metodológico.....	49
4.2 Diseño estadístico.....	50
4.2.1 Marco muestral	50
4.2.2 Tamaño de la muestra.....	50
4.2.3 Tipo de muestreo.....	52
4.2.4 Análisis estadístico.....	54
4.3 Calendarización.....	55
V. Métodos y procedimientos.....	56
VI. Resultados.....	61
VII. Análisis de los resultados.....	65
VIII. Conclusiones.....	69
IX. Sugerencias.....	70
X. Bibliografía.....	71
XI. Anexos.....	74
11.1 Tablas de salida.....	74
11.2 Gráficos.....	83
11.3 Instrumento de observación.....	88
11.4 Definición de términos y conceptos.....	89
11.5 Fotografías de métodos y procedimientos.....	90
11.6 Coeficientes de z de tablas.....	91
11.7 Interpretación del coeficiente de correlación.....	92

Introducción

Una de las principales oportunidades a las que se enfrenta el nutriólogo en su práctica profesional, específicamente en el campo clínico, es a proporcionar el tratamiento dietético, lo cual es realizado frecuentemente con base en tablas de referencia o recomendaciones debido al número de pacientes, característico de esta área de atención.

Basados en las recomendaciones emanadas de la Organización Mundial de la Salud, la cual establece la necesidad prioritaria de diseñar métodos simplificados para la estimación del requerimiento energético total que puedan ser aplicados en estudios clínicos y epidemiológicos, se plantea demostrar en este primer estudio de estimación del requerimiento energético basal y establecer el fundamento para la obtención del requerimiento energético total, esto desde la perspectiva de la producción de calor corporal, los factores que se ven involucrados en ella y las dimensiones antropométricas del individuo.

Por lo tanto, se presenta una metodología para ofrecer no sólo recomendaciones, sino requerimientos personalizados para que este tratamiento sea cada vez más específico.

Uno de los principales intereses al validar este método consistió en evaluar la variación de los resultados obtenidos, y determinar si era significativa con los métodos de referencia.

El presente estudio tiene como objetivo determinar si existe diferencia entre la obtención del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con los métodos establecidos por Harris J. A. y Benedict F. G., método factorial y el de la FAO/OMS/UNU.

I. El problema a Investigar

1.1. Delimitación del problema

El cálculo del requerimiento energético total es parte de la atención integral del paciente, parámetro fundamental para la distribución de nutrientes (según porcentajes de equilibrio establecidos) en el plan de alimentación que se le ha de recomendar, por lo que es necesario obtener en primer lugar, el requerimiento energético basal.

Para ello, según el método factorial, es necesario considerar el peso ideal del individuo, las 24 horas del día y una constante según sea el género de la persona, con ello se estima el gasto energético basal. A partir de esto, y para estimar el gasto energético total, la ecuación contempla la energía por concepto de horas sueño, es decir, la disminución energética estimada por las horas de descanso físico total, además de la actividad física y el incremento de 10% de las kilocalorías consideradas para el efecto térmico o acción dinámica específica de los alimentos ⁽⁴⁾.

En el método de Harris J. A. y Benedict F. G. se consideran constantes y se aplican en la ecuación con el peso corporal, estatura de la persona y una resta que incluye la edad, resta que disminuirá el valor terminal de la fórmula entre mayor sea la edad *incluida en la ecuación*.

Este método contempla constantes para estimar el gasto energético total, denominados factor actividad y factor estrés, incluyendo un incremento por grado de temperatura sobre el valor normal.

En cuanto al gasto energético basal obtenido por el método de la FAO/OMS/UNU se incluyen tablas de género de la persona e intervalos de edad para determinar la

ecuación a utilizar, se incluyen constantes y tablas para actividades ocupacionales, discretionales, familiares y sociales; y considera al individuo en cama y el resto del tiempo del día.

El presente estudio valida un método para estimar requerimiento energético en condiciones basales. Fue realizado a través de algunos procedimientos diferentes a los métodos enunciados anteriormente y son considerados en el presente estudio como parámetro de referencia por su grado de aceptación profesional y dada su precisión comprobada.

Por lo anterior, el presente estudio valida una metodología para la estimación del requerimiento energético basal, un método teórico que servirá de sustento para determinar, bajo este mismo diseño, un procedimiento para obtener el requerimiento energético total de los individuos.

Resulta de interés destacar que al validar este método surgió la siguiente interrogante ¿Mostrarán los resultados obtenidos una variación significativa con los métodos antes mencionados?

1.2. Justificación

Basados en recomendaciones emanadas de la Organización Mundial de la Salud, que establece la necesidad prioritaria de diseñar métodos simplificados para la estimación del requerimiento energético total, aplicables en estudios clínicos y epidemiológicos, se demuestra que dichos requerimiento se puede estimar desde la perspectiva del metabolismo basal y requerimiento energético para la producción de calor, los factores que se involucran en ella y las dimensiones antropométricas del individuo.

Existen métodos establecidos y probados por profesionales de la nutriología para la estimación del requerimiento energético basal, en la presente investigación se plantea un método simplificado con utilización en el área de nutrición comunitaria así como en campos clínicos, es decir, un método simplificado que apoye en gran medida la productividad de los profesionales de la nutriología disminuyendo con ello el tiempo de respuesta a los demandantes del servicio.

A la utilidad de este método le corresponde un amplio campo de aplicación, ya que el 76% de los egresados de la licenciatura en nutrición se desarrollan en área clínica ⁽²⁵⁾

El presente método cubre la necesidad de, con base en su simplificación, atender a grupos de personas en el área clínica y comunitaria, además busca el mejoramiento de la calidad en la cobertura de atención de servicios profesionales al otorgarle requerimientos específicos a sus características.

Los métodos involucrados en el presente proyecto son, por una parte, los métodos establecidos por Harris J. A. y Benedict F. G., método factorial y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de las Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU), cada uno de ellos en comparación con el método que se plantea.

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar si existe diferencia entre la obtención del requerimiento energético basal a través del método propuesto, en comparación con los métodos establecidos por Harris J. A. y Benedict F. G., método factorial y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU)

Objetivos Específicos

- Identificar los factores requeridos para la estimación del requerimiento energético basal por medio de los métodos establecidos y del método propuesto.
- A través de los elementos obtenidos, estimar la energía basal requerida para cada individuo por medio de los métodos establecidos y del método propuesto.
- Confrontar los valores obtenidos por medio del método propuesto con cada uno de los métodos establecidos.
- Estimar la diferencia paramétrica que existe entre los distintos métodos en comparación con el método propuesto con el objetivo de establecer la precisión del mismo.

II. Marco Teórico

2.1. Energía

Metabolismo de la energía

En los organismos vivos están presentes cuatro formas de energía: química, eléctrica, térmica y mecánica.

Sin embargo, de estas cuatro formas solo la energía química puede proporcionar la energía necesaria para que las células realicen su trabajo. Dicha energía deriva del catabolismo de los alimentos ingeridos, es decir, de los nutrientes contenidos en los alimentos (hidratos de carbono, proteínas y grasas).

La energía química derivada del catabolismo de las sustancias mencionadas, puede ser utilizada inmediatamente o almacenarse, además de transformarse en otras formas de energía; sin embargo este proceso se caracteriza por su irreversibilidad, por lo que no hay manera de que la energía eléctrica se transforme en energía química ⁽²⁾.

Cuando un músculo se contrae y efectúa una acción, se despliega energía mecánica, sin embargo, dicha energía representa conversión de energía química.

La mayor parte de las funciones corporales es muy eficiente, mientras que el cuerpo cuenta solo con una efectividad de 20% para convertir energía química en otras fuentes de energía, el restante 80% es registrado como energía térmica o calor ⁽¹⁾.

El calor que deriva de los diversos procesos metabólicos realizados en el organismo, es utilizado para mantener la temperatura a un nivel óptimo para aplicarlo en las reacciones químicas necesarias para conservar la vida.

Dicho calor generado como consecuencia de la actividad metabólica *continua* del cuerpo, *excede a la cantidad requerida* para mantener el óptimo de la temperatura; así pues, el cuerpo se enfrenta a deshacerse del exceso de calor ⁽⁹⁾.

Esta generación es un indicador de la función y actividad metabólica, por lo que se sugiere la temperatura corporal de un individuo para la estimación del *metabolismo basal* y por ende para la estimación del requerimiento energético total; es decir, la temperatura corporal de un día promedio es un indicador de la actividad metabólica y por consecuencia de la actividad física, metabolismo basal y del efecto térmico de los alimentos (acción dinámica específica de los alimentos).

La temperatura puede precisarse como una cantidad que puede ser definida en *términos de cantidades termodinámicas macroscópicas tales como calor* ⁽²¹⁾ y *trabajo*, o con igual validez e idénticos resultados en términos de una cantidad caracterizada por la distribución de energía de una cantidad de partículas de un sistema.

Unidad de energía

La unidad de energía usada comúnmente en la nutrición humana es la de kilogramo caloría (kilocaloría). La caloría es la unidad tipo para medir el calor ⁽¹⁰⁾.

Como el calor es el resultado de la energía generada por el cuerpo, la caloría puede servir como medida de la producción de energía. Una kilocaloría (caloría) es la energía calorífica requerida para incrementar la temperatura de 1 kilogramo de agua destilada de 14.5 a 15.5 °C a presión constante, es decir, a una medida de energía térmica.

Requerimiento de energía

El requerimiento de energía toma procedencia sobre todas las otras necesidades. En el mundo existen personas que no satisfacen sus requerimientos para proveer la energía necesaria para sus cuerpos. Primero se deben satisfacer las necesidades calóricas

mínimas y posteriormente se realiza la distribución de nutrientes y nutrimentos específicos.

Por lo tanto, algunos factores que determinan el requerimiento energético total son: metabolismo basal, actividad física y efecto térmico de los alimentos (acción dinámica específica de los alimentos).

Requerimientos de energía basal

Las necesidades metabólicas basales (actividad involuntaria) significan aproximadamente de 50 a 70% de los requerimientos calóricos totales diarios para la mayoría de los individuos, especialmente aquellos cuya vida es sedentaria o con poca actividad. Las variaciones para individuos de talla media (en altura y peso) son de 1 kilocaloría por kilogramo de peso corporal.

Para un varón, adulto joven, cuyo peso ideal sea de 70 Kg, el requerimiento basal debe ser de 1680 kilocalorías. Para una joven, adulta, cuyo peso ideal es de 58 kg. El requerimiento basal sería aproximadamente de 1400 kcal. El peso ideal o deseado para cierta altura y edad se emplea para determinar la energía necesaria en lugar del peso real, por que el peso actual de un individuo puede ser anormal en cuanto a sobrepeso o déficit de peso ⁽⁹⁾.

Ninguna persona subsistiría por tiempo prolongado si recibiera calorías en cantidades insuficientes para cubrir sus necesidades metabólicas basales. Las actividades ordinarias de la vida requieren movimiento y varias formas de actividad muscular y la ingestión de alimento aumenta las necesidades de energía del cuerpo ⁽⁹⁾.

Además de las necesidades basales, la actividad física es el factor simple que influye en mayor medida las necesidades de energía de un individuo. Frecuentemente la clase e intensidad de trabajo físico de ejercicio es el factor de interés en la determinación del

requerimiento energético total, aunque para llegar a ello, es necesario determinar el requerimiento energético basal ⁽¹⁵⁾.

Mientras más intenso el trabajo, mayor el costo en calorías. Un hombre que hace trabajo pesado, una actividad física muy activa o extenuante puede necesitar 4800 kilocalorías o más por día, mientras que un individuo de la misma constitución corporal, edad y altura, viviendo en el mismo clima pero haciendo un trabajo sedentario puede requerir solo 2500 kilocalorías. En general, la ingestión de alimentos debe satisfacer la producción de energía ⁽⁸⁾.

El trabajo mental no afecta apreciablemente los requerimientos de energía. La fatiga después del estudio proviene no del trabajo mental sino de las actividades físicas o de la tensión muscular que acompaña a los hábitos de estudios.

En los estados altamente emocionales la actividad física aumenta por la inquietud y la tensión muscular, las glándulas suprarrenales secretan más adrenalina aumentando a su vez la velocidad de la mayoría de los procesos corporales y la energía requerida ⁽⁹⁾.

El estado de salud puede tener un efecto neto sobre la actividad física. Estas tensiones fisiológicas y psicológicas como fatiga, tensión y falta de sueño influyen en el requerimiento energético total.

Una temperatura ambiental muy baja o muy alta pueden aumentar las necesidades calóricas, estas calorías adicionales se requieren para cubrir el costo de trabajo de mantener una temperatura corporal de 37 grados ⁽⁵⁾.

Sin embargo, la naturaleza regula muy efectivamente la pérdida de calor en los diferentes climas estimulando a los seres humanos a tener escalofrío o a sudar según la temperatura lo dicta ⁽⁵⁾.

Por tanto, la temperatura corporal es un indicador preciso para efectos de gasto energético y del estado patológico del individuo.

El gasto individual de energía es considerable en la ejecución de un cierto trabajo o actividad. La mayoría de las personas tienen hábitos característicos; una persona se sentará quietamente, relajada, mientras que otra, inconscientemente está haciendo muchos movimientos habituales. Lo mismo es cierto al desarrollar un trabajo.

Una persona puede ser eficiente y hace pocos movimientos mientras que otro individuo gastará mucha energía realizando muchos movimientos innecesarios. Si estos individuos están recibiendo el mismo aporte calórico, el eficiente será más apto para almacenar calorías no utilizadas ni necesitadas.

Cada individuo tiene una capacidad característica para utilizar o almacenar calorías, así como todos los elementos químicos de los productos alimenticios ingeridos. Al aumentar la edad y disminuir la actividad, las personas necesitan ajustar sus hábitos alimentarios y el aporte calórico para mantener el peso deseado ⁽¹⁴⁾.

Acción dinámica específica de los alimentos

Todos los alimentos estimulan el metabolismo mas sin embargo no todos los alimentos tienen el mismo efecto. Los hidratos de carbono o las grasas aumentan la producción de calor en 5% de las kilocalorías totales consumidas. Sin la ingestión de alimentos estuviera compuesta sólo de proteínas, el aumento sería de hasta 30%.

Los requerimientos diarios de energía total se estiman comúnmente sumando, tanto el requerimiento para el metabolismo basal, la actividad física o muscular y la acción dinámica específica (A.D.E.A.) o el efecto térmico de los alimentos ⁽¹⁴⁾.

Determinación del gasto energético basal y del requerimiento energético total

El método que se use depende del grado de exactitud que se desea. Para el propósito de una investigación el individuo tiene una prueba de metabolismo basal para determinar sus necesidades. El costo energético de las actividades diarias se determina, en el caso específico de la calorimetría directa, con el medidor de respiración que el individuo porta consigo. Los resultados de todas las actividades sumadas, darán el requerimiento energético total.

Otro método incluye la estimación del metabolismo basal a partir de las mediciones del área superficial y de las necesidades de las actividades a partir de registros exactos de toda la energía gastada en actividades durante las horas de vigilia más el factor adicional del efecto térmico de los alimentos ⁽⁴⁾.

Física química de la energía

Cuando se usa en nutrición, energía se refiere principalmente a la energía química almacenada en los materiales alimenticios debido a las uniones químicas que hay en los nutrimentos ⁽⁸⁾.

La fuente última de toda la energía de los organismos vivientes deriva de la energía cinética del sol. Las plantas transforman el calor y luz mediante la acción de la clorofila sobre los rayos solares (fotosíntesis) en energía que se almacena como energía química potencial en diferentes materiales alimenticios, principalmente hidratos de carbono, proteínas y grasas. Esta energía química es empleada por los animales quienes son capaces de usar directamente la energía solar, energía química como indicador y regulador de la temperatura corporal ⁽¹⁾.

Funciones de la energía

El cuerpo humano emplea para tres funciones principales: se requiere de una energía mínima para mantener el organismo vivo y que realice sus funciones básicas, en ayunas

y sin realizar ninguna actividad física. A esto es a lo que se le llama metabolismo basal, que es distinto según la edad, el peso y el sexo de la persona.

Esta cantidad de energía determinada en el metabolismo basal es utilizada para la producción de proteínas, así como en sustitución de aquellas que se restauran diariamente; también son necesarias en las funciones básicas de todos los órganos del cuerpo.

Con el aumento de consumo de oxígeno al realizar cualquier actividad física se refleja la necesidad de energía. Los trabajos más duros y físicamente intensos requieren de más energía.

En cada tiempo de comida se produce un aumento de la necesidad de energía ya que es necesaria para realizar la digestión y la transformación de los alimentos, el gasto aproximado de ésta acción representa un 10% del gasto total de kilocalorías.

Se considera que el consumo de energía varía con la edad y que se necesitan menos kilocalorías a medida que aumenta la edad de la persona. Algunos otros factores que influyen en el consumo de energía serán revisados a detalle en la descripción de los métodos.

2.2. Termodinámica y temperatura

Termodinámica

Para la comprensión de todos éstos fenómenos, es conveniente recordar los principios generales de la termodinámica que rigen las transformaciones energéticas y que son aplicables a todos los sistemas, ya sean físicos, químicos o biológicos.

El primer principio de la termodinámica establece que la energía del universo es constante, lo que significa que no existe pérdida ni creación de la misma, si no que sólo se conserva a partir de transformaciones.

La energía radiante (solar), se convierte en energía química o eléctrica, que a su vez puede transformarse en energía mecánica o calorífica. Este primer principio establece la reversibilidad de las conversiones.

Esto es válido para sistemas cerrados y aislados, es decir, que no intercambian materia ni energía con el exterior. Por el contrario, el organismo humano debe considerarse un sistema abierto, ya que si existe intercambio de energía con el exterior en forma de calor disipado, y materia en forma de excreciones urinarias y fecales principalmente.

El segundo principio establece que las transformaciones de energía en los sistemas abiertos tienden a evolucionar en cierto sentido y no en el sentido inverso; por lo tanto, se deduce que la energía potencial se degrada irreversiblemente, transformándose en una forma irrecuperable, la energía disipada en forma de calor colabora al aumento del grado de entropía.

Es necesario diferenciar en los organismos vivos, sus posibilidades de autotrofia o de heterotrofia para conocer su dependencia o independencia nutritiva.

Los organismos autótrofos tan solo pueden asimilar sustancias inorgánicas, que transforman por medio de reducción en sustancias orgánicas, debido a la energía radiante o a la energía que proviene de procesos de oxidación.

Los seres humanos, como seres vivos, somos heterótrofos ya que no tenemos la posibilidad de incorporar directamente la energía radiante y dependemos del mundo exterior para abastecernos de energía, ésta, proporcionada por los sustratos nutritivos contenidos en los alimentos.

La nutrición consiste en incorporar al organismo sustancias del medio externo por medio de alimentos. El organismo convierte así sus propias sustancias asegurando y desarrollando dinámica natural.

La energía en el organismo se manifiesta en forma de calor para mantener constante la temperatura corporal central (cerebro y órganos) pudiendo variar en la periferia, otra forma de energía se usa para los impulsos eléctricos a fin de transmitir mensajes a través de las fibras del sistema nervioso, en forma dinámica (cinética del movimiento) para el trabajo muscular, en especial el del músculo estriado. Por ello una actividad física significativa tiene un gran consumo energético.

Entre otras funciones importantes cabe destacar la reserva: cuando el organismo recibe un aporte energético superior a su gasto, se transforma en grasas; éste excedente se convierte en una reserva generadora de gran cantidad de energía (9 Kcal. por gramo), en caso de que el organismo la necesite, utiliza éstos depósitos grasos movilizandolos reservas ⁽⁸⁾.

La energía que nos ofrece cada uno de los nutrientes es energía química, pero el organismo animal no es capaz de utilizar directamente ⁽⁷⁾. Hace falta que se transforme

en compuestos utilizables, o sea, en energía disponible (en biología, las reacciones químicas a presión y volumen constantes implican calor, es el calor de combustión).

Cierta cantidad de energía se disipa hacia el exterior (trabajo muscular, mantenimiento de la presión osmótica y energía térmica), y también hacia el interior (proceso de síntesis, metabolismo intermedio y actividad de los diversos órganos).

Temperatura corporal

La energía requerida para el mantenimiento de la temperatura corporal es el concepto donde se consume la mayor parte de la tasa de metabolismo basal, y cualquier variación de la temperatura externa influye notablemente en las necesidades energéticas ⁽³⁾.

La temperatura corporal es el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor, de manera que el sistema regulador funciona para conservar la pérdida y a producción similares, manteniendo con ello la temperatura a un nivel normal, es decir, con un rango de 1 °C.

Estos indicadores pueden ser influidos por estimulación del sistema nervioso (aproximadamente 1 °C) y el ejercicio físico hasta 2 o 3 °C, después de interrumpidas estas actividades la temperatura regresa a su punto de normalidad basal ⁽¹⁾.

El estudio de los problemas energéticos de la materia viva constituye un problema complejo, pero en síntesis se puede mencionar que todo proceso vital debe verse incluido dentro de un sistema de intercambio energético con capacidades par obtener y transformarse la energía del entorno a fin de mantener el elevado grado de organización que caracteriza a las estructuras biológicas.

La vida, desde el punto de vista termodinámico, se concibe como un sistema organizado de materia y energía, en el que esta organización se produce dentro de un desorden creciente denominado entropía ⁽²⁾.

Para explicar, en el proceso de la nutrición, es necesario realizar con detenimiento un estudio, en todos los fenómenos que permiten obtener energía del exterior y que a su vez posibilitan su utilización. En nutrición humana no se habla de una energía especial, si no de una de sus formas que se traduce en unidades para su valoración, sean éstas kilocalorías o kilojulios.

Principios físicos básicos que rigen la pérdida de calor a través de la piel

El cuerpo pierde calor por medio de las siguientes formas principalmente:

Radiación: El cuerpo desnudo situado a temperatura normal elimina el 60 % de la pérdida total de calor. La pérdida de calor por este medio significa hablar de rayos infrarrojos a través de todo el cuerpo.

Conducción: Es pérdida de calor directa del cuerpo hacia otros objetos y es igual a 3%

Convección: Esta es la que se hace hacia el aire y se pierde aproximadamente el 12 %.

Evaporación: Cuando se evapora agua desde la superficie corporal se pierden 0.58 Kcal. por cada gramo de agua. El agua se evapora insensiblemente de la piel y los pulmones a unos 600 ml/día. Esto provoca una pérdida continua de calor del orden de 12 a 16 Kcal. por hora.

La temperatura corporal como indicador de la actividad física

Las actividades pueden ser clasificadas como sedentarias o ligeras, moderadas, pesadas o de trabajo muy pesado. La persona sedentaria gasta muy pocas calorías en trabajo diariamente, puede pasar la mayor parte de su tiempo en estar leyendo y

hablando; la persona que se ocupa dentro de una actividad física ligera se sienta, camina y se para mientras que la persona que hace ejercicio moderado puede pararse, caminar, hacer trabajos domésticos y pasa poco tiempo sentada.

La persona con trabajo pesado o extenuante, está constantemente activa, su ejercicio menos cansado es pararse o caminar. Estos individuos pueden participar activamente en cualquier tipo de ejercicio físico o, por otra parte, durante periodos significativos de tiempo donde se requiere de un alto consumo de energía, cualquiera que sea la actividad física del individuo se verá influenciada la temperatura corporal con relación al tipo de actividad.

Temperatura interna normal

Ningún valor puede considerarse normal pero se considera como normal la temperatura que oscila entre 36.6 y 37 °C.

La producción de calor es uno de los principales subproductos del metabolismo y los factores que inciden sobre la producción de calor son:

1. Metabolismo basal de todas las células del organismo
2. Aumento del metabolismo por contracción muscular
3. Aumento del metabolismo por acción de la tiroxina
4. Aumento del metabolismo por acción de la adrenalina y la noradrenalina
5. Aumento del metabolismo al aumentar la temperatura de las células
6. Clima.- Al estudiar las cifras del metabolismo en distinta zonas de la superficie terrestre, se ha comprobado que son de un 10% a un 20 % mas bajas en las regiones tropicales que en las frías, La diferencia se debe en gran parte a la adaptación de la glándula tiroides, que aumenta su secreción en los climas fríos y la disminuye en los climas cálidos.

2.3. Agua corporal

El agua en el organismo

El agua es el componente principal de los seres vivos, es posible vivir meses sin alimento pero sólo se sobrevive unos pocos días sin consumir agua. El cuerpo humano tiene un 75% de agua al nacer y cerca de 66% en la edad adulta. Aproximadamente el 60% de esta agua se encuentra en el interior de las células (agua intracelular), el resto (agua extracelular), es la que circula en la sangre y baña los tejidos ⁽¹⁰⁾.

En el agua del cuerpo humano tienen lugar las reacciones que permiten a los seres humanos continuar con la vida. Esto se debe a las enzimas (agentes proteicos que intervienen en la transformación de las sustancias que se utilizan para la obtención de la energía y síntesis de la materia propia), necesitan de un medio acuoso para que su estructura tridimensional adopte una forma activa

El agua es el medio por el que se comunican las células de nuestros órganos y por el que se transforma el oxígeno y los nutrientes a nuestros tejidos. El agua es también la encargada de retirar de nuestro cuerpo los residuos y productos de deshecho del metabolismo celular.

Por último, con la elevada capacidad de evaporación, con el agua es posible regular la temperatura corporal, sudando o perdiéndola por las mucosas cuando la temperatura exterior es muy elevada.

El agua interviene en la digestión, metabolismo y excreción de nutrientes y nutrimentos puesto que es un solvente que lleva a cabo múltiples cambios metabólicos y que, funciona como catalítico ⁽¹³⁾.

El agua actúa también como medio de transporte de nutrientes y otras sustancias del organismo en general, interviene para el mantenimiento del balance de los electrolitos y la temperatura a través de la sudoración.

En las reacciones de combustión de los nutrientes que tiene lugar en el interior de las células para obtener energía, se producen pequeñas cantidades de agua, ésta formación de agua es mayor al oxidar las grasas, un gramo de agua por cada gramo de grasa y seis gramos de agua por cada gramo de almidón.

El agua producida en la respiración celular se llama agua metabólica, y es fundamental para los animales adaptados a condiciones desérticas. En los seres humanos, la producción de agua metabólica con una dieta normal no excede los 300 ml. Al día.

Se menciona que como un porcentaje de agua corporal, esta varía entre los individuos, dependiendo de la proporción del músculo con respecto al tejido adiposo. El agua corporal total es más elevada en los atletas que en los no atletas y disminuye significativamente con la edad a causa de la disminución de la masa corporal.

También se debe mencionar que la distribución corporal de agua puede variar dependiendo de diferentes circunstancias, sin embargo, en condiciones de normalidad, su distribución y cantidad son constantes; por lo tanto, las variaciones en los adultos se pueden explicar básicamente por cambios en la cantidad de grasa o de músculo, pero no modificaciones en la proporción de agua ⁽¹⁰⁾.

Es muy importante consumir una cantidad suficiente de agua cada día para el correcto funcionamiento de los procesos de asimilación y, sobre todo, para la eliminación de residuos del metabolismo celular. Son necesarios, 3 litros de agua aproximadamente

como mínimo, de los que la mitad, se obtienen a través de los alimentos y la otra parte se consigue por medio de las bebidas.

Por supuesto, en determinadas situaciones o etapas de la vida, estas necesidades pueden aumentar considerablemente.

Es importante mencionar que si se consume agua en grandes cantidades o después de las comidas, se disminuye el grado de acidez en el estómago al diluir los jugos gástricos; esto puede provocar que las enzimas requieran de un determinado grado de acidez para actuar. Las enzimas que no dejan de actuar por el descenso de la acidez, pierden eficacia al quedar diluidas. Si las bebidas que se consumen con los alimentos se encuentran frías, la temperatura del estómago disminuye y la digestión se rezaga aún más. ⁽¹¹⁾.

El cuerpo humano tiene un 75 % de agua al nacer y cerca del dos terceras partes en la edad adulta. Esta relación es mayor en los varones que en las mujeres y es inversamente proporcional con relación a la edad.

Agua total del organismo (50 a 70 % del peso corporal)			
Agua intracelular (40 % del peso corporal)		Agua extracelular (20 % del peso corporal)	
		16 %	4 %
25 Litros		Intersticial	
		11 Litros	1-2 Litros
		plasma	3 Litros

En el agua de nuestro cuerpo tienen lugar las reacciones que nos permiten estar vivos. Esto se debe a que las enzimas necesitan de un medio acuoso para que su estructura tridimensional adopte una forma activa.

El agua es el medio por el que se comunican las células de nuestros órganos y por el que se transporta al oxígeno y a los nutrientes hacia los tejidos. Es también la responsable de los desechos y residuos corporales. Además, a causa de la elevada capacidad de evaporación del agua, podemos regular nuestra temperatura, sudando o perdiéndola por las mucosas, cuando la temperatura exterior es muy elevada.

La distribución corporal de agua puede variar dependiendo de diferentes circunstancias, sin embargo, en condiciones de normalidad su distribución y cantidad son constantes; por lo tanto, las variaciones en los adultos se pueden explicar básicamente por cambios en la cantidad de grasa o de músculo, pero no por modificaciones en el contenido de agua ⁽¹⁰⁾.

Se menciona que como un porcentaje de agua corporal, el agua varía entre los individuos, dependiendo de la proporción del músculo con respecto al tejido adiposo. El agua corporal total es más elevada en los atletas que en los no atletas y disminuye significativamente con la edad debido a una disminución de la masa corporal.

Funciones del agua

Interviene en la digestión, absorción, metabolismo y excreción de nutrientes y nutrimentos puesto que es un solvente que lleva a cabo múltiples cambios metabólicos y que, funciona como catalítico. Actúa también como medio de transporte de nutrimentos y otras sustancias del organismo en general, interviene para el mantenimiento del balance de los electrolitos y la temperatura a través de la sudación.

Necesidades de agua

Es muy importante consumir una cantidad suficiente de agua cada día para el correcto funcionamiento de los procesos de asimilación y, sobre todo, para los de eliminación de residuos del metabolismo celular. Se necesitan alrededor de tres litros de agua al día como mínimo, de los que la mitad aproximadamente los obtenemos de los alimentos y la otra mitad a través de los líquidos que se ingieren. En determinadas situaciones o etapas de la vida estas necesidades pueden aumentar considerablemente.

Producción de calor corporal

La intensidad con que se libera energía a partir del metabolismo de los nutrientes en todo el organismo es el gasto metabólico basal, medido bajo condiciones específicas es de 60 a 70 kcal. por hora y puede verse estimulado por diversos factores como el ejercicio físico, la estimulación simpática, efecto de la hormona tiroidea sobre el *metabolismo celular* y la fiebre.

La mayor parte de la energía que produce la actividad muscular se convierte en calor a causa de la fricción de las articulaciones, movimientos propios del tejido muscular entre otros

2.4. Metabolismo basal

Metabolismo basal

El metabolismo basal es la mínima cantidad de energía necesaria por el cuerpo en reposo en estado de ayuno. Indica la energía necesaria para mantener los procesos vitales: respiración, metabolismo celular, circulación, actividad glandular y mantenimiento de la temperatura corporal. Suele medirse en calorimetría indirecta con la persona en descanso físico y mental completo, sin dormir, con 12 horas de ayuno y varias horas después de cualquier ejercicio o actividad extenuante realizado a una temperatura y en un medio agradable. A esta prueba se le conoce como medición del metabolismo basal y se emplea como método de diagnóstico sobre todo, en trastornos endocrinos ⁽⁹⁾.

Las estimaciones se expresan como porcentaje mayor o menor del índice metabólico estándar respecto a la superficie corporal del individuo, estimado por cuadros estándares de peso y talla.

Suele aceptarse una variación de ± 10 a 15% del índice metabólico estándar por metro cuadrado de superficie corporal en cada edad, para cada género dentro de los límites normales. Los factores que modifican el metabolismo basal son:

La estimación del requerimiento energético basal que es pues, la energía utilizada por un organismo despierto y en reposo absoluto, requiere la observación de lo siguiente:

- No haber comido durante las últimas 12 horas
- Después de una noche de sueño tranquila
- No haber hecho ejercicio durante una hora antes
- No tener excitación (física o psíquica)
- Temperatura ambiente comprendida entre los 18 y 26 °C

Índice metabólico

El índice metabólico se define como la cantidad de calor producido por el cuerpo en un tiempo determinado y en circunstancias específicas, se puede expresar en dos términos:

1. Número de kilocalorías producidas
2. *Como valor normal o como porcentaje de adecuación al normal*

Sin embargo, a menos que el índice metabólico se tome en condiciones en las que todos los factores controlables que influyen en el metabolismo lo sean estrictamente, los cálculos restantes tienen escaso valor práctico.

Cuando se han establecido dichos controles, los resultados proporcionan un índice útil de la química celular inherente que indica la cantidad mínima de calor que el cuerpo tiene que producir en un periodo de tiempo dado para mantenerse vivo y despierto.

A continuación se mencionan las características para la determinación del requerimiento energético total como modelo de consecución de la presente investigación.

Superficie corporal

Existe una dependencia directamente proporcional entre área corporal y pérdida calórica, es decir, A mayor sea la superficie corporal o área de la piel, mayor será la pérdida calórica y a su vez, aumentará el calor necesario producido por su organismo, esto obviamente, aumentará la temperatura corporal del individuo.

Causa admiración saber que una persona alta y delgada tiene mayor superficie corporal que un individuo bajo, grueso y del mismo peso, en consecuencia tendrá mayor metabolismo basal. El tejido muscular necesita más oxígeno que el tejido adiposo.

Género

En términos generales las mujeres tienen metabolismo 5 a 10% menor que los varones del mismo peso y talla, lo que se explica por la diferencia de composición corporal entre ellos. Por lo regular, las mujeres tienen un poco más de grasa y menos músculo que los varones.

La razón de la diferencia en el metabolismo basal puede estar en los efectos de las hormonas masculinas y femeninas sobre el metabolismo. Durante el embarazo y la lactancia, la mujer tiene un metabolismo aumentado debido al incremento del desarrollo muscular del útero, placenta y feto; velocidad respiratoria, trabajo cardíaco, actividad de las glándulas mamarias y producción de leche, durante la menstruación el metabolismo también aumenta ⁽⁹⁾.

Edad

La actividad metabólica es mayor durante los periodos de crecimiento rápido, en especial durante el primero y el segundo año, y alcanza un rango menor durante los años de pubertad y adolescencia en ambos géneros. El metabolismo basal declina lentamente al aumentar la edad durante la etapa adulta, probablemente debido a un tono muscular más bajo por una actividad menor ⁽⁴⁾.

Esto es aplicable en el método desarrollado por Harris J. A. Y Benedict F. G. En 1919, el cual contempla esta declinación conforme avanza la edad del individuo en determinación.

Composición corporal

Una gran proporción del inactivo tejido adiposo disminuye el metabolismo basal. Los atletas con mayor desarrollo muscular muestran un aumento aproximado de 5% en el metabolismo basal sobre los individuos no atléticos. Los tejidos musculares consumen cantidades relativamente mayores de oxígeno por unidad de peso.

Glándulas endocrinas

Las secreciones de las glándulas endocrinas son las principales reguladoras de la actividad metabólica. Cuando el suministro de tiroxina es inadecuado el metabolismo basal puede caer a tan poco como 30 a 50% de la tasa normal. Si es hiperactivo, el metabolismo basal puede aumentar a casi el doble de la cantidad normal.

Las hormonas sexuales masculinas aumentan el metabolismo basal alrededor de 10 a 15% y las hormonas sexuales femeninas un poco menos. La hormona del crecimiento puede aumentar el metabolismo basal de un 15 a un 20% como resultado del estímulo del metabolismo celular.

El estímulo del sistema nervioso simpático aumenta la actividad celular por liberación de adrenalina, la cual actúa directamente para causar glucogenólisis. Otras hormonas, cortisol e insulina pueden influir sobre la actividad metabólica.

Estado de nutrición

En estados notables de desnutrición o inanición, un individuo puede mostrar metabolismo disminuido, frecuentemente hasta 50% por debajo de lo normal, esta disminución del metabolismo que se ha encontrado es debida casi por completo, a la disminución de la masa del tejido activo.

Sueño

Durante la actividad metabólica disminuye aproximadamente de un 10 a un 15% por debajo de los niveles de vigilia, este decrecimiento es debido a la relajación muscular y a la actividad disminuida del sistema nervioso simpático. Esto corresponde usualmente de 40 a 80 kilocalorías por día, dependiendo del número de horas sueño, el grado de relajación de la persona y a su composición corporal ⁽⁹⁾.

Temperatura ambiente

Se han notado diferencias en la velocidad metabólica entre individuos que viven en regiones tropicales y los que viven en regiones frías. Aquellas que viven en el trópico presentan actividad metabólica de un 10 a un 20% menor que aquellos que viven en climas fríos ⁽⁴⁾.

2.5. Métodos calorimétricos de estimación de requerimiento energético total

Métodos calorimétricos

Calorimetría directa

En el método directo el individuo se coloca en un calorímetro especial y se mide la cantidad de calor (temperatura corporal) producida. Este método es muy caro y se dispone de pocos calorímetros para que sea un método práctico.

Calorimetría indirecta

El metabolismo indirecto es una técnica mucho más sencilla en la cual el metabolismo se determina midiendo en un aparato de respiración, la cantidad de oxígeno consumida y la producción de bióxido de carbono en el organismo en un periodo dado. Estas determinaciones se convierten en calorías, calor producido por metro cuadrado de superficie corporal por hora y se expresan como gasto calórico.

Este método es empleado más amplia y frecuentemente y tiene la ventaja adicional de la movilidad y bajo costo del equipo ⁽⁴⁾. Aún con ese bajo costo, no es posible aplicar estos métodos al entorno específico de la nutrición comunitaria.

2.6. Otros métodos de estimación de requerimiento energético total

Los tres factores que determinan el requerimiento total de energía de *un adulto* son: metabolismo basal, actividad física y acción dinámica específica de los alimentos. Se debe considerar el incremento de desarrollo durante la infancia.

Requerimiento de energía basal. Las necesidades metabólicas basales (*actividad involuntaria*) significan aproximadamente de 50 a 70 por 100 de los requerimientos calóricos totales diarios para muchos individuos, especialmente aquellos cuya vida es *sedentaria* o con poca actividad. Las variaciones normales para individuos de talla media (en altura y peso) es 1 Kcal. Por kilogramo de peso corporal. Para un varón adulto joven cuyo peso ideal es 70 kilogramos, el requerimiento basal debe ser de 1680 kilocalorías. Para una joven, adulta, cuyo peso ideal es de 58 kilogramos el requerimiento basal sería aproximadamente de 1400 kilocalorías.

El peso ideal o deseado para cierta altura y edad se emplea para determinar la energía necesaria en lugar del peso real, porque el peso actual de un individuo puede ser anormal-sobrepeso o déficit de peso.

Ninguna persona subsistiría por tiempo prolongado si solo recibiera calorías suficientes para cubrir sus necesidades metabólicas basales. Las actividades ordinarias de la vida que requieren movimiento y varias formas de actividad muscular y la ingestión de alimento aumentan las necesidades de energía del cuerpo.

Actividad Física

Además de las necesidades basales, la actividad física es el factor simple mayor que influye en las necesidades de energía de un individuo. La clase e intensidad de trabajo o de ejercicio es el factor de interés en la determinación del requerimiento total de energía.

Otros factores

Una temperatura ambiental muy baja o una muy alta pueden aumentar ligeramente las necesidades calóricas. Estas calorías adicionales se requieren para cubrir el costo del trabajo de mantener una temperatura corporal de 37.5, sin embargo, la Naturaleza regula muy efectivamente la pérdida de calor en los diferentes climas estimulando a los seres humanos a tener escalofríos o a sudar según la temperatura lo dicta.

Una publicación de la FAO/OMS/UNU de expertos sobre necesidades de energía y de proteínas (1985), describe la medición del gasto energético global teniendo en cuenta:

- Tasa del metabolismo basal (TMB)
- Necesidades de crecimiento
- Acción dinámica específica de los alimentos
- Correcciones relativas al peso, sexo y talla
- Actividad física
- Otros factores: termorregulación, clima, etc.

Tasa del metabolismo basal

Es la cantidad de energía que permite a un individuo asumir los consumos vitales que no es posible interrumpir si se quiere asegurar la continuidad de la vida.

La tasa del metabolismo basal depende principalmente de las dimensiones del cuerpo (Peso y talla), de su composición (criterios morfológicos que describen la parte magra y la parte grasa del cuerpo) y de la edad (La tasa de metabolismo basal es mayor para los niños que para los ancianos).

2.7. Métodos prácticos para la estimación del requerimiento basal de energía

Los métodos de referencia considerados para la presente investigación contemplan el desarrollo de la ecuación hasta obtener el requerimiento energético total, de ellos se aplicó la ecuación únicamente hasta la estimación del requerimiento energético basal debido a los criterios establecidas en el presente estudio.

A efecto de ilustrar el método desde su perspectiva integral y sustentar con ello proyectos posteriores, se presentan los procedimientos para las estimaciones hasta el requerimiento energético total.

Método Factorial

Un método comúnmente aceptado por los profesionistas de nutriología es el método factorial el cual, como su nombre lo indica, estima el metabolismo basal y el requerimiento diario del valor calórico total para un individuo basándose en varios factores o características propias como son:

Peso Ideal

Este es estimado con la fórmula $PI = \left(\frac{Talla - 152.4}{2.27} \right) 2.54 + \frac{45.00 Femenino}{50.124 Masculino}$

estableciendo con lo anterior una diferencia aproximada al 10 % del género masculino sobre el femenino, es decir, dos géneros diferentes que coincidan en estatura tendrán una diferencia de su peso ideal aproximada al 10 %, con lo cual se manifiesta la diferencia entre géneros.

Cabe mencionar aquí que la estimación del peso ideal en algunos casos es obtenida mediante la fórmula "redondeada" con la que la diferencia mencionada se ubica en un valor puntual de 10 puntos porcentuales y elimina el rango de diferencias que se

encuentra entre géneros al aplicar la fórmula anterior. Dicha fórmula queda de la

manera siguiente $PI = \left(\frac{Talla - 152}{2.2} \right) 2.54 + \frac{45Femenino}{50Masculino}$

Realizando una simplificación aritmética a las fórmulas anteriores, se encontró que esta puede ser utilizada mediante una constante obtenida de la multiplicación de la fórmula, por lo cual proponemos la simplificación la cual se determina a continuación:

$$PI = (Talla - 152.4) 1.119 + \frac{45Femenino}{50.124Masculino} \quad \text{y} \quad PI = (Talla - 152) 1.154 + \frac{45Femenino}{50Masculino}$$

Metabolismo Basal

El metabolismo es el conjunto de reacciones bioquímicas que permiten a los seres vivos realizar sus funciones vitales y comprende dos aspectos básicos:

- Catabolismo: también llamado metabolismo de combustión, obedece a procesos oxidativos o de degradación.
- Anabolismo: es el metabolismo de síntesis o construcción que es realizado por procesos de reducción

El metabolismo basal contempla las necesidades energéticas diarias mínimas para un *metabolismo normal*, es decir, funcionamiento de la actividad de órganos internos, circulación, respiración, necesidades metabólicas del sistema nervioso, síntesis de constituyentes orgánicos, mantenimiento de la temperatura corporal, presión osmótica, etc.

Para el establecimiento de este metabolismo se debe considerar un estado de 12 horas de ayuno, reposo físico y mental de ocho horas mínimo, a nivel del mar, temperatura ambiente entre 22 y 25 grados centígrados y se expresa en Kcal/m²/hora o Kcal/kg. de peso corporal al día.

La manera para obtener el metabolismo basal con este método se plantea con la fórmula $\left(\frac{0.95 \text{ Femenino}}{1.0 \text{ Masculino}}\right) (\text{Peso Corporal Ideal en Kg.}) (24 \text{ Horas})$.

En esta ecuación se manifiesta otra diferencia entre géneros solo que ahora es de 5%, es decir, el género masculino mantiene su valor del peso corporal ideal (1.0)(Peso Corporal Ideal en Kg.)=Peso Corporal Ideal en Kg., mientras que el femenino se disminuye en un 5% (0.95)(Peso Ideal en Kg.)=Peso Corporal Ideal en Kg.-5%.

Horas sueño

Otro elemento que forma parte de esta fórmula es el gasto derivado de la disminución de energía por efecto del tiempo destinado a dormir llamado "horas sueño"; se sabe que el metabolismo del ser humano disminuye aproximadamente un 10% durante este periodo de tiempo, el cual es estimado con la ecuación: (0.1)(Peso Corporal Ideal en Kg.)(Horas sueño)

Lo anterior corresponde al 10% de las kilocalorías requeridas durante el tiempo destinado a las horas de sueño. A causa de esta disminución se debe restar el resultado al metabolismo basal para con ello obtener las kilocalorías requeridas por un individuo en 24 horas para mantenimiento de las funciones y procesos vitales tomando en consideración las horas de descanso físico y mental.

Actividad Física

Al valor obtenido se le acredita una constante de actividad física, en la cual puede existir hasta un 50% de variación entre el gasto energético establecido para el hombre, por este concepto, en relación con el de la mujer presentando ambos la misma actividad física y de 0% de diferencia en otros casos. Las constantes de actividad física propuestas en este método se presentan a continuación

Actividad	Femenino	Masculino
Sedentaria	225	225
Moderada	500	750
Activa	1000	1500
Muy Activa	2500	2500

Referencia 1: Incremento energético por actividad física según el género de la persona.

Valores establecidos para aplicación en el método factorial

Acción Dinámica Específica de los Alimentos

Con posterioridad a lo anterior se incrementa un 10 % al valor calórico obtenido, esto a causa del gasto derivado de la acción dinámica específica de los alimentos o efecto térmico de los mismos; lo anterior es la energía necesaria para aprovechar óptimamente la energía obtenida con la actividad incluida, lo que es considerado el requerimiento total diario de energía para un individuo o valor calórico total.

Método de Harris J. A. y Benedict F. G.

Otro de los métodos adoptados en el área clínica es el desarrollado por J. A. Harris y F. G. Benedict en 1919, el cual también considera varios factores propios del individuo los cuales son presentados a continuación

Hombres: $66.5 + (13.7 \times \text{peso en Kg.}) + (5 \times \text{estatura en cm}) - (6.7 \times \text{edad en años})$

Mujeres: $665.1 + (9.6 \times \text{peso en Kg.}) + (1.8 \times \text{estatura en cm}) - (4.7 \times \text{edad en años})$

Dicha fórmula contempla constantes establecidas que serán tomadas en cuenta dependiendo de las características del individuo, es decir, a una constante por género se le suma de 9.6 a 13.7 veces el peso corporal y, de 1.8 a 5 veces la estatura según sea el caso.

Al valor obtenido se le restan de 4.68 a 6.78 Kcal. por cada año de edad cumplido, esto a causa de la disminución de las necesidades energéticas que se ven modificadas con la edad. Esta reducción representa una diferencia de 44.87 puntos porcentuales entre ambos géneros.

Factores de Actividad y Estrés

A las kilocalorías obtenidas se les incrementa un porcentaje establecido como factor actividad y otro por factor estrés, los cuales incremente el requerimiento diario por estos dos conceptos.

Las constantes establecidas para la utilización de este método se refieren al gasto energético derivado de la actividad física realizada por la persona en un día promedio (factor actividad) y el derivado de las características de los signos y síntomas patológicos presentes en el individuo (factor estrés).

Constantes de la ecuación

Los valores establecidos se presentan a continuación:

Factor Actividad	Const.	Factor Estrés	Const.
Encamado	1.2	Cirugía	1.1 a 1.2
Ambulatorio	1.3	Cirugía Electiva	1.44
Actividad Normal	1.5 a 1.75	Infección	1.1 a 1.6
Extremadamente activo	2.8	Trauma	1.1 a 1.8
		Sepsis	1.4 a 1.8
		Quemaduras Severas	2.1 a 2.5
		Temperatura	1.13 / °C

Referencia 2: Constantes de factor actividad y factor estrés para incremento calórico.

Valores establecidos para el método de Harris J. A. y Benedict F. G.

El incremento de energía derivado de estos factores varía dependiendo de las características mencionadas y lo incrementa desde un 20 hasta un 180% en la actividad y de un 10 a un 110% en el estrés.

Cabe mencionar que la utilización de este método presenta una exactitud de ± 10 a 15 % del requerimiento diario de kilocalorías.

Método de la FAO/OMS/UNU

Otro método relativamente nuevo, es el desarrollado en 1991 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la Organización Mundial de la Salud y la Universidad de las Naciones Unidas ante la necesidad de proponer un método simplificado para utilizar en estudios clínicos y epidemiológicos.

Ante esta necesidad se desarrolló un método que se expresa en múltiplos de Gasto Energético Basal (GEB), en el que se ven inmersos dos factores que a consideración de los autores son los más relevantes para determinar este gasto, dichos factores se refieren a la edad y el peso del individuo.

Por lo anterior se propone una constante de kilocalorías por cada kilogramo de peso distinto para cada grupo etareo y género; además, se diferencia otra constante la cual puede ser incrementada o disminuida dependiendo del grupo de edad al que pertenezca el individuo.

Los valores constantes y el método en sí, se presentan a continuación:

Ecuación de metabolismo basal

Hombres	Kcal/Día
10 a 18 años	17.5 peso + 651
18 a 30 años	15.3 peso + 679
30 a 60 años	11.6 peso + 879
Mayor a 60 años	13.5 peso + 487

Mujeres	Kcal/Día
10 a 18 años	12.2 peso + 746
18 a 30 años	14.7 peso + 496
30 a 60 años	14.7 peso + 746
Mayor a 60 años	10.5 peso + 596

Referencia 3: Ecuaciones para determinación de metabolismo basal según grupo de edad y género.

Aplicación en el método de la FAO/OMS/UNU

Gasto energético según la actividad física

Actividad Física	Actividad Ligera		Actividad Moderada		Actividad Intensa	
	Tiempo horas	Costo Kcal/hr	Tiempo horas	Costo Kcal/hr	Tiempo horas	Costo Kcal/hr
En cama		1.0		1.0		1.0
Actividades ocupacionales		1.9		3.2		4.6
Actividades recreativas, familiares y sociales		2.5		3.0		2.5
Tiempo restante		1.4		1.4		1.4
Total						

Referencia 4: Constantes de la ecuación del método de la FAO/OMS/UNU. Valores establecidos según la actividad física.

Método propuesto

Con base en la energía liberada como consecuencia del consumo de alimentos, la cual, en su última etapa se convierte en calor y tomando en cuenta que este calor corporal (temperatura) es una medida de la magnitud a la que se libera energía (metabolismo), es que se considera para el desarrollo de éste método a la temperatura corporal (teórica en este primer momento de la investigación), como un indicador del *metabolismo del individuo para la estimación de su requerimiento energético basal.*

La temperatura corporal es definida como el equilibrio entre la producción y la pérdida *de calor, de manera que el sistema regulador funciona para conservar la producción y la pérdida similares, conservando así la temperatura a un nivel normal, con un rango de fluctuación de un centígrado, tomando en consideración las condiciones de normalidad definidas anteriormente.*

Existen diversos factores que incrementa la intensidad de la liberación de energía aumentando con ella el metabolismo, los factores primordiales para la estimación del requerimiento energético total se describen a continuación.

La actividad física es uno de los principales factores causales del incremento del metabolismo y la temperatura corporal, la cual se incrementa considerablemente durante la realización de actividades intensas, y esta intensidad es determinante para la temperatura registrada por el individuo.

Dado lo anterior, se establece una relación directamente proporcional entre el metabolismo de un individuo y su temperatura corporal. Por lo anterior es considerada a la temperatura corporal como un indicador preciso y confiable para la estimación del metabolismo basal.

En estados de reposo puede situarse el 35°C durante las primeras horas de la mañana con el individuo acostado o dormido y en las épocas de invierno.

El método propuesto se fundamenta en la temperatura corporal teórica como un importante indicador del metabolismo basal. Si definimos el peso ideal como el peso que teóricamente debe presentar un individuo para garantizar mejores condiciones de salud, así de igual manera debemos considerar a la temperatura corporal, es decir, registrar la temperatura corporal de un individuo en condiciones de normalidad basal: 37 grados centígrados.

A partir de éstas condiciones, ese registro puede ser influenciado por estimulación del sistema nervioso central y el ejercicio físico uno, dos o tres centígrados, después de concluidas estas actividades la temperatura corporal regresará a su punto de normalidad.

Otro indicador utilizado en éste método es la proporción de agua corporal, la cual es utilizada como indicador de la edad y equiparable a los métodos de determinación donde esta se requiere. Cabe mencionar el desarrollo completo de la fórmula hasta determinar el requerimiento energético total, en este sentido los valores para su aplicación y determinación del requerimiento energético basal son teóricos en éste primer momento de la investigación.

La conclusión de este método será, en un segundo momento, la estimación del requerimiento energético total, con los valores de temperatura corporal y proporción de agua corporal específica para cada individuo.

Al igual que la temperatura corporal y el peso ideal, se determina la proporción de agua corporal no como un valor registrado o medido sino como valor teórico, es decir, la ecuación del método propuesto no aplica cantidades sino proporciones que están

establecidas y que se obtienen durante el desarrollo de la fórmula a través de los factores de género, talla, peso y peso ideal del individuo.

Otra consideración que existe para este método y que aplica a la ecuación, es el factor de la edad ya que la proporción de agua corporal es inversamente proporcional a esta característica, esto fundamentado en los niveles de agua corporal que se decrecientan con la edad.

Lo anterior permite comparar a este método con el método de Harris J. A. y Benedict F. G., el cual toma en consideración este decremento de energía al incrementar el factor específico de los años cumplidos, es decir, a mayor edad, menor resultado de la ecuación.

Para calcular esta depreciación del requerimiento energético basal, sólo que a través de la aplicación de la fórmula del método propuesto, se estima con la proporción antes mencionada.

También se puede tomar en consideración a atletas, ya que el porcentaje de agua corporal se ve incrementado con la frecuencia de la práctica deportiva, individuos con características similares tendrán resultados diversos si a alguna se le otorga la característica de esta práctica deportiva: una persona deportista poseerá mas proporción de agua en su cuerpo que una persona no deportista.

Por tanto, son necesarios tres factores para la aplicación y estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto, los cuales serán comparados a continuación con los métodos establecidos.

Peso

El peso ideal, para su aplicación en esta fórmula, puede determinarse con cualquier método establecido y aceptado por profesionistas de la nutriología, sin embargo,

dependiendo de la aplicación y objetivos que se busquen puede incluirse en esta ecuación el peso actual, peso deseado, peso normal, etc.

Proporción de agua corporal

Este factor es el equivalente a considerar la edad en el método de Harris J. A. Y Benedict F. G., contemplado también en el método de la FAO/OMS/UNU. Las referencias obtenidas reflejas proporciones de agua corporal normal en límites establecidos ^(6, 9, 10, 12), al obtener un promedio de las referencias ante la necesidad se utilizar un valor puntual se determinó la aplicación de 0.66 para todas las estimaciones del método propuesto.

Temperatura

En la presente investigación, se consideró una temperatura corporal teórica de 37°C ⁽⁵⁾, valor que fue aplicado a todas las estimaciones del requerimiento energético basal, sin embargo, el presente método puede ser desarrollado hasta en entorno de las estimaciones energéticas totales.

Como sustento de lo anterior fueron recolectados los datos necesarios para estimaciones totales energía, a efecto de cubrir las estimaciones basales por una parte, y por la otra, establecer una base de datos para estudios posteriores sobre requerimientos totales.

La temperatura es contemplada en el método propuesto como equivalente de los factores de actividad física, acción dinámica específica de los alimentos y horas de sueño contempladas en el método factorial, los tres factores anteriores se ven reflejados en la temperatura corporal del individuo, factores que no fueron evaluados en el presente estudio, su presencia obedece a sustentar nuevos proyectos.

Además, la temperatura es equiparable a las actividades contemplados como constantes de las ecuaciones de Harris J. A. Y Benedict F. G. denominadas factor actividad y factor estrés y constantes de actividades físicas para actividades ocupacionales y discrecionales consideradas en el método de la FAO/OMS/UNU.

Las diferencias del requerimiento energético total entre géneros son contempladas desde la estimación del peso ideal ya que a consideración de este método la diferencia del 10% del peso ideal para dos personas con la misma talla pero de diferente género, es precisamente la contemplada en la ecuación para la determinación del metabolismo basal.

Considerando los factores anteriores se presenta la fórmula del método propuesto:

$$\text{REB} = (\text{PI})(\text{PAT})(\text{TCT})$$

REB= Requerimiento energético basal

PI= Peso Ideal

PAT= Proporción de agua corporal teórica

TCT= Temperatura corporal teórica

El uso de valores teóricas en la ecuación obedece a que no se considera necesario observar valores en particular para estimar requerimiento energético basal, sino hasta el momento de estimar requerimientos totales de energía donde se contemplan características propias del individuo y otros factores que aumentarían o disminuirían estos dos elementos.

III. Hipótesis

3.1. Enunciado de la hipótesis

3.1.1. Enunciado de la hipótesis nula

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con el método factorial.

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con el método de Harris J. A. y Benedict F. G..

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético a través del método propuesto en comparación con el método de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

Existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método factorial.

Existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método de Harris J. A. y Benedict F. G.

Existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

3.1.2. Enunciado de la hipótesis alternativa

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con el método factorial.

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con el método de Harris J. A. y Benedict F. G..

A un nivel de significancia 0.05, se asegura que existe diferencia estadísticamente significativa entre la estimación del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con el método de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

No existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método factorial.

No existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método de Harris J. A. y Benedict F. G.

No existe una correlación alta y directamente proporcional entre las estimaciones del requerimiento energético basal a través del método propuesto en comparación con las obtenidas a través del método de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

3.2. Estructura de la hipótesis

Las variables que se involucran en la hipótesis son las estimaciones del requerimiento energético basal, determinadas a través del método propuesto, y cada una de las estimaciones de requerimiento energético basal obtenidas con el método factorial, el establecido por Harris J. A. y Benedict F. G. y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

La presente es una hipótesis analítica ya que supone una ausencia de diferencia estadísticamente significativa entre las estimaciones del requerimiento energético basal, obtenidas a través del método propuesto considerando como referencia a cada uno de los métodos mencionados anteriormente, además plantea una relación directamente proporcional entre los valores obtenidos con la aplicación del método propuesto, en comparación con los mismos métodos descritos.

Las hipótesis se sometieron a comprobación en una muestra y contexto específicos; edad en años cumplidos comprendida entre los 15 a 64 años inclusive, de género indistinto, habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L., sin patologías clínicas identificadas, estatura comprendida dentro del rango de 152 a 185 cm., sin embarazo identificado, sin anorexia aparente o identificada.

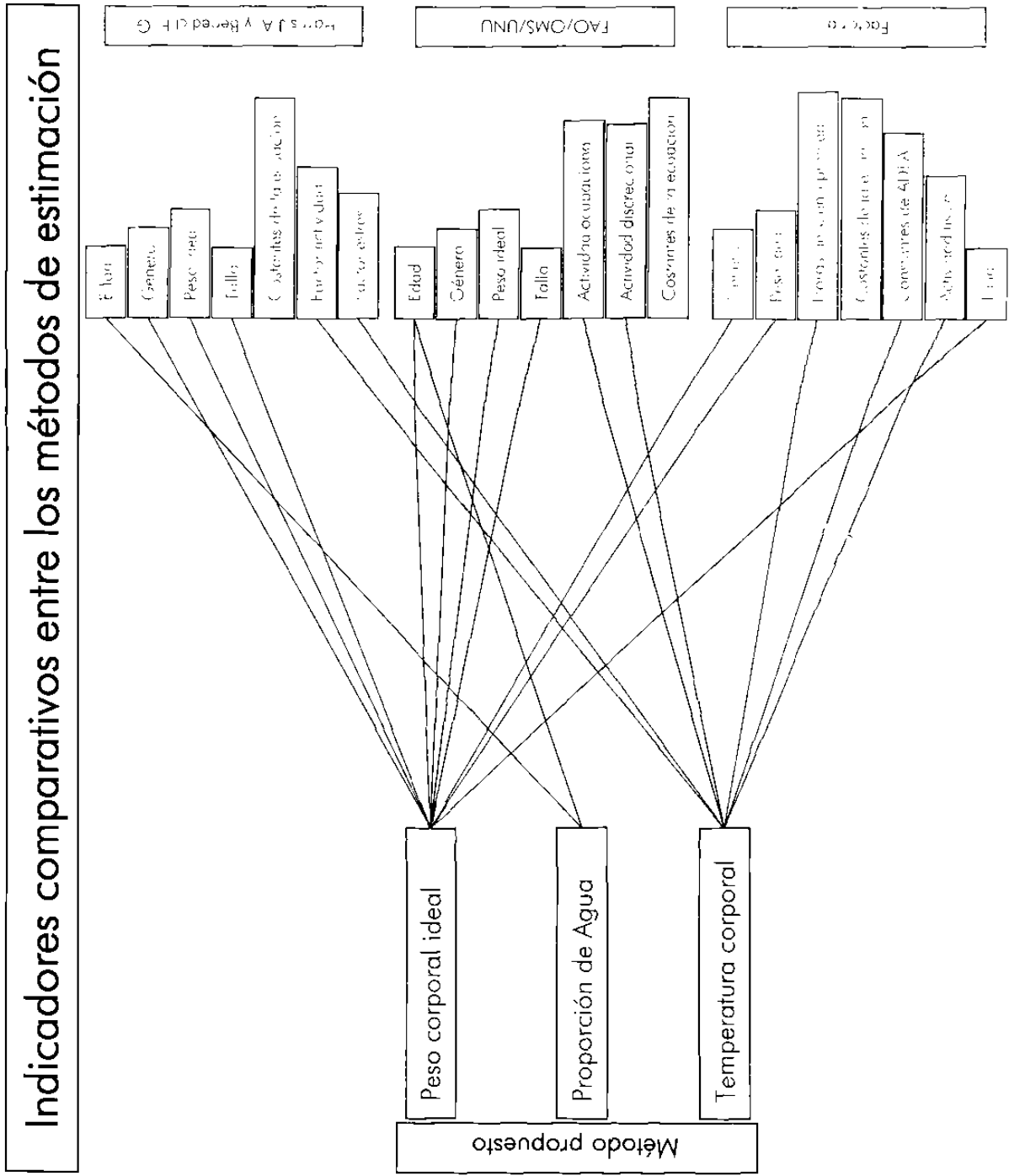
A todos los elementos de la muestra se les estimaron sus necesidades basales con los datos obtenidos de ellos, considerando cada uno de los cuatro métodos mencionados en las hipótesis, posteriormente se obtuvieron medidas estadísticas descriptivas e inferenciales de las 1000 estimaciones de cada método para con ello realizar una muestra de diferencia de medias entre los resultados obtenidos de la muestra aplicándoles el método propuesto, en comparación con las estimaciones de cada uno de los tres métodos de referencia. Para la comprobación de las hipótesis se utilizó un nivel de confiabilidad de 95% para una prueba de dos extremos.

Como información descriptiva se obtuvo el promedio de las estimaciones de los cuatro métodos, posteriormente se estimó un intervalo de confianza de $1-\alpha=0.95$ ($z=\pm 1.96$), y se realizó una ubicación gráfica de las distribuciones de cada uno de los métodos. Así mismo se obtuvieron medidas de tendencia central y de dispersión como estadígrafos descriptivos de las distribuciones de cada método.

Además se realizó un análisis de correlación entre las estimaciones de la muestra obtenidas con la aplicación del método propuesto, y cada una de los valores obtenidos con los métodos de referencia.

3.3. Operacionalización de la hipótesis

Variable	Método	Indicador	ÍTEM	Instrumento de medición	Determinación	Evaluación
Requerimiento Energético Basal	Harris J. A. y Benedict F. G.	Estimación requerimiento energético basal	Talla (cm) Género Edad en años cumplidos Peso ideal (kg) Constantes de la ecuación Estimación del requerimiento energético basal	Altimetro Observación directa Entrevista directa Fórmula para la obtención del peso ideal Fórmula para el método de Harris J.A. y Benedict F. G.	$PI = \left(\frac{Talla - 152.4}{2.27} \right) \cdot 2.54 + \frac{45.00(Femenino)}{50.124(Masculino)}$ <p>Masculino GEB = 66.5 + 13.75(PI) + 5.08(Talla) - 6.78(Edad) Femenino GEB = 65.1 + 9.56(PI) + 1.85(Talla) - 4.68(Edad)</p>	Individual Estimación del gasto energético para condiciones basales, expresado en Kcal/día Muestral Medidas de tendencia central y dispersión. Coeficiente de regresión con el método propuesto
	Factorial	Estimación requerimiento energético basal	Talla (cm) Género Peso ideal (kg) Constantes de la ecuación Estimación del requerimiento energético basal	Altimetro Observación directa Entrevista directa Fórmula para la obtención del peso ideal Fórmula para el método factorial	$PI = \left(\frac{Talla - 152.4}{2.27} \right) \cdot 2.54 + \frac{45.00(Femenino)}{50.124(Masculino)}$ <p>Masculino MB = (1.0)(PI)(24) Femenino MB = (0.95)(PI)(24)</p>	Individual Estimación del gasto energético para condiciones basales, expresado en Kcal/día Muestral Medidas de tendencia central y dispersión. Coeficiente de regresión con el método propuesto
	FAO/OMS/UNU	Estimación requerimiento energético basal	Talla (cm) Género Edad en años cumplidos Peso ideal (kg) Constantes de la ecuación Estimación del requerimiento energético basal	Altimetro Observación directa Entrevista directa Fórmula para la obtención del peso ideal Fórmula para el método de la FAO/OMS/UNU	$PI = \left(\frac{Talla - 152.4}{2.27} \right) \cdot 2.54 + \frac{45.00(Femenino)}{50.124(Masculino)}$ <p>Hombres Mujeres 10 a 18 17.5peso + 651 12.2peso + 746 18 a 30 15.3peso + 679 14.7peso + 496 30 a 60 11.6peso + 879 14.7peso + 746 > 60 13.5peso + 487 10.5peso + 596</p>	Individual Estimación del gasto energético para condiciones basales, expresado en Kcal/día Muestral Medidas de tendencia central y dispersión. Coeficiente de regresión con el método propuesto
	Propuesto	Estimación requerimiento energético basal	Talla (cm) Género Peso ideal (kg) Temperatura corporal Proporción de agua corporal teórico Estimación del requerimiento energético basal	Altimetro Observación directa Entrevista directa Fórmula para la obtención del peso ideal Fórmula para el método propuesto	$PI = \left(\frac{Talla - 152.4}{2.27} \right) \cdot 2.54 + \frac{45.00(Femenino)}{50.124(Masculino)}$ <p>Ambo géneros GEB = (PI)(PAT)(TCT)</p> <p>PAT: Proporción de Agua Corporal Teórica TCT: Temperatura Corporal Teórica</p>	Individual Estimación del gasto energético para condiciones basales, expresado en Kcal/día Muestral Medidas de tendencia central y dispersión. Coeficiente de regresión con los métodos establecidos



IV. Diseño

4.1. Diseño Metodológico

El tipo de estudio es transversal ya que se consideraron los datos de los individuos de estudio en un periodo de tiempo determinado, y de campo por la observación y recolección de los datos en el entorno del objeto de estudio.

El nivel considerado para esta investigación es de tipo analítico ya que se pretende validar las estimaciones de requerimiento energético basal, obtenidas a través del método propuesto tomando como referencia los métodos establecidos por Harris J. A. y Benedict F. G., método factorial y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU), los cuales hasta la fecha son considerados como de mayor exactitud por profesionales de la salud para estas estimaciones.

Las unidades de observación estuvieron constituidas por habitantes de los grupos de población adolescentes, adultos y ancianos de género indistinto, habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L., los cuales cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

- Sin patologías clínicas identificadas
- Edad en años cumplidos comprendida en el rango de 15 a 65 años
- Estatura comprendida dentro del rango de 152 a 185 cm.
- Sin embarazo identificado
- Sin anorexia aparente o identificada

El tiempo en el que se desarrolló la presente investigación consideró los días comprendidos entre el 1 de septiembre de 1998 al 31 de Julio de 2001.

4.2. Diseño estadístico

4.2.1. Marco muestral

Se utilizó un muestreo de tipo probabilístico en el cual las unidades de observación seleccionadas tuvieron la misma probabilidad de ser elegidos, situación que fue considerada para disminuir en gran proporción el error muestral.

De la misma manera se consideró que, mientras mayor sea el tamaño de la muestra menor será el margen de error, y se estableció que, aún utilizando el procedimiento estadístico para el cálculo del tamaño muestral, el estudio debería ser realizado en un mínimo de 1000 personas.

Por lo anterior se determinó:

- A. Si el resultado fuera un resultado menor a 1000, se consideraría un mínimo de 1000 para la aplicación del estudio.
- B. Si el resultado fuera una cifra superior a 1000, esta debería ser considerada como válida para la realización del estudio.

4.2.2. Tamaño muestral

Las variables género y requerimiento energético basal, estimado por los 4 métodos mencionados, implicó que para determinar el tamaño de la muestra se debían utilizar las siguientes formulas:

La formula a utilizar para la variable cualitativa de género fue:

$$n = \frac{z^2 PQ}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

Z = Valor de Z al cuadrado para un nivel de confianza del 95% (1.96)

P = Probabilidad de que se presente un evento cualquiera (0.5)

Q = Probabilidad de un evento contrario a P ($Q = 1 - P$)

E = Error máximo (4%)

Sustituyendo los valores en la formula anterior obtuvimos lo siguiente:

$$N = \frac{(1.96)^2 (.5) (.5)}{(.04)^2} = 600.25$$

La formula a utilizar para la variable cuantitativa de estimación de requerimiento energético basal fue:

$$N = \frac{z^2 \sigma^2}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

Z = Valor de Z al cuadrado para un nivel de confianza del 95% (1.96)

σ = Desviación estándar de la variable utilizada.

E = Error máximo (15)

A través de un muestreo piloto realizado en 70 personas seleccionadas de forma indistinta a la salida de 7 centros comerciales, con la finalidad de probar el instrumento para la recolección de datos, se obtuvieron las estimaciones de requerimiento energético basal, de los cuales, se determinó el promedio y la desviación estándar para cada uno de los métodos a utilizar en la investigación, mismos que sirvieron de referencia para el cálculo del tamaño de la muestra.

Con base a esta información y sustituyendo los valores en la formula anterior se obtuvo lo siguiente:

Método Factorial $\sigma = 133.7$ Kcals. Error = 15 Kcals.

$$n = \frac{(1.96)^2 17875.7}{(225)} = 305.2$$

Método de Harris – Benedict $\sigma = 146.6$ Kcals. Error = 15 Kcals.

$$n = \frac{(1.96)^2 21491.6}{(225)} = 366.9$$

Método FAO/OMS/UNU $\sigma = 147.1$ Kcals. Error = 15 Kcals.

$$n = \frac{(1.96)^2 21638.4}{(225)} = 369.4$$

Método Propuesto $\sigma = 152.0$ Kcals. Error = 15 Kcals.

$$n = \frac{(1.96)^2 23104.0}{(225)} = 394.5$$

Un resultado máximo de tamaño de muestra de 600.25 individuos obtenida por la variable género, consolidó la propuesta inicial de que la población a estudiar fuera de 1000 individuos.

4.2.3. Tipo de muestreo

Se hizo con base a la población de Monterrey y su área metropolitana, la cual considerada por grupo poblacional (adolescentes, adultos y ancianos) fueron distribuidas en forma estratificada porcentual de acuerdo a la totalidad de habitantes, quedando distribuidas de la siguiente manera:

VALIDACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO BASAL

Municipio	Habitantes	Porcentaje	Muestra
Monterrey	1,088,143	40.30	403
Guadalupe	618,890	22.88	229
Apodaca	117,500	4.34	43
San Nicolás	487,924	18.04	180
General Escobedo	98,147	3.63	36
Santa Catarina	163,848	6.00	60
San Pedro Garza García	130,000	4.81	49
Total	2,704,452	100.00	1000

Datos tomados de la estimación de 1995 del INEGI

Selección de las unidades de estudio

En un primer momento se seleccionaron por un método azar simple las colonias a visitar en los diferentes municipios del Área Metropolitana, una vez cubierto este requisito se seleccionaron las viviendas a visitar mediante el mismo método. En cuanto a las unidades de estudio estas fueron seleccionadas mediante el método de muestreo de grupo, el cual es aleatorio sucesivo de unidades y en el que se consideraron por grupo familiar, a los individuos que cumplieron con los criterios de inclusión en esta investigación, así hasta dar cumplimiento a la cantidad de individuos obtenidos en el tamaño de muestra.

Recolección de datos

Se diseñó un instrumento de recolección (Anexo 3), que contempló datos generales de identificación de las unidades de observación además de los requerimientos necesarios para la estimación del requerimiento energético total por el método propuesto, además de los considerados en los métodos establecidos por Harris J. A. y Benedict F. G., método factorial y el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de las Salud / Universidad de las Naciones Unidas (FAO/OMS/UNU).

Es de mencionar que en la recolección se contempló la importancia de sustentar datos para estudios posteriores referentes a estimaciones del gasto energético a través del método propuesto o de cualquier otro método, por lo que se argumentó la necesidad de observar los datos para las estimaciones totales de requerimiento energético, sin embargo éstas no fueron consideradas para las estimaciones, los cálculos registrados en la presente investigación estiman únicamente requerimientos para estimaciones basales.

Los datos recolectados de cada una de las personas fueron: edad, género, talla, factores de actividad, determinación de la actividad física además de las horas de sueño promedio.

Los datos fueron recolectados con base en los procedimientos de evaluación antropométrica establecidos (para el caso de la talla) y estandarizados para estimar una correcta evaluación (actividad física, edad y horas de sueño).

4.2.4. Análisis estadístico

Para la conclusión de la presente investigación se procesó la información por medio de una hoja de cálculo (Microsoft Excel), y se diseñaron tablas descriptivas y de salida de información por medio del programa epi-info ver. 6.04a.

Para la descripción de los datos se aplicaron algunas medidas básicas de tendencia central y de dispersión para realizar un análisis descriptivo de los resultados de los cuatro métodos.

Con los datos anteriores se procedió a realizar curvas de tendencia con las que se realizó una comparación de las tendencias y dispersiones de los datos para obtener con ello un panorama general de los resultados como principio del análisis de las pruebas de hipótesis.

También se realizó una presentación tabular de las variables presentes en los individuos en estudio.

El análisis propio de la información se evaluó a través de pruebas de hipótesis de diferencia de medias y de coeficientes de correlación r de *Pearson*, los cuales fueron realizados mediante las pruebas tradicionales y comparados con los valores de z de tablas, la conclusión esperada consistió en que los métodos utilizados tradicionalmente para la estimación del requerimiento energético basal, no difieren de manera significativa en cuanto a su aplicación comparados con el método propuesto.

4.3. Calendarización

Actividades		1999												2000												2001											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	B	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J					
Definición del problema a investigar	E																																				
	O	■	■	■	■	■																															
Estructura y diseño del marco teórico	E																																				
	O		■	■	■	■	■					■	■	■	■	■				■	■			■	■												
Definición del diseño metodológico	E																																				
	O				■	■																															
Definición del diseño estadístico	E																																				
	O					■																															
Recolección de la información	E																																				
	O											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Descripción de resultados	E																																				
	O																																				
Análisis de resultados	E																																				
	O																																				
Conclusiones y sugerencias	E																																				
	O																																				
Presentación final	E																																				
	O																														■						

E: Calendarización esperada

O: Calendarización observada

V. Métodos y procedimientos

Se realizó una segunda muestra piloto de 20 personas que no fueron incluidas dentro de la muestra de la presente investigación, su objetivo fue evaluar la unificación de criterios y el grado de estandarización de la información recolectada entre los encuestadores.

La información fue recopilada por los 40 encuestadores a cada una de las 20 personas que conformaron la muestra piloto, los datos fueron confrontados obteniéndose resultados estandarizados y criterios unificados.

Cabe mencionar que la información era recolectada sin que los encuestadores pudieran compartir información o comentarios de los datos que registraban para lograr una mayor confiabilidad en el registro de los mismos.

Posteriormente, la metodología observada para la recolección y procesamiento de datos consistió en que las personas cumplieran con cada uno de los criterios de inclusión.

Los procedimientos para la observación del peso y se presentan a continuación.

Etapas para el registro del peso corporal

1. Coloque la báscula sobre una superficie plana y firme.
2. Equilibre la báscula en cero antes de cada lectura.
3. Coloque al sujeto con el mínimo de ropa posible, sin zapatos y sobre las plantillas.

4. Mueva la pesa sobre el brazo principal de la báscula, desde la posición cero hasta que el indicador muestre que se ha agregado demasiado peso. Luego mueva la pesa hacia atrás hasta que se remueva el exceso de peso.
5. Mueva la pesa del brazo que indica las fracciones de peso atrás y adelante hasta que la aguja del indicador esté centrada (en equilibrio).
6. Lea el peso y registre la medida inmediatamente. Anote el peso en Kg con una aproximación de 0.1 kg.
7. Repita el procedimiento para validar la medida, si varía por más de 0.25 kg. Repetir el procedimiento y la lectura. Dibujar las huellas de los pies (plantillas) sobre la plataforma de la báscula.

Observaciones sobre la lectura del peso corporal

- El lugar destinado a pesar no debe estar expuesto a corrientes de aire, en caso contrario esperar a evitar éstas corrientes.
- Puede pesarse a la persona con las prendas de vestir ordinarias determinando su peso y restándolo del peso obtenido e indicarlo al reporte.
- La observación del peso no debe hacerse posterior a una comida principal, lo ideal es en ayunas.
- Durante la lectura de peso, la persona debe estar quieta.
- La báscula debe estar calibrada antes de la lectura del peso.

Registro de la talla de pie en adultos

1. Sitúe a la persona con los pies sobre las huellas en posición firme con los talones juntos y las rodillas sin doblar.
2. Asegúrese antes de medir, que la parte posterior de los talones, las pantorrillas, las nalgas, el tronco y los muslos toquen la superficie vertical de la pared o del tallímetro y que los talones no estén elevados, la cabeza debe estar levantada con la vista dirigida al frente. La persona debe permanecer en esta posición durante la lectura.
3. Deslice suave y firmemente la *pieza móvil hasta tocar la coronilla de la cabeza* de la persona.
4. Lea la cifra que marca la pieza móvil y registre la medida exacta en centímetros con una aproximación de 0.1 cm.
5. Repita el procedimiento para validar la primera lectura. Si varían los resultados en más de 0.5 centímetros, proceda a hacerlo nuevamente. No se recomienda utilizar báscula que tenga insertado el tallímetro.

Observaciones sobre la lectura de la Talla en adultos

- El sujeto debe estar descalzo y sin adornos o gorros en la cabeza
- Dibujar las huellas de los pies (plantillas) sobre la plataforma del tallímetro o piso.
- El metro de los tallímetros debe ser de metal o fibra de vidrio.
- El lugar destinado para la toma de la lectura debe ser confortable.
- El equipo no debe estar expuesto a la humedad o al calor. Hasta donde sea posible debe permanecer en un sitio fijo.

Con esta misma información se capacitó a los encuestadores para que pudieran contar con una técnica establecida y estandarizada entre ellos, y aumentar con esto la precisión de los datos recolectados.

Los datos fueron capturados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, con los datos capturados y con las cuatro fórmulas para la determinación del requerimiento energético basal se procedió a introducir cada fórmula y así obtener los resultados de las cuatro estimaciones de requerimiento energético basal.

Las ecuaciones de los métodos utilizados fueron:

Método factorial

Masculino: $(1.0)(PI)(24)$

Femenino: $(0.95)(PI)(24)$

Método de Harris J. A. y Benedict F. G.

Hombres: $66.5 + (13.7 \times \text{peso en Kg.}) + (5 \times \text{estatura en cm}) - (6.7 \times \text{edad en años})$

Mujeres: $665.1 + (9.6 \times \text{peso en Kg.}) + (1.8 \times \text{estatura en cm}) - (4.7 \times \text{edad en años})$

Método de la FAO/OMS/UNU

Edad	Masculino	Femenino
10 a 18 años	17.5 peso + 651	12.2 peso + 746
18 a 30 años	15.3 peso + 679	14.7 peso + 496
30 a 60 años	11.6 peso + 879	14.7 peso + 746
Mayor a 60 años	13.5 peso + 487	10.5 peso + 596

Método Propuesto

Ambos géneros $GEB = (PI)(PAT)(TCT)$

PI: Peso Ideal, PAT: Proporción de agua teórica (0.66), TCT: Temperatura corporal teórica (37°C)

Posteriormente se procedió a exportar el formato de la hoja de cálculo *.xls a un formato de archivo *.rec para describir con ello, los datos en el programa epi-info 6.04^o (1996). Con esto se vaciaron los resultados en tablas de salidas de información y se redactó el informe descriptivo de resultados.

A partir de la descripción aritmética y del informe de los datos, se procedió al análisis por medio de la realización de pruebas estadísticas de comprobación de hipótesis, específicamente pruebas de diferencia de medias y coeficientes de correlación r de Pearson.

VI. Resultados

En cuanto a la recolección de datos se puede describir que la muestra de 1000 personas estuvo constituida por un 46.7% de elementos del género masculino y el resto, 53.3 %, pertenecían al género femenino (Tabla 1).

La talla de las personas estuvo comprendida en el rango de los 152 a los 185 cm, este rango es permitido para la aplicación de la fórmula para determinación del peso ideal que fue utilizada para estimar el metabolismo con los cuatro métodos. Es de mencionar que la talla de la muestra obtuvo una media aritmética de 166.88 cm con una Curtosis de 0.22 y una asimetría de 0.22, es decir con una tendencia a la distribución normal. (Tabla 10). El 60.4% de los encuestados presentó una talla entre los 160 a los 174 cm. (Tabla 2).

Referente a la edad de las personas, se observó que éstas presentaron una media de 41.38 años, de los cuales 241 personas tenía menos de 30 años y el 33% tenía una edad mayor a los 49 años (Tabla3). Es posible interpretar que la variable de edad presentó una distribución con tendencia a la normalidad estadística en cuanto a su Curtosis (0.0) y con una concentración de datos hacia los valores inferiores al promedio, es decir, menores a 41.38 años (Tabla 5).

Una observación que es posible obtener al asociar de manera descriptiva las variables de edad y género, es que, a excepción del grupo de los de 30 a 39 años todos los restantes fueron predominados por el género femenino (Tabla 4).

Al realizar una descripción estadística de los valores obtenidos en cada uno de los métodos se observa que el método factorial presentó un promedio de 1420.24 Kcal., valor muy similar al obtenido a través del método de Harris y Benedict (1420.92), el método propuesto obtuvo una diferencia de 53 Kcal. con respecto a cada uno de éstos

métodos y de 65 Kcal. con referencia al método de la FAO/OMS/UNU, es decir, el método propuesto se encuentra en una tendencia central con respecto a los otros métodos (Tabla 6).

A efecto de interpretar la asimetría de la distribución de los métodos estudiados se obtuvo que los cuatro métodos presentan una distribución con tendencia a la simétrica ya que, si bien es cierto, que no se obtuvo un valor absoluto de 0 en ningún método, los valores son muy cercanos a él. De igual manera se obtiene que la interpretación de la Curtosis de los cuatro métodos tiende hacia distribuciones normales a causa de sus determinaciones inferiores. (Tabla 6).

Al ubicar la mediana de resultados de cada método dentro de una distribución de referencia considerando el promedio global de los cuatro métodos se obtiene que el método factorial se encuentra ubicado en el valor $z = -0.11$, es decir, por debajo del promedio global al igual que el método de Harris y Benedict que obtuvo un valor de $z = -0.12$.

El método propuesto obtuvo un valor de $z = 0.12$, es decir, a la misma distancia del promedio que el método de Harris y Benedict sólo que hacia valores de z positivos, el valor más alejado de esta distribución lo obtuvo el método de la FAO/OMS/UNU con un valor de $z = 0.51$ (Tabla 8). Se consideró la mediana para esta comparación debido a la proporción que guarda con respecto a los cuatro promedios de referencia.

Realizando la misma distribución, pero con las medias aritméticas de cada método se obtiene que se encuentran ubicados todos dentro del rango de los ± 0.5 desviaciones estándar siendo el método de la FAO/OMS/UNU el más cercado al promedio global con un valor de $z = 0.04$, el método factorial con $z = -0.18$, el método de Harris y Benedict con una z de -0.20 y el método propuesto con un valor de 0.42 desviaciones estándar superiores al promedio (Tabla 8).

Realizando un porcentaje de equilibrio utilizado en *nutriología* para determinar el grado de comparación entre dos valores se obtiene un porcentaje de 103.7% entre el método propuesto con relación al método factorial, al igual que al cotejar con el método de Harris y Benedict. Al realizar este comparativo con el método de la FAO/OMS/UNU se obtiene un 95.75% de adecuación para el método propuesto.

Al estimar intervalos confiabilidad, se obtiene que el 95% de las estimaciones a través del método factorial se ubican entre las 972 y 1868 kcal., éste mismo porcentaje (950 personas) se encuentra comprendido entre los 1023 y las 1818 kcal para las estimaciones del método de Harris J. A. y Benedict F. G.

El método propuesto presenta un rango de 1051 a 1895 kcal. y el método de la FAO/OMS/UNU desde 1191 hasta 1885 kcal.

Al obtener los valores percentiles de cada método se observa que, comparando los percentiles del método propuesto con los del método factorial, los valores nunca difieren por más de 77 kilocalorías. Al comparar estos mismos valores con el método de Harris y Benedict la diferencia no es mayor a 83 kcal. Caso contrario se refleja en la comparación con el método de la FAO/OMS/UNU, donde existen diferencia desde las 17 hasta las 137 kcal. (Tabla 9).

El valor más bajo que se obtiene al estimar los percentiles pertenece al método factorial con 1110.93 kcal. Dentro de los valores más elevados, haciendo referencia al percentil 100, se observa un registro de 1967.29 correspondientes al método de Harris J. A. y Benedict F. G.

Al estimar los rangos percentiles para cada uno de los métodos se observa que el correspondiente al método factorial es el mayor con 662 kcal, caso contrario al valor obtenido con las estimaciones del método de la FAO/OMS/UNU donde se estimó un rango de 476.08 el cual es el menor de los cuatro métodos.

Los rangos medios fueron obtenidos a través del método propuesto y el de Harris J. A. y Benedict F. G., con valores de 627.08 y 549.69 respectivamente.

VII. Análisis de resultados

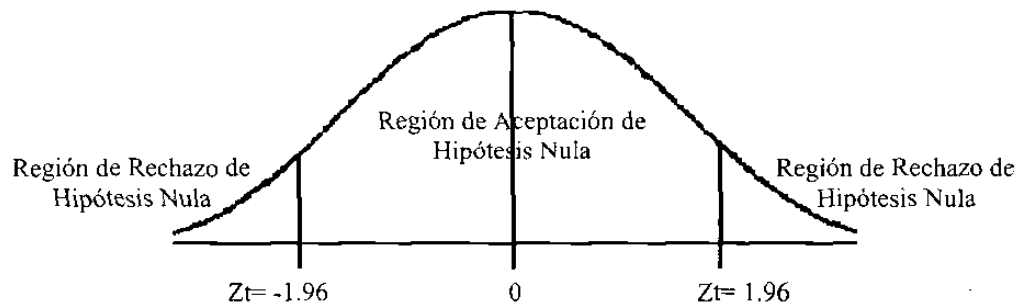
Prueba de diferencia de medias: *método propuesto confrontado con el método factorial.*

Planteamiento de las hipótesis

$H_0: \mu = 1420.24$

$H_1: \mu \neq 1420.24$

Ubicación de la distribución



Criterio de decisión

1. Se acepta hipótesis nula si en coeficiente de z calculado se encuentra comprendido entre ± 1.96
2. Se rechaza hipótesis nula si en coeficiente de z calculado es mayor o igual a 1.96 , o mayor o igual a -1.96

Resultado

$Z_c = 1.11$

Conclusión

Se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos a través del método propuesto en comparación a los determinados con el método factorial.

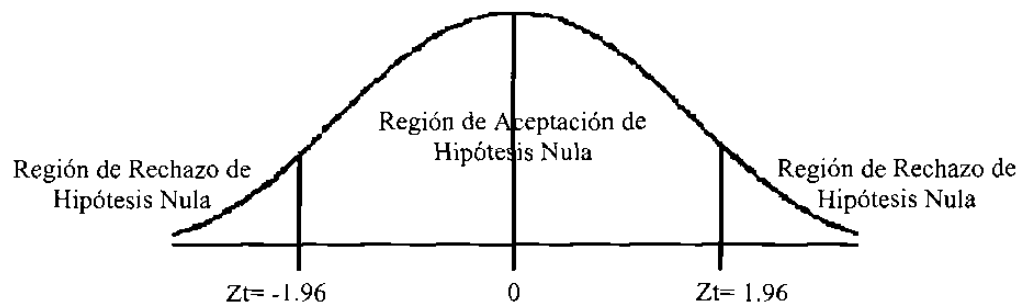
Prueba de diferencia de medias: *método propuesto confrontado con el método de Harris J. A. y Benedict F. G.*

Planteamiento de las hipótesis

$H_0: \mu = 1420.92$

$H_1: \mu \neq 1420.92$

Ubicación de la distribución



Criterio de decisión

3. Se acepta hipótesis nula si en coeficiente de z calculado se encuentra comprendido entre ± 1.96
4. Se rechaza hipótesis nula si en coeficiente de z calculado es mayor o igual a 1.96 , o mayor o igual a -1.96

Resultado

$Z_c = 0.66$

Conclusión

Se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos a través del método propuesto en comparación a los determinados con el método de Harris J. A. y Benedict F. G.

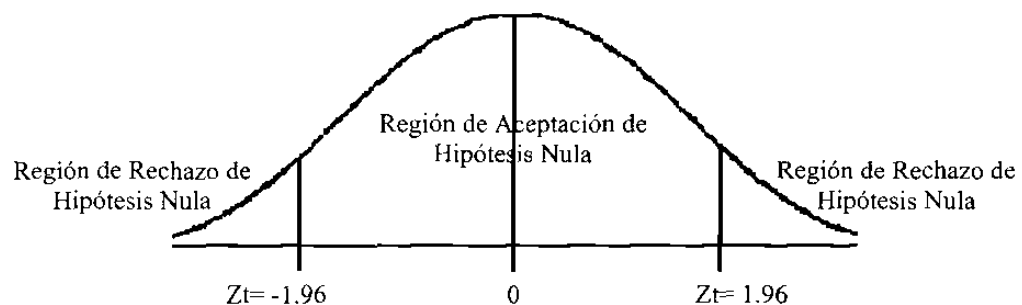
Prueba de diferencia de medias: *método propuesto confrontado con el método de la FAO/OMS/UNU.*

Planteamiento de las hipótesis

$H_0: \mu = 1538.87$

$H_1: \mu \neq 1538.87$

Ubicación de la distribución



Criterio de decisión

5. Se acepta hipótesis nula si en coeficiente de z calculado se encuentra comprendido entre ± 1.96
6. Se rechaza hipótesis nula si en coeficiente de z calculado es mayor o igual a 1.96 , o mayor o igual a -1.96

Resultado

$Z_c = 1.00$

Conclusión

Se acepta hipótesis nula, por lo tanto se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos a través del método propuesto en comparación a los determinados con el método de la FAO/OMS/UNU.

Pruebas de correlación

1. Prueba de coeficiente de correlación r de Pearson entre el método propuesto y el método factorial tomados de la tabla 12.

$$r = 0.99$$

Se asegura que existe una correlación alta y directamente proporcional entre los valores obtenidos a través del método propuesto y los determinados por medio del método factorial

2. Prueba de coeficiente de correlación r de Pearson entre el método propuesto y el método de Harris J. A. y Benedict F. G., tomados de la tabla 12.

$$r = 0.91$$

Se asegura que existe una correlación alta y directamente proporcional entre los valores obtenidos a través del método propuesto y los determinados por medio del método de Harris J. A. y Benedict F. G.

3. Prueba de coeficiente de correlación r de Pearson entre el método propuesto y el método de la FAO/OMS/UNU, tomados de la tabla 12.

$$r = 0.75$$

Se asegura que existe una correlación considerable y directamente proporcional entre los valores obtenidos a través del método propuesto y los determinados por medio del método de la FAO/OMS/UNU

VIII.- Conclusiones

1. No existe diferencia entre los valores del método propuesto con los métodos confrontados.
2. Existe una correlación alta entre los valores obtenidos a través del método propuesto, confrontados con cada uno de los métodos de referencia.
3. Las principales fortalezas del método propuesto derivan en su simplicidad y la especificidad a características propias de los individuos.
4. Las debilidades del método versan en sus características inéditas.
5. Puede continuarse con la aplicación de este método hasta lograr la estimación del requerimiento energético total.
6. El método puede ser utilizado con cualquier valor de peso deseado, peso aceptable, peso habitual, o peso actual según las necesidades del tratamiento.
7. El método es de utilidad para la nutrición clínica y comunitaria.
8. Las fórmulas para estimación de peso ideal pueden ser utilizadas con la simplificación aplicada (Pág. 32)
9. El requerimiento energético basal obtenido mediante el método propuesto, puede ser estimado con cualquier método establecido para determinar peso ideal, inclusive tablas de referencia.

IX. Sugerencias

1. Realizar un investigación sobre la temperatura corporal promedio para cada actividad física.
2. Aplicar investigaciones sobre la temperatura corporal promedio específicas para cada temporada del año.
3. Realizar un investigación sobre la temperatura corporal promedio específicas para cada situación geográfica.
4. Orientar una investigación sobre la proporción de agua corporal promedio para cada grupo de edad.
5. Diseñar una investigación con estos mismos métodos determinando requerimiento energético total.
6. Realizar estimaciones con la ecuación del método propuesto en todos los grupos de edad.
7. Establecer una línea de investigación Institucional en la Facultad de Salud Pública y Nutrición sobre la aplicación de este método.

X. Bibliografía

1. Ortuño Ortin Miguel, "*Física Para Biología, Veterinaria y Farmacia*", Nuevos Instrumentos Universales, 19 Edición, Barcelona España 1996, ISBN 84-7423-796-3
2. Holum John R. "*Principios de Fisicoquímica, Química Orgánica y Bioquímica*" Editorial Limusa, 19 Edición, México 1975.
3. Mc. Laren Margaret RD., "*Weight Loss and Nutrition*", Health Media of América, 19 Edición, USA. 1996, ISBN 0-937325-07-4
4. Mahan L. Kathleen, MS, RD, CDE "*Nutrición y Dietoterapia de Krause*", Editorial Mc. Graw Hill, 9 Edición, México 1998, ISBN 970-10-1451-0
5. Casanueva Esther. Et. Al., "*Nutriología Médica*", Editorial Médica Panamericana, 19 Edición, México 1995, ISBN 968- 6186-41-7
6. Anderson Linnsa. Et.al. "*Nutrición y Dieta de Cooper*", Editorial Interamericana, 17 Edición, México 1985, ISBN 968-25-1026-0
7. Ville Claude A., "*Biología*", Editorial Mc. Graw Hill, 8 Edición, México 1996, ISBN 970-10-0978-9
8. Cervera Pilar. et. Al., "*Alimentación y Dietoterapia: Nutrición Aplicada a la Salud y la Enfermedad*", Editorial Interamericana, 19 Edición, Madrid España 1990, ISBN 84-7605-427-0

9. Guyton A.C., *"Fisiología Humana"*, Editorial Interamericana, 69 Edición, México 1987, ISBN 968-25-1016-3
10. OPS – ILSI, *"Conocimientos actuales sobre nutrición"*, Editorial OMS, 6 Edición, USA 1991, ISBN 92-75-35532-9
11. Lazcano J. A. y cols, *"Bioquímica para las ciencias de la salud"* Editorial Interamericana, 1er. Edición, México 1985,
12. Murray Robert K. Y cols., *"Bioquímica de Harper"*, Editorial El Manual Moderno, 4ª edición, México 1996
13. Feldman Elaine B., *"Principios de nutrición clínica"*, Editorial El manual Moderno, México 1990
14. Dienhart Charlotte M., *"Anatomía y Fisiología Humana"*, Editorial Interamericana, 3ª edición,
15. Knopka Peter, *"La alimentación del deportista"*, México 1988
16. Krupp Marcus A. *"Diagnóstico Clínico y Tratamiento"*, Editorial El Manual Moderno, 16ava edición, México 1996
17. Ballif y Dibble, *"Física básica: fundamentos y perspectivas"*, Editorial Limusa, 5º Reimpresión, México 1992
18. Toporek Milton, *"Principios de bioquímica"*, Editorial Interamericana, 2ª edición, México 1977

19. Mc Kelvey Jhon P. y cols., *"Física para ciencias e ingeniería"*, Editorial Harla, 1ª edición, México 1980
20. Pollit D. Y Grotch Howard, *"Investigación científica en ciencias de la salud"*, Editorial Interamericana-McGraw Hill, 4ª edición, México 1994
21. Quin T. J., *"Temperature"*, Editorial Academic Press, 1990, ISBN: 012-569681-7
22. Wayne W. Daniel, *"Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud"*, UTEHA Noriega Editores, 3ª edición, México 1994, ISBN: 968-18-2217-X
23. Hernández Sampieri Roberto M.C. y cols., *"Metodología de la Investigación"*, Editorial Mc Graw Hill, 2ª edición, México 1991, ISBN: 970-10-1899-0
24. Solís Pérez Elizabeth, Pholentz Ernest Marion, *"Manual de técnicas de evaluación del estado nutricional"*, Facultad de Salud Pública, UANL, México 1990.
25. De la Garza Casas Yolanda Lic. y cols., *"Ejercicio profesional del nutriólogo egresado de la Facultad de Salud Pública y Nutrición, UANL"*, México 1997

XI. Anexos

11.1. Tablas de salida

Tabla 1
Género de una muestra de habitantes del
área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Género	Frecuencia absoluta	Frecuencia porcentual
Femenino	533	53.3
Masculino	467	46.7
Total	1000	100

Fuente: Observación directa

Tabla 2
Estatura de una muestra de habitantes del
área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Talla en cm	Frecuencia absoluta	Frecuencia porcentual
150 a 154	61	6.1
155 a 159	136	13.6
160 a 164	220	22.0
165 a 169	217	21.7
170 a 174	167	16.7
175 a 179	114	11.4
180 a 184	77	7.7
185 y mayor	8	0.8
Total	1000	100

Fuente: Encuesta directa

Tabla 3
Distribución por grupo de edad de una muestra de habitantes del
área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Grupo de edad	Frecuencia Absoluta	Frecuencia porcentual
Menor a 20	34	3.4
20 a 29	207	20.7
30 a 39	218	21.8
40 a 49	211	21.1
50 a 59	218	21.8
60 o mayor	112	11.2
Total	1000	100

Fuente: Encuesta directa

Tabla 4
Distribución según género y grupo de edad de una muestra
de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L., 1999

Grupo de edad	Femenino		Masculino		Total	
	Absoluto	Porcentual	Absoluto	Porcentual	Absoluto	Porcentual
Menor a 20	19	3.56	15	3.21	34	3.4
20 a 29	117	21.95	90	19.27	207	20.7
30 a 39	101	18.94	117	25.05	218	21.8
40 a 49	113	21.20	98	20.98	211	21.1
50 a 59	116	21.76	102	21.84	218	21.8
60 y más	67	12.57	45	9.63	112	11.2
Total	533	100.0	467	100.0	1000	100.0

Fuente: Encuesta Directa

Tabla 5
Presentación aritmética de algunas variables de una muestra de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Medidas descriptivas	Edad	Talla	Peso Ideal	Horas sueño
Media	41.38	166.88	60.33	7.46
Mediana	41.00	166.00	60.00	7.00
Desviación típica	13.60	8.15	8.81	1.12
Asimetría	-1.18	-0.72	-0.70	-1.38
Curtosis	0.00	0.22	0.22	0.23
N =	1000			

Tabla 6

Presentación aritmética de las determinaciones de los requerimientos energéticos basales de una muestra de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Medidas descriptivas	Método factorial	Método propuesto	Harris y Benedict	Método de la FAO/OMS/UNU
Media	1420.24	1473.54	1420.92	1538.87
Mediana	1399.19	1461.18	1385.09	1571.67
Desviación típica	228.63	215.34	202.72	177.06
Varianza	52275.35	46372.65	41095.75	31353.45
Asimetría	0.25	0.22	0.53	-0.63
Curtosis	-0.78	-0.70	-0.50	-0.13
N=	1000			

Tabla 7

Coeficiente de regresión entre el método propuesto y cada uno de los métodos establecidos, muestra de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Coeficiente de regresión	Método factorial	Método de Harris y Benedict	Método de la FAO/OMS/UNU
Método propuesto	0.99	0.91	0.75
r^2	0.98	0.82	0.56

Fuente: Encuesta Directa

Tabla 8

Ubicación de dos medidas de tendencia central de cada método, con relación a promedio global en el área de distribución normal, muestra de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Método	Medidas de Tendencia Central	
	Mediana	Media Aritmética
Método Factorial	-0.11	-0.18
Método de Harris J. A. y Benedict F. G.	-0.12	-0.20
Método de la FAO/OMS/UNU	0.51	0.04
Método Propuesto	0.12	0.42
Promedio Global		1463.39
Desviación Típica Global		205.93

Tabla 9

Distribución percentil de las determinaciones obtenidas en la aplicación de cada método, muestra de habitantes del área metropolitana de Monterrey N. L. 1999

Percentil	Método			
	Factorial	Propuesto	Harris J.A. y Benedict F.G.	FAO/OMS/UNU
10	1110.93	1177.47	1179.47	1270.48
20	1193.29	1264.76	1241.25	1402.25
30	1275.65	1352.06	1291.10	1467.93
40	1358.02	1411.72	1331.07	1533.62
50	1399.20	1461.18	1385.09	1571.68
60	1460.97	1520.84	1438.26	1601.43
70	1516.13	1564.49	1513.57	1645.53
80	1644.82	1673.61	1614.52	1691.27
90	1773.51	1804.55	1729.15	1746.57
100	1902.21	1935.50	1967.29	1891.66

11.2. Gráficos

Gráfico 1
 Dispersión entre el requerimiento energético basal obtenido a través del método factorial y
 mediante el método propuesto, Muestra de 1000 Habitantes del Área Metropolitana de
 Monterrey, Julio 1999

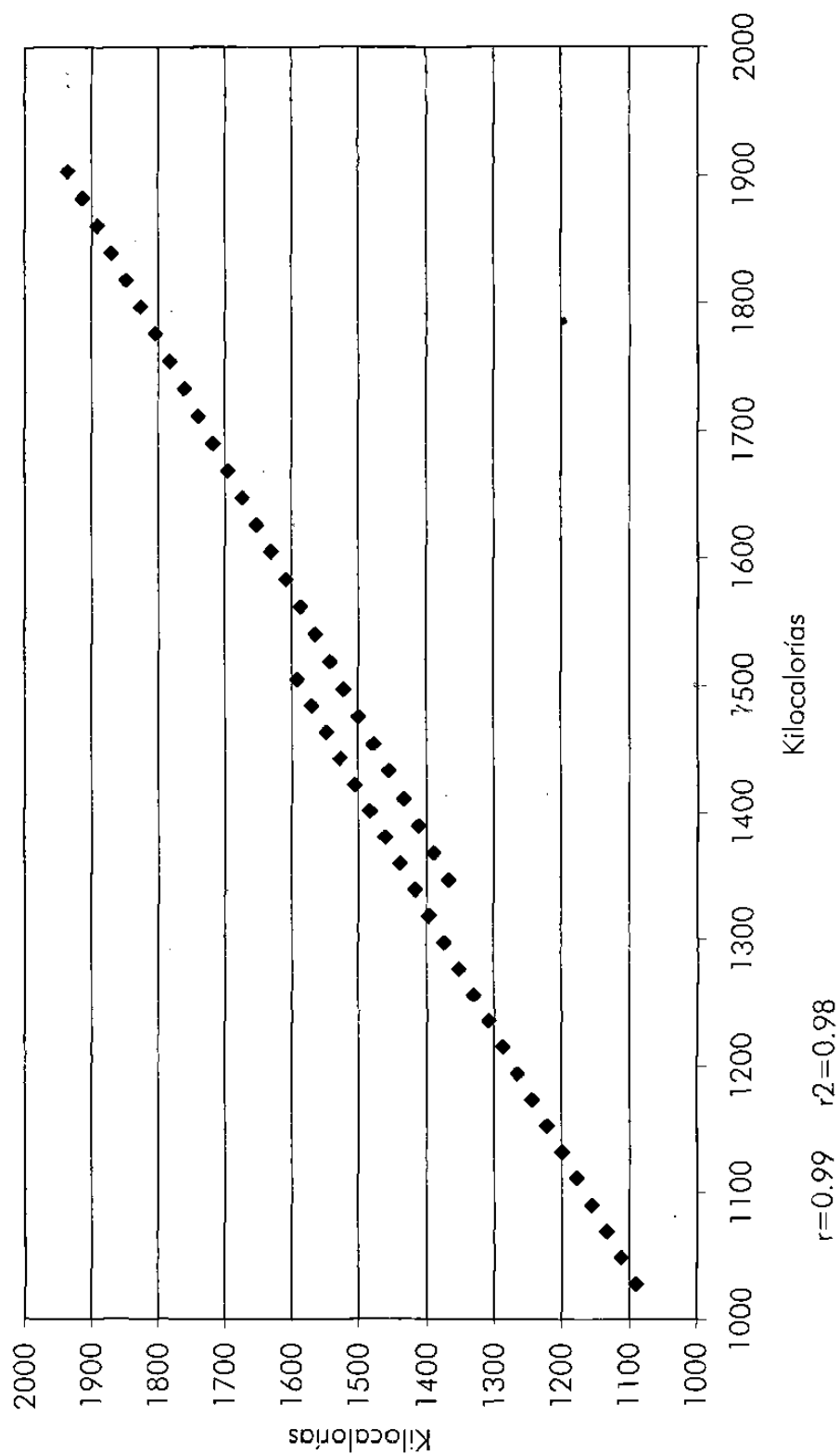


Grafico 2
Dispersión entre el requerimiento energético basal obtenido a través del Método de la Harris J. A. y Benedict F. G. y mediante el método propuesto, Muestra de 1000 Habitantes del Área Metropolitana de Monterrey, Julio 1999

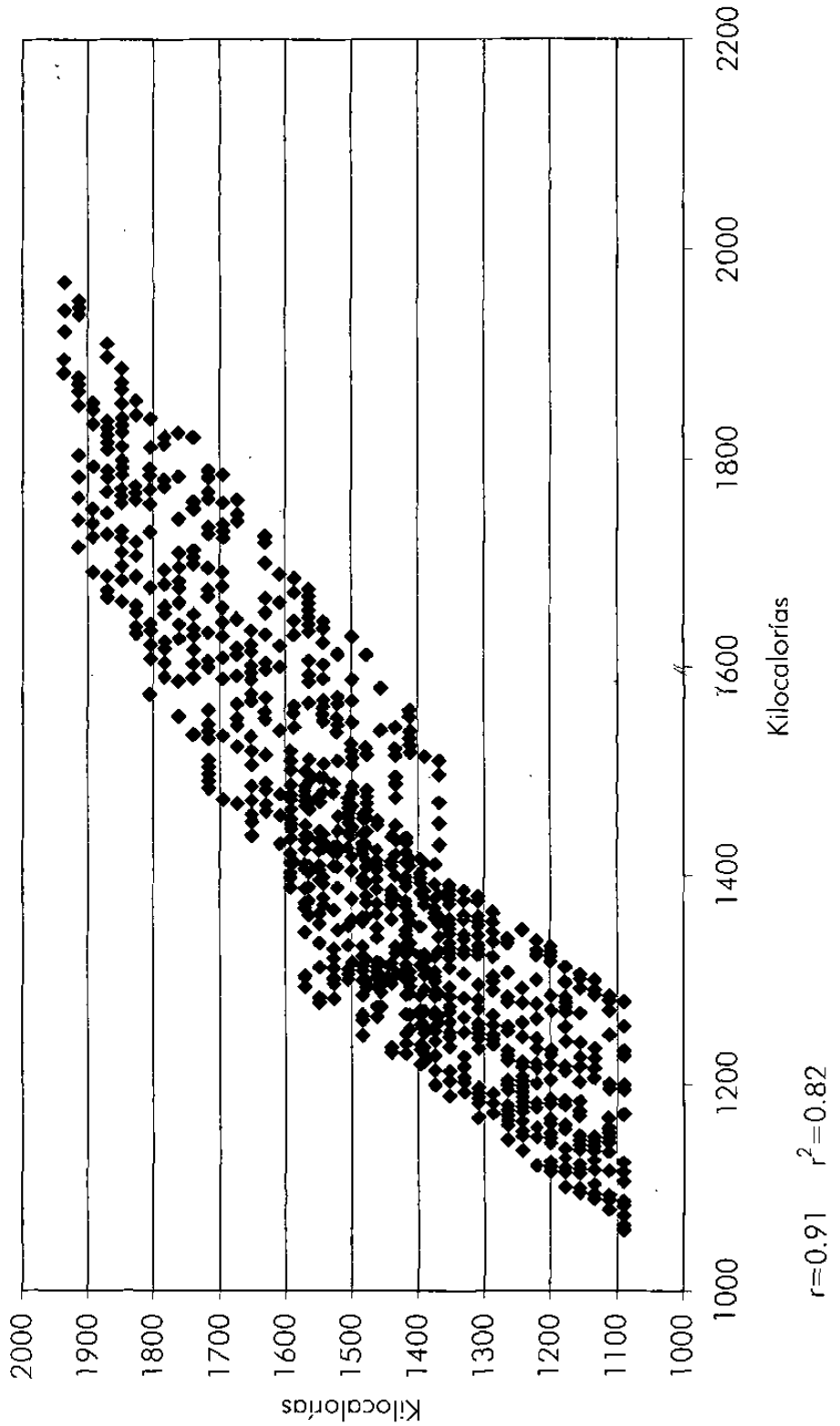


Grafico 3
 Dispersión entre el requerimiento energético basal obtenido a través del método de la
 FAO/OMS/UNU y mediante el método propuesto, Muestra de 1000 Habitantes del Área
 Metropolitana de Monterrey, Julio 1999

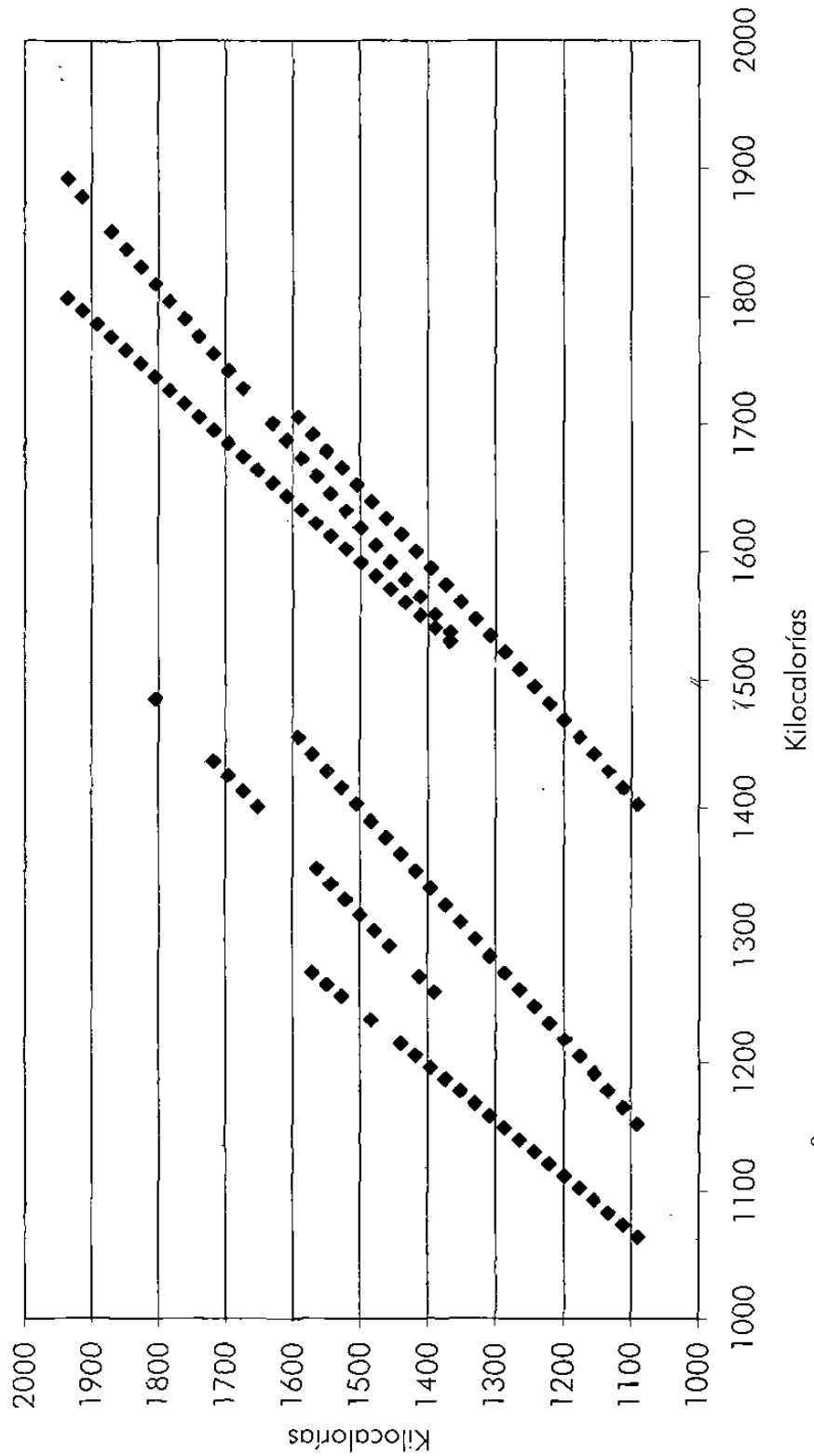
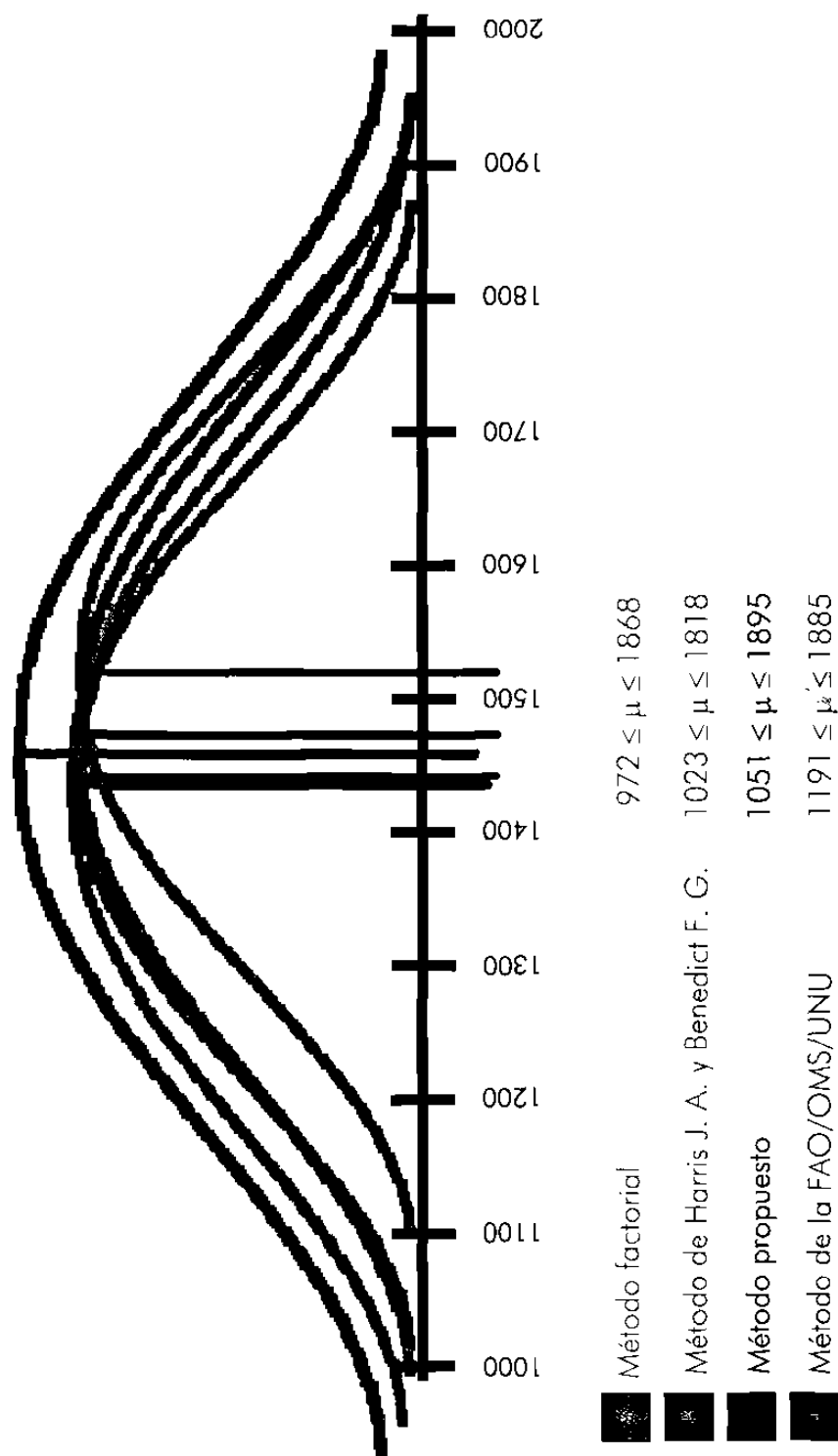
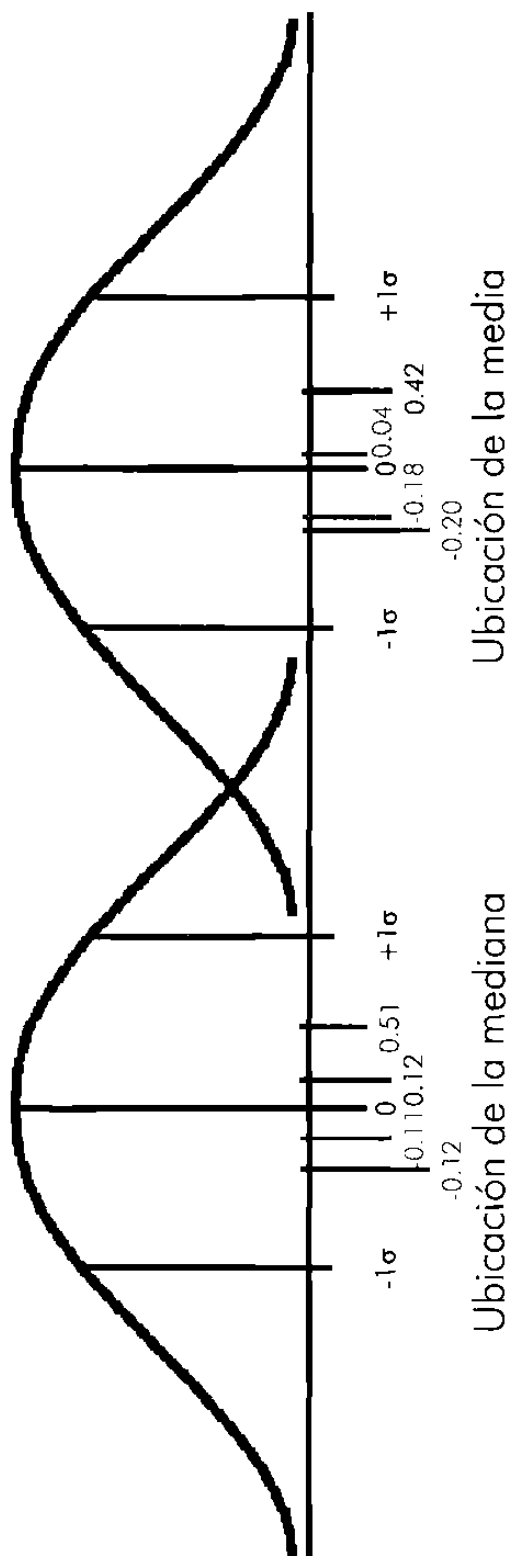


Gráfico 4
 Intervalos de confianza ($1 - \alpha = 0.95$) para las estimaciones de los métodos ubicados con relación al promedio global, Muestra de 1000 Habitantes del Área Metropolitana de Monterrey, Julio 1999



Fuente: Tabla 6

Gráfico 5
 Ubicación de dos medidas de tendencia central de las estimaciones de cada método con relación al promedio global en el área de distribución normal, Muestra de 1000 Habitantes del Área Metropolitana de Monterrey, Julio 1999



- Método factorial
- Método de Harris J. A. y Benedict F. G.
- Método propuesto
- Método de la FAO/OMS/UNU

Fuente: Tabla 7

11.3. Instrumento de Observación

<p>Instrumento de Observación <i>Validación de un Método para la Estimación del Requerimiento Energético Basal</i></p>	
Municipio	Código de Encuestador
Nombre	Edad
Domicilio	Teléfono
Peso Actual	Talla
Actividad Física	Factor Actividad
Calle <small>Nb.</small> <small>Col.</small> No. <small>Col.</small>	Años Kg cm hr
kg kg hr	Kg cm hr

11.4. Definición de términos y conceptos

Área Metropolitana.- Municipios de San Pedro, Santa Catarina, San Nicolás, Guadalupe, General Escobedo, Monterrey y Apodaca. (Definición Operacional)

Calorimetría.- Medición de la producción de calor por el cuerpo humano.

Catabolismo.- Degradación de sustancias o elementos por el organismo.

Cinética.- Referente a la luz y calor del sol.

Correlación.- Grado de dependencia entre dos o más variables estadísticas.

Directamente proporcional.- A mayor valor de la variable dependiente mayor valor de la variable independiente y viceversa.

Entropía.- Fenómenos que permiten obtener energía del exterior.

Estimación.- Valor obtenido mediante cálculos matemáticos o probabilísticos.

Gasto energético.- Utilización de kilocalorías para el desarrollo de un trabajo o actividad.

Lactancia.- Período durante el cual la madre amamanta a su crío.

Metabolismo.- Proceso mediante el cual el organismo realiza sus funciones básicas.

Requerimiento.- Cantidad requerida de cualquier sustancia o elemento para satisfacer las necesidades del cuerpo.

Significancia.- Término estadístico para mencionar el grado de error en una estimación.

Sustratos nutritivos.- Elementos contenidos en los alimentos y que son necesarios para el hombre.

Termodinámica.- Proceso de estudio u observación de la producción y flujo del calor.

Variable cualitativa.- Medición hecha a un objeto o individuo en estudio y la cual no se puede representar con escala numérica.

Variable cuantitativa.- Medición hecha a un objeto o individuo en estudio y la cual se representa con escala numérica.

11.5. Fotografías de métodos y procedimientos



Fotografía 1: Capacitación de los encuestadores para la unificación de criterios y estandarización de la información



Fotografía 2: Recolección de datos en los municipios del Área Metropolitana de Monterrey por parte de los encuestadores



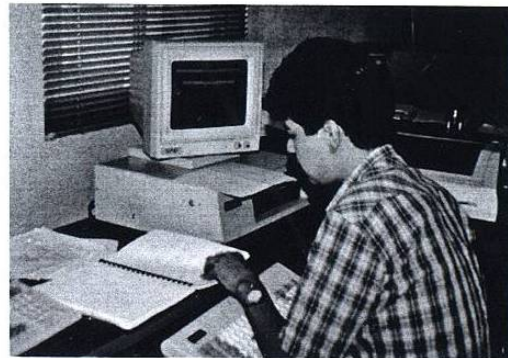
Fotografía 3: Proceso de captura de la base de datos.



Fotografía 4: Muestra incluida para la recolección de los datos.



Fotografía 5: Algunos inconvenientes en la recolección de datos



Fotografía 6: Procesamiento de la información para estimaciones del requerimiento energético, presentación y análisis estadístico.

11.6. Coeficientes de z de tablas

(1) Puntuación "Z"	(2) Distancia de "Z" a la media	(3) Área de la parte mayor	(4) Área de la parte menor
1.65	.4505	.9505	.0495
1.66	.4515	.9515	.0485
1.67	.4525	.9525	.0475
1.68	.4535	.9535	.0465
1.69	.4545	.9545	.0455
1.70	.4554	.9554	.0446
1.71	.4564	.9564	.0436
1.72	.4573	.9573	.0427
1.73	.4582	.9582	.0418
1.74	.4591	.9591	.0409
1.75	.4599	.9599	.0401
1.76	.4608	.9608	.0392
1.77	.4616	.9616	.0384
1.78	.4625	.9625	.0375
1.79	.4633	.9633	.0367
1.80	.4641	.9641	.0359
1.81	.4649	.9649	.0351
1.82	.4656	.9656	.0344
1.83	.4664	.9664	.0336
1.84	.4671	.9671	.0329
1.85	.4678	.9678	.0322
1.86	.4686	.9686	.0314
1.87	.4693	.9693	.0307
1.88	.4699	.9699	.0301
1.89	.4706	.9706	.0294
1.90	.4713	.9713	.0287
1.91	.4719	.9719	.0281
1.92	.4726	.9726	.0274
1.93	.4732	.9732	.0268
1.94	.4738	.9738	.0262
1.95	.4744	.9744	.0256
1.96	.4750	.9750	.0250
1.97	.4756	.9756	.0244
1.98	.4761	.9761	.0239
1.99	.4767	.9767	.0233

11.7. Interpretación del coeficiente de correlación

El coeficiente de Pearson, cuando $r = 0$, indica que no existe correlación.

El $r = 0$ indica una *relación positiva perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye) o *relación negativa perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta) o *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye) o *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta) o *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta) o *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Aumenta X cuando Y disminuye).

El $r = 0$ indica una *relación perfecta* (Disminuye X cuando Y aumenta).

