

LCN. Azucena  
Medina García

Evaluación de composición corporal y  
ángulo de fase en mujeres con  
diagnóstico de hipotiroidismo clínico

2021



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales

Evaluación de composición corporal y ángulo de fase en  
mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico

Tesis

Que como parte de los requisitos para  
obtener el Grado de

Maestra en Nutrición Clínica Integral

Presenta

LCN. Azucena Medina García

Dirigido por

MNC. Óscar Martínez González

Querétaro, Qro. a enero 2021



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

Evaluación de composición corporal y ángulo de fase en mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de

Maestra en Nutrición Clínica Integral

Presenta:

LCN. Azucena Medina García

Dirigido por:

MCN. Óscar Martínez González

MNC. Oscar Martínez González

Presidente

Dra. Ma. Ludivina Robles Osorio

Secretario

Dra. Diana Beatriz Rangel Peniche

Vocal

MNH. Ma. Guadalupe Martínez Peña

Suplente

Dra. Ma. De los Ángeles Aguilera Barreiro

Suplente

Centro Universitario Querétaro, Qro.  
Enero 2021  
México

Dirección General de Bibliotecas UAQ

**DEDICATORIA**

A mis padres, por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su promoción al avance de investigación científica en México y continuar con el programa de becas.

También a mi director de tesis, el MNC. Óscar Martínez González por aventurarse a esta investigación junto conmigo, estar presente para explicarme detenidamente desde su experiencia, incitar a que las cosas se hagan con tiempo, y por todo su apoyo a lo largo de la maestría.

Por último, agradezco a mis sinodales por aceptar participar en este proyecto y brindar siempre su constante y detallada retroalimentación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
ÍNDICE .....	V
ÍNDICE DE CUADROS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESÚMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Glándula tiroides: Anatomía y fisiología .....	3
2.2 Síntesis, almacenamiento y secreción de hormonas tiroideas .....	4
2.3 Regulación de síntesis y secreción de hormonas tiroideas .....	7
2.4 Transporte y metabolismo de hormonas tiroideas .....	8
2.5 Efectos corporales de las hormonas tiroideas .....	10
2.6 Hipotiroidismo .....	11
2.7 Composición corporal y ángulo de fase .....	14
2.8 Composición corporal y ángulo de fase en hipotiroidismo .....	17
3. HIPÓTESIS .....	20
4. OBJETIVOS .....	21
4.1 Objetivo general .....	21
4.2 Objetivos específicos .....	21
5. MÉTODO .....	22

5.1 Universo y muestra .....	22
5.2 Materiales y métodos .....	23
5.3 Análisis estadístico .....	26
5.4 Ética del estudio .....	26
6. RESULTADOS .....	27
7. DISCUSIÓN .....	37
8. CONCLUSIÓN .....	41
9. REFERENCIAS.....	42
10. ANEXOS .....	48
10.1. Consentimiento informado.....	48
10.2. Expediente clínico-nutricio.....	51

Dirección General de Bibliotecas UAO

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Concentración de yodo en alimentos .....	5
Cuadro 2.2 Ingesta diaria recomendada de yodo .....	6
Cuadro 2.3 Clasificación de hipotiroidismo .....	11
Cuadro 5.1 Posición adecuada del paciente sobre el equipo Body Composition Analyzer mBCA SECA 514® .....	25
Cuadro 6.1 Análisis descriptivo de variables antropométricas y de composición corporal entre grupos.....	29
Cuadro 6.2 Análisis descriptivo de variables antropométricas y de composición corporal en mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico acorde a la realización de actividad física .....	31
Cuadro 6.3 Análisis descriptivo de variables de perfil tiroideo entre grupos .....	32
Cuadro 6.4 Correlación entre resultado de perfil tiroideo con variables antropométricas y de composición corporal .....	33
Cuadro 6.5 Análisis descriptivo de variables de consume dietético entre grupos .....	35
Cuadro 6.6 Análisis descriptivo de variables de consumo dietético en mujeres con hipotiroidismo acorde al tiempo de diagnóstico .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura básica de las hormonas tiroideas. ....	7
Figura 6.1 Diagrama del diseño del estudio y las mujeres elegidas a participar. ....	27
Figura 6.2 Clasificación de las mujeres participantes acorde al diagnóstico de composición corporal. ....	28
Figura 6.3 Clasificación de las mujeres participantes acorde al tiempo de realización de actividad física por semana. ....	30
Figura 6.4 Clasificación de las mujeres participantes acorde al nivel de TSH. ....	32

Dirección General de Bibliotecas UAO



## RESÚMEN

Introducción: el hipotiroidismo es una patología asociada con reducción del gasto energético en reposo, ganancia de peso y cambios en composición corporal. Diversos estudios han observado diferencia significativa de peso, incluso a pesar de reportar un menor consumo energético entre sujetos eutiroideos con terapia de reemplazo de levotiroxina comparado con controles sanos. Objetivo: evaluar la composición corporal y ángulo de fase en mujeres de 20 a 65 años con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y en mujeres sanas residentes del estado de Querétaro. Método: se trató de un estudio transversal, descriptivo, observacional y comparativo desarrollado en mujeres con diagnóstico previo de hipotiroidismo clínico en tratamiento farmacológico y mujeres aparentemente sanas sin historial de alteraciones tiroideas. Se les realizó una entrevista para elaborar su expediente clínico-nutricio y tres recordatorios de 24 horas, además de la medición de estatura, cintura, cadera, y análisis de composición corporal mediante bioimpedancia vectorial (BIVA). Se manejó el paquete estadístico SPSS versión 23 para el análisis estadístico; se utilizó la prueba Shapiro-Wilk para contrastar normalidad de datos y la prueba T de student para muestras independientes para comprobación de hipótesis. Resultados: se valoraron 30 mujeres (15 controles y 15 con diagnóstico de hipotiroidismo). Contrario a lo esperado, no se identificaron diferencias significativas en las variables antropométricas, de composición corporal, y en los resultados de último perfil tiroideo entre grupos. Se identificó una tendencia a mayor consumo de energía entre las mujeres control que entre las mujeres con hipotiroidismo. Se encontró que el riesgo de presentar un índice de masa muscular (IMM) bajo y un índice de masa grasa (IMG) alto en las pacientes con hipotiroidismo es 3.5 y 2.1 veces mayor, además que el padecer de esta enfermedad representa un factor protector ante la presencia de un ángulo de fase bajo. Conclusión: al no observar diferencias en las variables de composición corporal entre las mujeres valoradas, se concluyó que entre las mujeres participantes el padecer hipotiroidismo no es un factor predisponente para continuar con exceso de peso una vez tratada la patología.

Palabras clave: hipotiroidismo, composición corporal, ángulo de fase, nutrición.

## ABSTRACT

Introduction: hypothyroidism is a pathology associated with reduced resting energy expenditure, weight gain, and changes in body composition. Several studies have observed a significant difference in weight, despite reporting a lower energy intake, between euthyroid subjects with levothyroxine replacement therapy compared to healthy controls. Objective: To assess body composition and phase angle in women aged 20 to 65 years with diagnosis of clinical hypothyroidism and in healthy women living in the state of Querétaro. Method: it was a cross-sectional, descriptive, observational and comparative study developed in women with a previous diagnosis of clinical hypothyroidism under pharmacological treatment and apparently healthy women without a history of thyroid alterations. Once the inclusion criteria were met, they were interviewed to prepare their clinical-nutritional record and three 24-hour food recalls, in addition to the measurement of height, waist, hips, and body composition analysis using vectorial bioimpedance (BIVA). The statistical package SPSS version 23 was used for the statistical analysis; the Shapiro-Wilk test was used to assess normality and the student's T test for independent samples to test hypotheses. Results: 30 women were evaluated (15 controls and 15 with a diagnosis of hypothyroidism). Contrary to expectations, no significant differences were identified in anthropometric variables, body composition, and in the results of the last thyroid profile between groups. A trend towards higher energy consumption was identified among control women than among women with hypothyroidism. The risk of presenting a low muscle mass index (IMM) and a high fat mass index (IMG) in patients with hypothyroidism was 3.5 and 2.1 times higher, thus having this disease represents a protective factor in the presence of a low phase angle. Conclusion: no differences in the body composition variables among participants were found. It was concluded that suffering from hypothyroidism is not a predisposing factor to continue being overweight once the pathology has been treated.

Keywords: hypothyroidism, body composition, phase angle, nutrition.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se denomina hipotiroidismo al estado clínico caracterizado por una menor producción de hormonas tiroideas (Brent & Weetman, 2016) manifestándose, en función del grado de deficiencia en todos los sistemas orgánicos (Hernández, 2016). La prevalencia reportada de esta patología a nivel mundial oscila entre 0.2-1.1% (Hollowell et al., 2002; Takeda et al., 2009; Sánchez et al., 2012; Robles et al., 2014) y afecta en mayor proporción a mujeres (Vanderpump et al., 1995). Las hormonas tiroideas ejercen un rol crítico sobre el gasto energético, masa corporal y composición corporal (McAninch & Bianco, 2014), por lo que esta patología se asocia con reducción del gasto energético en reposo, ganancia de peso y cambios en la composición corporal (Mullur, Liu, & Brent, 2014).

Existen diversos estudios que han evaluado el impacto de esta enfermedad sobre la composición corporal, observando que después de restablecer el eutiroidismo con terapia de reemplazo de levotiroxina existe reducción del peso corporal, pero los cambios en la composición corporal son variables (Sánchez et al., 2005; Karmisholt et al., 2011; Cerit et al., 2015; Sirigiri et al., 2016; Stangierski et al., 2016). Sin embargo, al comparar a sujetos eutiroides con terapia de reemplazo de levotiroxina contra controles sanos, sigue existiendo una diferencia significativa de peso (Bakiner, Bozkirli, Duygu, & Ozsahin, 2013; Peterson, McAninch, & Bianco, 2016) incluso a pesar de reportar un menor consumo energético (Peterson et al., 2016). Los estudios disponibles en relación al tema son de diversos países, entre los cuales no destaca México. Sumado a esto, un reciente estudio concluyó que en mujeres que padecen hipotiroidismo existe un riesgo más alto de muerte por diabetes mellitus, enfermedad cerebrovascular o enfermedad cardiovascular del 60%, 30% y 20% respectivamente, comparado con mujeres sin enfermedad tiroidea (Journy et al., 2017).

Un método para medir la composición corporal es el análisis de bioimpedancia, el cual se basa en las propiedades conductoras del cuerpo humano (Fosbøl & Zerahn, 2015). A través de este método es posible conocer el ángulo de

fase, conocido por ser un valor predictivo de deterioro clínico y mortalidad en variedad de enfermedades, que expresa tanto cantidad como calidad de tejido blando; este dato se ha sugerido como indicador de salud celular, donde valores más altos son reflejo de celularidad, integridad de la membrana celular y mejor función celular (Norman, Stobäus, Pirlich, & Bosy, 2012). Factores como a edad, el peso, la estatura, el índice de masa corporal (IMC), la masa muscular y el sexo son datos que alteran los valores de ángulo de fase (Norman et al., 2012; Siddiqui, Khan, Shoeb, & Bose, 2016). Existe poca información acerca de su importancia en pacientes con hipotiroidismo, siendo utilizado solamente por Seppel, Kosel, & Schlaghecke (1997).

La relevancia de este proyecto de investigación radica en conocer si en México son equiparables los resultados comparado con los estudios reportados hasta la fecha, además de concientizar acerca de la importancia de conocer de forma precisa la composición corporal individual dado que brinda información sumamente útil para que el nutriólogo pueda llevar a cabo un tratamiento nutricional adecuado al paciente. Por otro lado, existen pocos estudios en México que contemplen estudiar las alteraciones provocadas por enfermedades tiroideas, siendo de importancia precisamente por el compromiso que generan a nivel de composición corporal.

Por todo lo expuesto anteriormente, el siguiente proyecto pretende evaluar la composición corporal y ángulo de fase en mujeres de 20-65 años con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y en mujeres sanas residentes del estado de Querétaro.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Glándula tiroides: Anatomía y fisiología

La glándula tiroides es uno de los órganos endócrinos de mayor tamaño (Salvatore, Davies, Schlumberger, Hay, & Larsen, 2016). Se localiza en la porción anterior del cuello, desde la quinta vértebra cervical hasta la primera vértebra torácica y dentro del triángulo muscular del cuello (Torres, Sosa, Moysen, Mendoza, & Galindo, 2016). Esta glándula presenta un peso aproximado de entre 15-20 g y está compuesta por dos lóbulos de 2-2.5 cm de grosor y longitud de 4 cm, unidos por una tira delgada de tejido denominada istmo, que presentan aproximadamente 0.5 cm de grosor, 2 cm de ancho y 1-2 cm de alto. Su aporte de sangre arterial se constituye por dos vasos: la arteria tiroidea superior e inferior, con estimaciones del flujo sanguíneo tiroideo de 4-6 ml/min/g (Salvatore et al., 2016).

La unidad funcional de la glándula tiroides es el folículo. El lóbulo tiroideo está compuesto por entre 20-40 folículos delimitados por tejido conectivo, cada folículo tiene un diámetro de alrededor de 200  $\mu$ m, presentan forma oval y se encuentran revestidos por una capa de células epiteliales conocidas como células foliculares o tirocitos (Torres et al., 2016). Entre los tirocitos existen células C o parafoliculares que producen la hormona calcitonina, cuya función es regular la homeostasis de calcio (Tortora & Derrickson, 2017). La luz de los folículos contiene coloide, donde se encuentra la tiroglobulina (TGB), glucoproteína que contiene residuos de alrededor de 100 aminoácidos de tirosina (Torres et al., 2016; Tortora & Derrickson, 2017).

La función principal de la glándula tiroides es la producción y secreción de la cantidad necesaria de tironinas yodadas u hormonas tiroideas, principalmente tiroxina ( $T_4$ ) y en una menor proporción triyodotironina ( $T_3$ ), la cual surge a partir de la desyodación extra tiroidea de  $T_4$  (Cooper & Ladenson, 2012).

## 2.2 Síntesis, almacenamiento y secreción de hormonas tiroideas

Para la síntesis de hormonas tiroideas es esencial el yodo (Barrett, Barman, Boitano, & Brooks, 2012; Salvatore et al., 2016). Este oligoelemento está presente en los alimentos principalmente en forma de yoduro, y en menor medida unido covalentemente a aminoácidos. Tanto en alimentos como en la dieta total, el contenido de yodo es influenciado por la composición del suelo y las condiciones de los cultivos (Gil, Gil, & Navarro, 2010).

El yodo se encuentra presente naturalmente en alimentos que crecen o se crían en ambientes marinos (pescado y algas marinas), en algunos alimentos se encuentra en pequeñas cantidades pero aumenta su contenido por su fortificación (sal, fórmulas infantiles, reemplazos de comida). En otros alimentos, la presencia de yodo se debe a adiciones indirectas: en productos lácteos por el uso de yodóforos como agentes de limpieza, en productos horneados por la presencia de yodatos para acondicionar la masa y en algunos productos procesados que contienen eritrosina (rojo no. 3), un aditivo de color organoyodado (Pehrsson et al., 2016). En el Cuadro 2.1 se presenta el contenido de yodo de algunos alimentos.

El requerimiento mínimo para la adecuada función tiroidea es de 50  $\mu\text{g}$  por día (Torres et al., 2016). En el Cuadro 2.2 se presentan las recomendaciones de consumo de yodo acorde a grupos de edad.

El yoduro se absorbe en el tubo digestivo así como a través de la piel, mucosas y pulmones, se distribuye en el líquido extracelular donde sirve de reserva y el resto es captado por las células foliculares, donde se pueden almacenar hasta 8,000  $\mu\text{g}$  con recambio de solo 1% por día (Torres et al., 2016).

Casi todo el yoduro se excreta por los riñones (95%), por lo que la excreción urinaria de yoduro es un buen índice de ingestión dietaria (Cooper & Ladenson, 2012). De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio SALMEX llevado a cabo por Vega-Vega et al. (2018), solo el 1.8% de la población mexicana valorada presentaron valores de excreción urinaria de yoduro que sugerían un bajo consumo

de yodo comparado con el requerimiento promedio estimado, observando además que el consumo de yodo fue directamente proporcional al consumo de sodio.

Cuadro 2.1 Concentraciones de yodo en alimentos

Alimentos	Yodo ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )
Langosta, preparada	185 $\pm$ 44
Ostras, preparadas	109 $\pm$ 26
Bacalao, crudo	94 $\pm$ 36
Pan, blanco, enriquecido	74 $\pm$ 151
Almejas, enlatadas	66 $\pm$ 9
Huevos, revueltos	58 $\pm$ 42
Huevos, hervidos	51 $\pm$ 40
Queso, cheddar, natural	49 $\pm$ 16
Queso crema	43 $\pm$ 7
Leche, descremada, fluida	42 $\pm$ 12
Leche, chocolate, baja en grasa, fluida	41 $\pm$ 8
Leche, baja en grasa (2%), fluida	41 $\pm$ 5
Leche, entera, fluida	41 $\pm$ 8
Yogurt, bajo en grasa, sabor a fruta	41 $\pm$ 9
Cangrejo azul, preparado	38 $\pm$ 12
Camarón, preparado	24 $\pm$ 8
Atún, crudo	18 $\pm$ 6
Salmón, crudo	14 $\pm$ 3

Modificada de: Pehrsson et al. (2016)

\* NC: No calculado

Ciertos alimentos ejercen una actividad antitiroidea. Los alimentos vegetales cianógenos provocan este efecto mediante la inhibición de la enzima peroxidasa tiroidea; la hidrólisis de glucosinolatos y progoitrina presentes en hortalizas crucíferas (coliflor, brócoli, repollo, coles de Bruselas, semilla de mostaza, nabo, rábano, brotes de bambú, mandioca) puede formar iones de tiocianato y goitrina, respectivamente, compuestos que interfieren con la síntesis de hormonas tiroideas

al competir con el yodo para ser captados por la glándula tiroidea; las isoflavonas genisteína y daidzeína presentes en la soya y derivados y los derivados fenólicos presentes en el cacahuete, inhiben la actividad de la enzima peroxidasa tiroidea, mientras que en el caso de los derivados fenólicos estos presenta una similitud estructural con el aminoácido tirosina compitiendo con éste en el proceso de yodación y originando compuestos sin actividad hormonal. Sin embargo, si la ingesta de yodo es la adecuada, el consumo de estos alimentos no suele aumentar el riesgo de desarrollo de hipofunción tiroidea (Gil et al., 2010; Dean, 2017).

Cuadro 2.1 Ingesta diaria recomendada de yodo

Grupo	µg/día
Niños	50-120
Adultos	150
Embarazadas	250
Lactancia	250

Obtenida de: Torres et al. (2016)

Las células foliculares captan iones yoduro por transporte activo desde la sangre hasta su citosol (Barrett et al., 2012). Los tirocitos expresan de forma abundante el cotransportador unidireccional de sodio-yoduro (Cooper & Ladenson, 2012). Los iones yoduro son oxidados en yodo en una reacción catalizada por la enzima peroxidasa tiroidea, la cual está unida a la membrana apical de las células foliculares. Al ser oxidados, los iones yoduro convertidos en yodo cruzan la membrana hasta el coloide. En el coloide, las moléculas de yodo reaccionan con el aminoácido tirosina, parte de las moléculas de TGB. La unión con un átomo de yodo produce monoyodotirosina ( $T_1$ ) y una segunda yodación, la diyodotirosina ( $T_2$ ). Después, dos moléculas de  $T_2$  se unen para formar  $T_4$ , mientras que una  $T_1$  y una  $T_2$  forman la  $T_3$ . También surge una pequeña cantidad de  $T_3$  reversa ( $rT_3$ ) (Barrett et al., 2012). La estructura básica de las hormonas tiroideas consiste en dos anillos



derivados del aminoácido tirosina, donde el anillo interno conserva los grupos amino y carboxilo y el anillo externo se une al interno por enlace éster (Solís, Orozco, García, Robles-Osorio, & Valverde, 2011) (Figura 2.1):

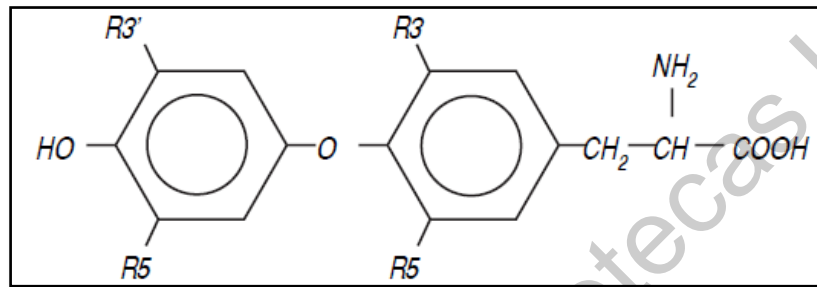


Figura 2.1 Estructura básica de las hormonas tiroideas.

Las hormonas tiroideas se almacenan como parte de la TGB en el coloide. Gotitas de coloide entran en las células foliculares por pinocitosis y se fusionan con un lisosoma, donde enzimas digestivas desdoblan la TGB, separando a las moléculas T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, las cuales se difunden por la membrana plasmática y pasan a circulación sanguínea (Tortora & Derrickson, 2017). T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> son desyodadas por una desyodasa yodotirosínica, recuperándose yodo y tirosinas yodadas las cuales se reciclan en ciclos adicionales de síntesis hormonal (Barrett et al., 2012).

### 2.3 Regulación de síntesis y secreción de hormonas tiroideas

La principal hormona secretada por la glándula tiroides es la T<sub>4</sub>, mientras que la T<sub>3</sub> es secretada en cantidades menores. La glándula tiroidea secreta en promedio 80µg de T<sub>4</sub>, 4 µg de T<sub>3</sub>, y 2 µg de rT<sub>3</sub> al día. La T<sub>3</sub> es biológicamente más activa que T<sub>4</sub> y es generada en sus sitios de acción en tejidos periféricos mediante desyodación de la tiroxina (Barrett et al., 2012).

La síntesis y secreción de hormonas tiroideas está regulada por el eje hipotálamo-hipófisis-tiroides, el cual funciona por retroalimentación negativa (Ascencio, 2018). Sin la integridad de este eje, las hormonas tiroideas no pueden

producirse (Torres et al., 2016). Una disminución de la concentración de hormonas tiroideas activa la liberación de la hormona liberadora de tirotropina (TRH) hipotalámica, la cual estimula la producción hipofisiaria de tirotropina u hormona estimulante de la tiroides (TSH), provocando la síntesis y secreción de hormonas tiroideas por parte de la glándula tiroides (Ascencio, 2018; Jameson & Weetman, 2009).

La TRH es un tripéptido producido en el núcleo paraventricular y la eminencia media del hipotálamo. Una disminución en la concentración sérica de hormonas tiroideas favorece su producción y liberación, mientras que un incremento de hormonas tiroideas así como de glucocorticoides provoca su inhibición. Este tripéptido actúa principalmente sobre las células tirotropas, uniéndose a través de su receptor en la hipófisis anterior para la síntesis y secreción de TSH (Torres et al., 2016).

La TSH es una glucoproteína constituida por una fracción  $\alpha$ , con estructura similar a la de las hormonas luteinizante (LH), foliculoestimulante (FSH) y gonadotropina coriónica humana (hCG); y una fracción  $\beta$ , específica de esta glucoproteína. La producción y liberación de TSH se da ya sea por la acción de TRH o por una disminución en la concentración de hormonas tiroideas, mientras que su inhibición puede ser por incremento de hormonas tiroideas, o por dopamina, glucocorticoides, somatostatina o sus análogos (Torres et al., 2016).

La regulación de las hormonas tiroideas TRH y TSH mediante retroalimentación se logra a través de un sistema de control parácrino (Kaiser & Ho, 2016).

#### 2.4 Transporte y metabolismo de hormonas tiroideas

Tanto  $T_3$  como  $T_4$  circulan en la sangre unidas a proteínas plasmáticas. Las proteínas plasmáticas a las que se asocian principalmente son globulina de unión a tiroxina (TBG), transtiretina (TTR) y albúmina (Cooper & Ladenson, 2012; Salvatore

et al., 2016). De forma normal, 99.9% de la T<sub>4</sub> en plasma se encuentra unida, donde la albúmina tiene mayor capacidad para transportarla mientras que la TBG posee la menor capacidad. En relación a T<sub>3</sub>, el 99.8% esta fijo a proteínas, 46% a TBG y gran parte de la fracción restante a albúmina con poca fijación a TTR (Barrett et al., 2012).

Solo 0.02% de T<sub>4</sub> y 0.2% de T<sub>3</sub> se encuentran libres o no unidas, disponibles para entrar a tejidos blanco. Estas hormonas libres son las que son fisiológicamente activas en el plasma y ejercen acción de retroalimentación para inhibir la secreción de TSH por la hipófisis (Barrett et al., 2012).

Una alteración en las concentraciones de proteínas transportadoras suelen modificar las cifras totales de hormonas, sin embargo, las fracciones libres se mantienen normales por lo que no existe repercusión tiroidea en padecimientos que provocan elevación o disminución de proteínas (Torres et al., 2016).

Las hormonas tiroideas tienen un papel importante en todo el organismo, y entran a las diferentes células a través de transportadores específicos (Torres et al., 2016). Para que la concentración de hormonas tiroideas sea la necesaria en el interior de los tejidos blanco, se necesita de las desyodasa yodotirosínica, familia de enzimas que se encuentran distribuidas en los diferentes tejidos del organismo (Solís et al., 2011). Una característica importante es que son selenoenzimas, por lo que contienen el aminoácido selenocisteína como residuo clave de su sitio activo (St Germain, Galton, & Hernandez, 2009). Las principales desyodasas son D1, D2 y D3 (Solís et al., 2011).

La desyodación de las hormonas tiroideas es esencial para activar o inactivar estos compuestos, influenciando los niveles disponibles de hormonas tiroideas extra e intracelulares y su acción (Solís et al., 2011; St Germain et al., 2009). Las tironinas son producidas exógenamente a partir de T<sub>4</sub> por la remoción de los átomos de yodo que contienen. La desyodación del anillo externo (ORD: outer ring deiodination) de la T<sub>4</sub> y T<sub>3</sub> genera metabolitos activos (T<sub>3</sub> y 3,5-T<sub>2</sub>, respectivamente), vía conocida como de activación y que es catalizada por D1 y D2. La desyodación del anillo

interno (IRD: inner ring deiodination) forma metabolitos inactivos ( $rT_3$ , 3,5'- $T_2$ , 3',3'- $T_2$ ) por lo que se conoce como vía de inactivación y es catalizada por D3 y D1 (Solís et al., 2011).

La desyodasa D1 se expresa y tiene mayor actividad en órganos con gasto metabólico elevado como hígado, riñón y glándula tiroideas; en relación a la desyodasa D2, ésta se expresa en mayor proporción en hipófisis, cerebro (células gliales, astrocitos y tanicitos), células endoteliales, placenta, grasa parda, glándula tiroideas, músculo esquelético, piel y osteoblastos; por último, la desyodasa D3 es expresada principalmente en cerebro (neuronas), piel, endotelio vascular, placenta y útero gestante (Solís et al., 2011).

### 2.5 Efectos corporales de las hormonas tiroideas

Al entrar a las células, las hormonas tiroideas se unen a sus receptores tiroideos (RT) en el núcleo. El complejo hormona-receptor se liga al ácido desoxirribonucleico (ADN) y aumenta la expresión de genes que codifican proteínas reguladoras de la función celular (Barrett et al., 2012). Las hormonas tiroideas regulan el consumo de oxígeno y el metabolismo basal, el metabolismo celular, y el crecimiento y desarrollo (Tortora & Reynolds, 2002). Algunos de sus efectos, son los siguientes (Barrett et al., 2012):

- Aumentan el consumo de oxígeno de casi todos los tejidos con metabolismo activo, a excepción del cerebro, testículos, útero, ganglios linfáticos, bazo y adenohipófisis.
- Tienen efecto energético debido al metabolismo de los ácidos grasos que movilizan.
- Intensifican la actividad de la ATPasa de sodio y potasio de la membrana en muchos tejidos.
- Necesarias para la conversión de caroteno en vitamina A en el hígado, provocando carotenemia si hay acumulación en circulación sanguínea.

- Se encargan del metabolismo de diversas proteínas presentes en la piel, las cuales se combinan con polisacáridos, ácido hialurónico, y ácido condroitinsulfúrico.
- Aumenta el gasto cardíaco, aumentando el pulso y la frecuencia del latido cardíaco.
- Modificación de los reflejos.
- Efectos en el desarrollo cerebral.
- Afectan la expresión de los genes de cadena pesada de miosina en el músculo estriado y el miocardio.
- Intensifican la absorción de carbohidratos en el tubo digestivo.
- Disminuyen las concentraciones de colesterol circulante por mayor formación de receptores de lipoproteína de baja densidad (LDL) en hígado.
- Esenciales para el crecimiento y la maduración esqueléticos normales.
- Rol crítico sobre el gasto energético, masa corporal y composición corporal.

## 2.6 Hipotiroidismo

Los desórdenes tiroideos son la segunda causa más común de enfermedad endócrina entre la población general (Robles et al., 2014), dentro de los cuales la hipofunción tiroidea es uno de los desórdenes más prevalentes en el adulto (Hernández, 2016). El hipotiroidismo es un síndrome clínico caracterizado por la presencia de bajos niveles de hormonas tiroideas en sangre (Nygaard, 2014); este síndrome puede clasificarse como sigue (Cuadro 2.3):

Cuadro 2.2 Clasificación de hipotiroidismo

Clasificación	Causa
Primario	Insuficiencia tiroidea. Más frecuente.
Secundario	Deficiencia de TSH hipofisiaria.
Terciario	Deficiencia de TRH hipotalámica.
Resistencia	Resistencia periférica a la acción de hormonas tiroideas.

Obtenido de: Cooper & Ladenson (2012).

El hipotiroidismo primario puede ser *clínico*, el cual se diagnostica con base en características clínicas, un nivel sérico elevado de TSH ( $>10$  mUI/L), y T<sub>4</sub> libre (y/o T<sub>3</sub>) por debajo del valor de referencia ( $<0.8$  ng/dL); o *subclínico*, donde se observa un nivel de TSH sérico por arriba del valor de referencia ( $>4.5$  mUI/L pero  $<10$  mUI/L) y T<sub>4</sub> libre sérica (y/o T<sub>3</sub>) dentro del rango de referencia (0.8-2.7 ng/dL) (Nygaard, 2014).

La deficiencia de yodo es la causa más común de hipotiroidismo primario; sin embargo, en áreas con suficiencia de yodo, la causa más común es la tiroiditis autoinmune crónica (tiroiditis de Hashimoto). Esta enfermedad también puede ocurrir como resultado del uso de yodo radioactivo o tratamiento quirúrgico por hipertiroidismo, cáncer de tiroides, o enfermedad tiroidea nodular benigna, y después de radiación externa por tumores malignos de cabeza y cuello no relacionados con la tiroides, incluyendo linfoma (Garber et al., 2012).

Diversos estudios han evaluado la prevalencia de hipotiroidismo clínico entre la población adulta. Vanderpump et al. (1995) valoraron a adultos británicos en el estudio British Wickham, documentando que 9.3% de las mujeres y 1.2% de los hombres estudiados presentaban un valor sérico de TSH  $>10$  mIU/L, además que la incidencia de hipotiroidismo en mujeres fue mayor que en hombres (3.5/1,000 sobrevivientes/año y 0.6/1,000 sobrevivientes/año, respectivamente). Hollowell et al. (2002), a través del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), reportaron una prevalencia de hipotiroidismo clínico de 0.3% en población estadounidense, mientras que Takeda et al. (2009) reportaron una prevalencia de hipotiroidismo entre población japonesa de 0.2%. En México, Sánchez et al. (2012) evaluaron a una muestra representativa nacional de la población adulta encontrando un nivel sérico de TSH  $>10$  mIU/L en 0.1% de hombres y 1.1% de mujeres y Robles et al. (2014) reportaron una prevalencia de hipotiroidismo clínico en un 1.1% de mujeres queretanas.

El hipotiroidismo provoca características clínicas como desaceleración mental, depresión, demencia, ganancia de peso, estreñimiento, piel seca, pérdida

de cabello, intolerancia al frío, voz ronca, menstruación irregular, infertilidad, rigidez y dolor muscular, bradicardia, e hipercolesterolemia (Nygaard, 2014).

Los pacientes con hipotiroidismo primario con un valor de TSH mayor a 10 mIU/L, deben recibir tratamiento farmacológico (Garber et al., 2013). La monoterapia con levotiroxina ha sido el pilar del reemplazo de hormonas tiroideas debido a que es fácilmente administrada, bien absorbida por la vía oral y su larga vida media (1 semana) permite una dosificación diaria con niveles séricos muy estables. Además, ya se ha demostrado que la mayor parte de la  $T_3$  circulante proviene de la conversión periférica de  $T_4$  a  $T_3$  y no a la secreción de  $T_3$  por parte de la glándula tiroides (Wiersinga, Duntas, Fadeyev, Nygaard, & Vanderpump, 2012; Dayan & Panicker, 2018).

La dosis de reemplazo de levotiroxina es de 1.6 mcg/kg/día, y deberá administrarse 60 minutos antes de la comida o al menos 3 horas después de comer. Es importante mantener una formulación o marca consistente de levotiroxina (Patil & Jialal, 2019). La dosis diaria depende de la edad, sexo, y tamaño corporal, utilizando el peso corporal ideal para el cálculo de la dosis clínica debido a que la masa magra es el mejor predictor de los requerimientos diarios. Una vez determinada la dosis de reemplazo adecuada, se recomiendan evaluaciones de seguimiento periódicas con pruebas de TSH repetidas a los 6 meses (Garber et al., 2013).

Existe un pequeño grupo de pacientes que, a pesar de que sus pruebas de función tiroidea muestran un adecuado reemplazo de levotiroxina, continúan con síntomas persistentes (Dayan & Panicker, 2018). Las posibles causas de síntomas persistentes en pacientes tratados con monoterapia con levotiroxina pueden explicarse por la naturaleza crónica de la enfermedad, por su asociación con enfermedades autoinmunes o la autoinmunidad tiroidea per se, y dosis de levotiroxina o modalidad de tratamiento inadecuada (Wiersinga et al., 2012). Existe la posibilidad de que estos pacientes tengan mejores resultados con la terapia de combinación ( $T_3 + T_4$ ) (Dayan & Panicker, 2018). Sin embargo, no hay pruebas

suficientes de que la terapia combinada sirva mejor en los pacientes hipotiroideos que la monoterapia con levotiroxina, por lo que la monoterapia continúa siendo el tratamiento estándar de hipotiroidismo (Wiersinga et al., 2012).

### 2.7 Composición corporal y ángulo de fase

La composición corporal de un organismo es un reflejo de la acumulación de nutrientes y otros sustratos, adquiridos del medio ambiente y retenidos por el cuerpo, los cuales proporcionan vida al organismo. Estos componentes, como tejidos y órganos, brindan forma, masa, y función a los seres vivos. Las técnicas de análisis de composición corporal permiten estudiar la forma en que estos componentes funcionan y visualizar sus cambios con la edad o el estado metabólico (Heymsfield, Pedroza, & Ledesma, 2007).

La composición corporal consiste en modelos y métodos. Hace 70 años, la ciencia de valoración de composición corporal inició con el modelo de dos compartimentos (Müller, Braun, Pourhassan, Geisler, & Bosy-Westphal, 2016). En la actualidad, este modelo es el más comúnmente aplicado en estudios de composición corporal, el cual divide al cuerpo en masa grasa y masa libre de grasa. El último compartimento está formado por agua, proteína, carbohidratos, y minerales (Fosbøl & Zerahn, 2015).

Estudiar la composición corporal es imprescindible por su importancia para comprender el efecto sobre el organismo de factores como la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros. Contribuye, en distinta forma y diferente grado, al diagnóstico, tratamiento, y evaluación del estado de nutrición, por lo que es un área activa de la ciencia y la investigación clínica (Espinosa et al., 2007).

La bioimpedancia (BIA) es un método de valoración de la composición corporal basado en el modelo de dos compartimentos (Heymsfield et al., 2007). Este método se basa en la naturaleza de la conducción de una corriente eléctrica aplicada en el organismo (Lukaski, 1987). Esta corriente eléctrica pasa a través del compartimento con menor resistencia, que en el cuerpo humano es el agua rica en



electrolitos. La conductividad es proporcional al agua corporal total y al tejido con mayor concentración de agua (masa libre de grasa)(Fosbøl & Zerahn, 2015).

La impedancia es resultado de la resistencia al flujo de una corriente eléctrica alterna de un conductor y depende de la frecuencia. Se determina por la relación entre resistencia (R) y la reactancia (Xc) medida en una frecuencia de corriente determinada:  $Z^2 = R^2 + Xc^2$  (Heymsfield et al., 2007). La Xc surge de las membranas celulares, y la R de los fluidos extra e intracelulares. A frecuencia baja o cero, la corriente no penetra la membrana celular, la cual actúa como un aislante, y por lo tanto la corriente pasa a través del fluido extracelular, el cual es responsable de la medición de R corporal. A una frecuencia muy elevada, el capacitor se comporta como capacitor perfecto, y por lo tanto la R corporal total refleja la combinación de fluido intra y extracelular (Kyle et al., 2004). El vector de impedancia crea un ángulo con el vector de la R a medida que cambia la frecuencia de baja a alta. Lo anterior se conoce como ángulo de fase, que es el arcotangente del cociente de la Xc y la R (Heymsfield et al., 2007).

La BIA en sus distintas técnicas, multifrecuencia (BIA-MF), espectroscópica (BIS) y vectorial (BIVA), tiene gran difusión como herramienta diagnóstica de los cambios de la composición corporal. Tiene como ventajas, el ser una técnica no invasiva, económicamente rentable, validada, y de fácil uso si se compara con técnicas de referencia tales como DEXA o utilización de isótopos (Cigarrán, 2011).

La BIVA es un procedimiento independiente que permite la evaluación del paciente a partir de la medición de impedancia y no depende de ecuaciones o modelos (Kyle et al., 2004). En este caso, las medidas de R y Xc obtenidas por el analizador de BIA se consideran como miembros del vector de impedancia. Este vector estandarizado por la estatura del sujeto es confrontado por vía gráfica (grafo RXc) con la distribución de los vectores de la población sana de referencia (Piccoli, Nescolarde, & Rosell, 2002). Este enfoque se ve afectado por errores de medición de la impedancia y la variabilidad biológica de los sujetos. Un vector puede compararse con las elipses de tolerancia de referencia del 50%, 75%, y 95%

calculadas en población sana. La elipse varía con la edad y el tamaño del cuerpo. Los vectores que se encuentran fuera de la elipse de tolerancia del 75% indican una impedancia anormal del tejido, que se puede interpretar de la siguiente manera: los desplazamientos de vectores paralelos al eje principal de tolerancia los elipses indican cambios progresivos en la hidratación del tejido (deshidratación con vectores largos y fuera de la parte superior; hiperhidratación con vectores cortos y fuera del polo inferior), y los vectores que caen arriba (izquierda) o debajo (derecha) del eje mayor de tolerancia, las elipses indican mayor o menor masa celular corporal (BCM), respectivamente, contenidas en los tejidos del cuerpo magro (Kyle et al., 2004).

Los parámetros de impedancia crudos han ganado atención debido a que brindan información del estado de hidratación corporal, la BCM y la integridad celular sin errores innatos de algoritmos o suposiciones como la hidratación constante del tejido. Además, han demostrado ser útiles como valor pronóstico en varias enfermedades; tal es el caso del ángulo de fase (Norman et al., 2012).

El ángulo de fase es un indicador de la cantidad de carga eléctrica que la membrana celular puede mantener, y es debido a esta relación que este índice puede ser de ayuda para conocer la función y salud celular (Dittmar, Reber, & Kahaly, 2015). Se ha sugerido como un indicador de la salud celular, donde valores elevados reflejan mayor celularidad, integridad de la membrana celular, y mejor función celular (Norman et al., 2012). También ha sido utilizado para predecir el resultado clínico debido a que refleja diferentes propiedades eléctricas de los tejidos que son afectadas en varias formas por estado de enfermedad, de nutrición, o estado de hidratación (Kyle et al., 2004).

En adultos sanos factores como la edad, el peso, la estatura, el IMC, la masa muscular y el sexo son datos que alteran los valores de ángulo de fase (Norman et al., 2012; Siddiqui et al., 2016). Este parámetro disminuye con la edad debido a la reducción de masa muscular paralela a la reactancia y al aumento de la resistencia debido a la disminución de la proporción de agua corporal a expensas

del aumento de masa grasa. Los hombres tienen mayores ángulos de fase que las mujeres, por la mayor proporción de masa muscular. El ángulo de fase incrementa con el aumento de IMC, por el aumento de células grasas y musculares, pero esta última asociación se observa con un IMC <30 kg/m<sup>2</sup> ya que con valores de IMC >40 kg/m<sup>2</sup> existe una correlación inversa (Norman et al., 2012).

Espinosa et al. (2007) realizaron elipses de tolerancia en adultos mexicanos sanos a partir de las variables de impedancia estandarizadas por la estatura, las cuales pueden ser utilizadas en la población mexicana para determinar la composición corporal. Obtuvieron un valor de ángulo promedio de  $7.3 \pm 0.9^\circ$  en hombres y  $6.4 \pm 1.0^\circ$  en mujeres.

### 2.8 Composición corporal y ángulo de fase en hipotiroidismo

Diversos estudios han analizado las variables de composición corporal en diversas condiciones y a través de distintos métodos. Seppel et al. (1997) a través de análisis de bioimpedancia (BIA), analizaron la composición corporal de pacientes con hipotiroidismo sin terapia de reemplazo de levotiroxina (n= 26, edad  $63.8 \pm 3.4$  años) con la finalidad de observar las diferencias de sus características corporales con sus pares sanos, observando una diferencia significativa en peso corporal ( $74.5 \pm 2.5$  kg vs.  $66.5 \pm 1.8$  kg,  $p < 0.05$ ) y masa grasa ( $22.2 \pm 1.5$  kg vs.  $16.7 \pm 0.8$  kg,  $p < 0.01$ ), sin diferencia significativa en ángulo de fase ( $5.3 \pm 0.2^\circ$  vs.  $6.0 \pm 0.3^\circ$ ). Este estudio es el único que utiliza el valor de ángulo de fase.

Otros estudios se han dedicado a evaluar el impacto de esta enfermedad sobre la composición corporal al restablecer el eutiroidismo con terapia de reemplazo de levotiroxina, analizando la composición corporal mediante diversos métodos. Al analizar lo anterior mediante absorciometría dual de rayos X (DEXA), Sánchez et al. (2005) reportaron que después de lograr el eutiroidismo los pacientes con hipotiroidismo primario (n=30, edad  $42.7 \pm 14.2$  años) presentaron una disminución significativa en peso ( $72.0 \pm 14.4$  vs.  $69.2 \pm 14.3$  kg,  $p < 0.01$ ) y masa magra ( $36.8 \pm 6.2$  vs.  $32.9 \pm 3.7$  kg,  $p > 0.01$ ), pero un aumento significativo de masa grasa ( $45.2 \pm 9.2$  vs.  $48.9 \pm 8.6\%$ ,  $p < 0.02$ ); Sirigiri et al. (2016) observaron en

pacientes con hipotiroidismo (n= 27, edad  $35.3 \pm 11.0$  años) que después del tratamiento y mantener el estado eutiroideo durante 2 meses, se presentó una reducción significativa de peso ( $57.7 \pm 16.7$  vs.  $56.0 \pm 16.0$  kg,  $p= 0.012$ ) y masa magra ( $39.2 \pm 11.6$  vs.  $37.9 \pm 10.8$  kg,  $p= 0.008$ ), sin observar cambios en masa grasa. Karmisholt et al. (2011) reportaron que después de 1 año de tratamiento, los pacientes con hipotiroidismo (n=12, edad  $56.0 \pm 12$  años) presentaron disminución de peso ( $83.7 \pm 16.4$  kg vs.  $79.4 \pm 16.0$  kg,  $p= 0.002$ ) debido solamente a cambios en masa magra ( $52.3 \pm 11.6$  vs.  $48.5 \pm 12.0$  kg,  $p= 0.001$ ), sin ver diferencia en masa grasa ( $28.1 \pm 10.0$  vs.  $27.8 \pm 8.8$  kg,  $p= 0.70$ ); y Cerit et al. (2015); después de lograr el eutiroidismo observaron que en los pacientes con hipotiroidismo (n=28, edad  $35.0 \pm 10.8$  años) obtuvieron pérdida significativa de peso ( $71.1 \pm 8.8$  vs.  $69.9 \pm 9.5$  kg,  $p= 0.012$ ) y masa magra ( $38.6$  vs.  $37.9$  kg,  $p= 0.034$ ) sin cambios en masa grasa.

Con el análisis de lo anterior mediante bioimpedancia (BIA), Stangierski et al. (2016) reportaron que después del tratamiento con levotiroxina en pacientes con hipotiroidismo (n= 42, edad 45.0 años) se presentó disminución significativa de peso ( $72.3 \pm 24.8$  kg vs.  $69.3 \pm 25.2$  kg,  $p < 0.0005$ ) y masa grasa ( $21.5 \pm 9.3$  kg vs.  $19.1 \pm 9.4$  kg,  $p < 0.0005$ ), sin cambios significativos en masa muscular o agua corporal tras 12 a 16 semanas de intervención.

Al comparar la composición corporal mediante BIA de sujetos eutiroideos con terapia de reemplazo de levotiroxina contra controles sanos, Bakiner et al. (2013) observaron que las mujeres con hipotiroidismo (n= 31, edad  $39.1 \pm 17.7$  años) comparado con mujeres sanas (n= 34, edad  $36.2 \pm 21.3$  años), continuaban con significativamente más peso ( $64.0 \pm 20.8$  vs.  $60.5 \pm 22.2$ ,  $p= 0.019$ ) y porcentaje de grasa corporal ( $31.0 \pm 2.7$  vs.  $28.9 \pm 2.2$ ,  $p= 0.027$ ) que las controles. Peterson et al. (2016) comparando sujetos tratados por hipotiroidismo (n= 469, edad  $64.3 \pm 14.1$  años) contra sujetos control (n= 469, edad  $64.1 \pm 14.0$  años) observaron significativamente mayor IMC entre grupos ( $29.8 \pm 6.7$  vs.  $28.2 \pm 6.2$  kg/m<sup>2</sup>,  $p < 0.001$ ). Por otro lado, Cerit et al. (2015) con el uso de DEXA, observaron que los sujetos eutiroideos comparado con sujetos sanos (n= 28, edad  $34.5 \pm 8.7$  años) no

presentaban diferencias significativas en peso ( $69.9 \pm 9.5$  vs.  $66.0 \pm 10.9$  kg,  $p=0.067$ ), masa grasa ( $27.3 \pm 7.4$  vs.  $24.7 \pm 8.1$  kg,  $p=0.208$ ) o masa magra ( $37.9$  vs.  $36.4$  kg,  $p=0.198$ ).

A través de los estudios mencionados anteriormente, podemos concluir que los sujetos con hipotiroidismo comparados con controles sanos, presentan alteración a nivel de composición corporal y una vez alcanzado el estado eutiroideo se revierte, principalmente a expensas de masa magra. Sin embargo, si se comparan a sujetos eutiroideos con controles sanos, acorde a las conclusiones de Bakiner et al. (2013) continúan teniendo un mayor peso y masa grasa, mientras que de acuerdo a los resultados obtenidos por Cerit et al. (2015) presentan una composición corporal equiparable. En relación al ángulo de fase, existe poca información respecto de su relevancia para con esta patología, siendo utilizado solamente por Seppel et al. (1997). Dada su alteración por cambios a nivel de composición corporal, sería importante su valoración en estos pacientes.

### **3. HIPÓTESIS**

Las mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico en tratamiento farmacológico presentan mayor peso y masa grasa, y menor masa magra y ángulo de fase comparado con mujeres sanas.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Evaluar la composición corporal y el ángulo de fase en mujeres de 20 a 65 años con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y en mujeres sanas residentes del estado de Querétaro.

### 4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la composición corporal de mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y mujeres sanas a través del modelo bicompartimental por BIVA.
2. Analizar si existen diferencias en peso, porcentaje de grasa, índice de masa magra y ángulo de fase entre mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y mujeres sanas.
3. Relacionar la variable TSH con peso, porcentaje de grasa, índice de masa magra y ángulo de fase.
4. Estimar el consumo de macro y micronutrientes a través de recordatorio de 24 horas en mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y mujeres sanas.

## 5. MÉTODO

El presente fue un estudio transversal, descriptivo, observacional y comparativo desarrollado en mujeres. Las participantes fueron invitadas a través de diversas redes sociales y captadas en la consulta de nutrición en la Clínica Universitaria de Nutrición “Dr. Carlos Alcocer Cuarón”. Toda mujer que cumplió con los criterios para su participación fue valorada en la clínica, ubicada en la Universidad Autónoma de Querétaro campus Juriquilla en Santiago de Querétaro, México.

### 5.1 Universo y muestra

El universo fue integrado por mujeres de entre 20-65 años de edad con diagnóstico previo de hipotiroidismo clínico en tratamiento farmacológico y mujeres aparentemente sanas sin historial de alteraciones tiroideas, con IMC 18.5-39.9 kg/m<sup>2</sup>, mexicanas, residentes del estado de Santiago de Querétaro, México. En ambos casos, fue necesario acudir a su valoración con un perfil tiroideo previamente realizado (en un periodo no mayor a 3 meses) que mostrara valores de eutiroidismo en las mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico y valores dentro de rangos normales en mujeres aparentemente sanas.

Los criterios de exclusión al estudio incluyeron a mujeres que padecían enfermedades como hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica, falla hepática, insuficiencia cardiaca, enfermedades malignas; aquellas que tomaran medicamentos que alteraran la función tiroidea (litio, amiodarona, esteroides, interferón) o la homeóstasis de agua o lípidos (diuréticos o anticonceptivos orales), tener prótesis metálica o implantes, marcapasos, amputación de extremidades, embarazo, lactancia, realización de actividad física vigorosa. Se eliminaron a aquellas mujeres que no completaron todas las pruebas.

El tamaño de muestra fue calculado mediante la fórmula de dos medias paralelo, utilizando las variables de ángulo de fase, masa grasa (%) y masa magra (kg). Como datos de referencia de dichas variables, se utilizaron los datos obtenidos por Jensen et al. (2018) para las variables de ángulo de fase y masa grasa (%) en mujeres mexicanas sanas, y los resultados de Sánchez et al. (2005) en relación a



masa grasa (%) y masa magra (kg) en sujetos hipotiroideos con tratamiento farmacológico. Se consideró un error alfa de 0.05 y poder estadístico de 0.80, obteniendo un número de muestra de 37 mujeres con hipotiroidismo clínico y 37 mujeres aparentemente sanas o control (74 mujeres en total).

## 5.2 Materiales y métodos

Se explicó detalladamente el objetivo y las pruebas a realizar a las mujeres interesadas/captadas para participar en el estudio. Después, se les realizó un cuestionario para comprobar que cumplían con los criterios para participar. Las preguntas realizadas fueron las siguientes: si residían en el estado de Querétaro, fecha de última menstruación, tiempo de diagnóstico de hipotiroidismo clínico (si aplicaba), tratamiento farmacológico/terapia hormonal actual, dosis de tratamiento (si aplicaba), si presentaban diagnóstico de enfermedades como hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica, falla hepática, insuficiencia cardíaca, enfermedades malignas; si presentaban prótesis metálica, implantes, marcapasos, amputación de extremidades, embarazo, o si realizaban actividad física vigorosa. Una vez confirmado que cumplieran con los criterios para su participación, se acordó fecha y hora para su valoración, y se les indicaron las condiciones en las que había que acudir a su cita: en ayuno de 4-8 horas, 1 día antes de su valoración evitar realizar actividad física extenuante, consumo de bebidas alcohólicas o con cafeína; no encontrarse menstruando, acudir con ropa cómoda sin aplicaciones metálicas y acudir con una copia de su perfil tiroideo. Además, se les pidió anotar todos los alimentos y bebidas consumidos en 2 días de entre semana y 1 día de fin de semana previos al día de su valoración. Un día previo a su cita, se envió mensaje para confirmar y se recordaron de nuevo las condiciones en las que deberían de acudir.

El día de valoración se les pidió primero leer y firmar el consentimiento informado (Anexo 1), haciendo hincapié en que todos los datos obtenidos serán utilizados solo para fines de este estudio y la participante se identificó con un número de folio. Después, se llevó a cabo una entrevista para realizar su expediente

clínico-nutricio (Anexo 2), recopilando datos generales, historia clínica (antecedentes heredo-familiares, antecedentes patológicos personales, antecedentes no patológicos, antecedentes gineco-obstétricos) e historia dietética.

En relación a la historia dietética, se realizaron 3 recordatorios de 24 horas (2 días entre semana y 1 día fin de semana). Para lo anterior, se pidió a la paciente que previo al día de valoración, anotaran fecha, hora, alimentos/bebidas consumidos y porción consumida de los días necesarios. El día de la valoración, se verificaron los recordatorios y se corroboraron tanto los datos como las porciones consumidas con la paciente.

Una vez finalizado lo anterior, se tomaron los datos antropométricos de talla, cintura y cadera, los cuales fueron medidos mediante la técnica de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).

Para la talla, se utilizó un estadímetro Harpenden® portátil con exactitud de 1 mm. Para su medición, se pidió a la participante descalzarse y colocarse de pie con los talones unidos tocando la superficie vertical donde se encontraba colocado el estadímetro, con las escápulas, talones, y parte posterior del cráneo en plano vertical y en contacto con el estadímetro. Cuando esto último sucedía fue difícil de lograr, se cuidó que al menos las nalgas estuvieran en contacto vertical con el estadímetro. Se indicó mantener los brazos al lado del cuerpo y la cabeza se orientó en el plano de Frankfort (visión de la participante proyectada en el mismo plano de la línea imaginaria tragio-orbital). Después se indicó inhalar profundamente, se bajó el cursor del estadímetro colocándolo sobre el vértex, y se realizó la lectura al 0.5 cm más cercano.

Para la toma de cintura y cadera, se utilizó una cinta metálica Lufkin® con exactitud de 1 mm. La medición de cintura se realizó con la participante de pie, con los pies juntos, se pasó la cinta a la altura de la cicatriz umbilical, se indicó inhalar y en la exhalación se tomó la medición. La medición de cadera se realizó con la participante de pie, con los pies juntos, se indicó evitar contraer los glúteos y la cinta

se pasó a través de la máxima protuberancia posterior de los glúteos efectuando la medición en cm y mm.

Para el análisis de la composición corporal por BIVA se utilizó el equipo medical Body Composition Analyzer mBCA SECA 514®, el cual realiza la medición de impedancia a través de 8 puntos (electrodos) utilizando varias frecuencias para dicha valoración (1-1,000 kHz). Se utilizó la técnica de medición indicada por el fabricante. Previo al análisis, se encendió el equipo y se desinfectaron correctamente los electrodos. Se creó el expediente de la paciente en el software. Se pidió a la paciente colocarse sobre el equipo, verificando que su posición fue la correcta (Cuadro 5.1):

Cuadro 5.1 Posición adecuada del paciente sobre el equipo Body Composition Analyzer mBCA SECA 514®

Manos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las manos deben estar limpias.</li> <li>- Manos en posición idéntica en electrodos a la izquierda y a la derecha.</li> <li>- Elegir la pareja de electrodos para las manos de manera que los brazos estén extendidos, pero no tensos.</li> <li>- Separados para los dedos de los electrodos para las manos en ambos lados entre los dedos corazón y anular.</li> </ul>
Pies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subir descalzo al aparato.</li> <li>- Los pies deben estar limpios.</li> <li>- Talones encima de los electrodos traseros para los pies.</li> <li>- Antepié encima de los electrodos delanteros para los pies.</li> </ul>
Postura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postura erecta.</li> <li>- Rodillas flexionadas ligeramente.</li> <li>- No moverse durante la medición.</li> </ul>

Se colocó la talla de la paciente manualmente, y una vez medido el peso por el equipo, se inició la medición de BIVA, la cual tiene una duración aproximada de 20 segundos. Cuando la medición estuvo finalizada, se agregó un valor de nivel de actividad física y la circunferencia de cintura (m) medida previamente al paciente. Se finalizó con el análisis imprimiendo los resultados para la posterior explicación a la paciente.

Con dicho equipo se obtuvieron los siguientes parámetros: peso corporal, índice de masa corporal (IMC), agua corporal total (ACT), agua extracelular (AEC), masa magra (MM), índice de masa magra (IMM), masa grasa (MG), índice de masa grasa (IMG), masa músculo esquelética (MME), grasa visceral (GV), resistencia (R), reactancia (Xc), impedancia, ángulo de fase (AF), consumo de energía en reposo (REE), y consumo energético total (TEE). El equipo utiliza fórmulas diseñadas por el fabricante para población caucásica, grupos étnicos africanos, sudamericanos, centroamericanos, y asiáticos.

Finalizado lo anterior, se explicaron los resultados obtenidos de su análisis de composición corporal y se brindó un plan de alimentación acorde a sus necesidades, lo cual se ofreció como compensación extra a su participación.

### 5.3 Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos y análisis estadístico, se utilizó estadística descriptiva e inferencial mediante el paquete estadístico SPSS versión 23. Las variables continuas se presentan en media y desviación estándar mientras que las categóricas se muestran en frecuencia y porcentaje. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de los datos. Para comprobar la hipótesis, se utilizó en variables numéricas la prueba T de student para muestras independientes en caso de distribución homogénea de los datos y la prueba U de Mann-Whitney en caso de distribución no homogénea de datos; además se utilizó la prueba de asociación de chi cuadrada en el caso de variables categóricas. Para visualizar relación entre variables se utilizó la prueba de correlación r de Pearson para distribución normal y se aplicó la prueba analítica de razón de momios. Se tomó como significancia estadística un valor de  $p < 0.05$ .

### 5.4 Ética del estudio

El protocolo fue evaluado y aprobado por el Comité de Bioética y la Facultad de Ciencias Naturales con número de registro 07FCN2019, se apega los artículos 96 a 103 de la Ley General de Salud y a los criterios de la declaración de Helsinki.

## 6. RESULTADOS

En la Figura 6.1 se muestra un diagrama del diseño del estudio y las mujeres elegidas a participar. De las 61 mujeres captadas inicialmente, 23 fueron controles y 38 presentaron diagnóstico de hipotiroidismo clínico. De éstas, 8 mujeres control no participaron debido a perfil tiroideo pendiente (n= 6), no aceptar participar (n= 1), y no cumplir con los criterios de inclusión (n= 1). De las mujeres con hipotiroidismo, 23 no participaron por perfil tiroideo pendiente (n= 8), no acudir a su cita de valoración (n= 2), no cumplir con los criterios de inclusión (n= 6), y pendiente de valoración debido a contingencia (n= 1).

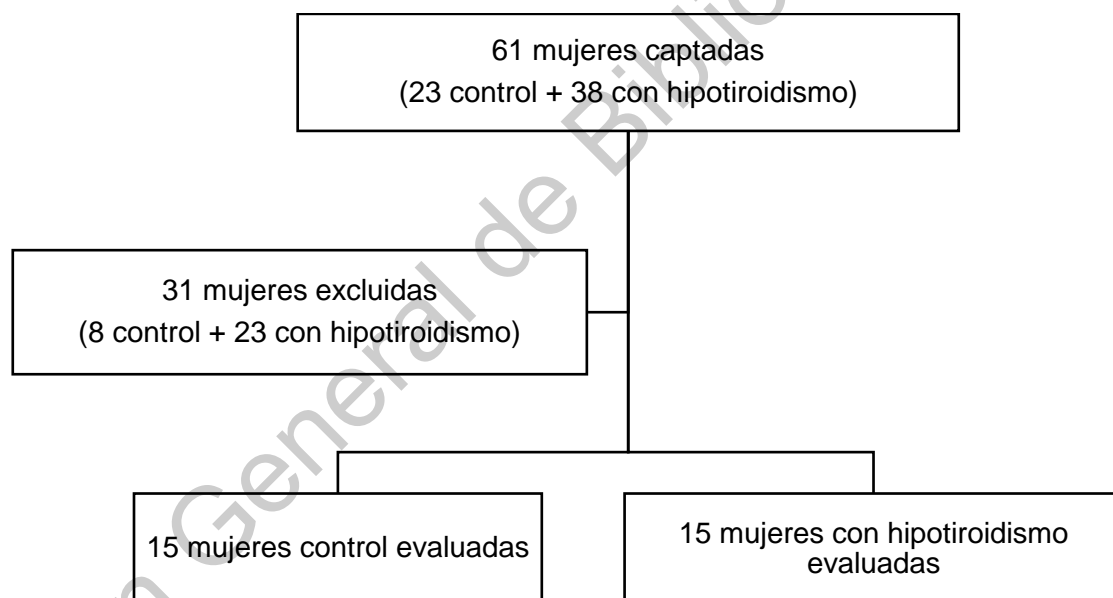


Figura 6.1 Diagrama del diseño del estudio y las mujeres elegidas a participar.

En total se valoraron 30 mujeres, de las cuales 15 fueron controles y 15 presentaron diagnóstico de hipotiroidismo clínico en tratamiento farmacológico. La edad promedio del total de las mujeres valoradas fue de  $35.0 \pm 9.8$  años. El tiempo promedio de diagnóstico de la enfermedad en las mujeres con hipotiroidismo fue de  $3.5 \pm 5.4$  años, mientras que el promedio del último ajuste de dosis del tratamiento

farmacológico fue de  $2.0 \pm 2.6$  años. Contrario a lo esperado, no se identificaron diferencias significativas en las variables antropométricas y de composición corporal entre grupos (Cuadro 6.1). Acorde al diagnóstico de composición corporal brindado BIVA, el cual se identifica acorde a los valores obtenidos de IMG e IMM (Figura 6.2), la mayor parte de las mujeres control se clasificaron en obesidad creciente (40%) y magrez creciente (40%) seguido de masa muscular creciente (13.3%), y obesidad sarcopénica creciente (6.7%). En relación a las mujeres con hipotiroidismo, la mayor parte fueron clasificadas en magrez creciente (53.3%) seguido de obesidad creciente (26.7%), masa muscular creciente (13.3%), y obesidad sarcopénica creciente (6.7%). No se observó asociación entre padecer o no hipotiroidismo en la clasificación de composición corporal ( $p= 0.87$ ).

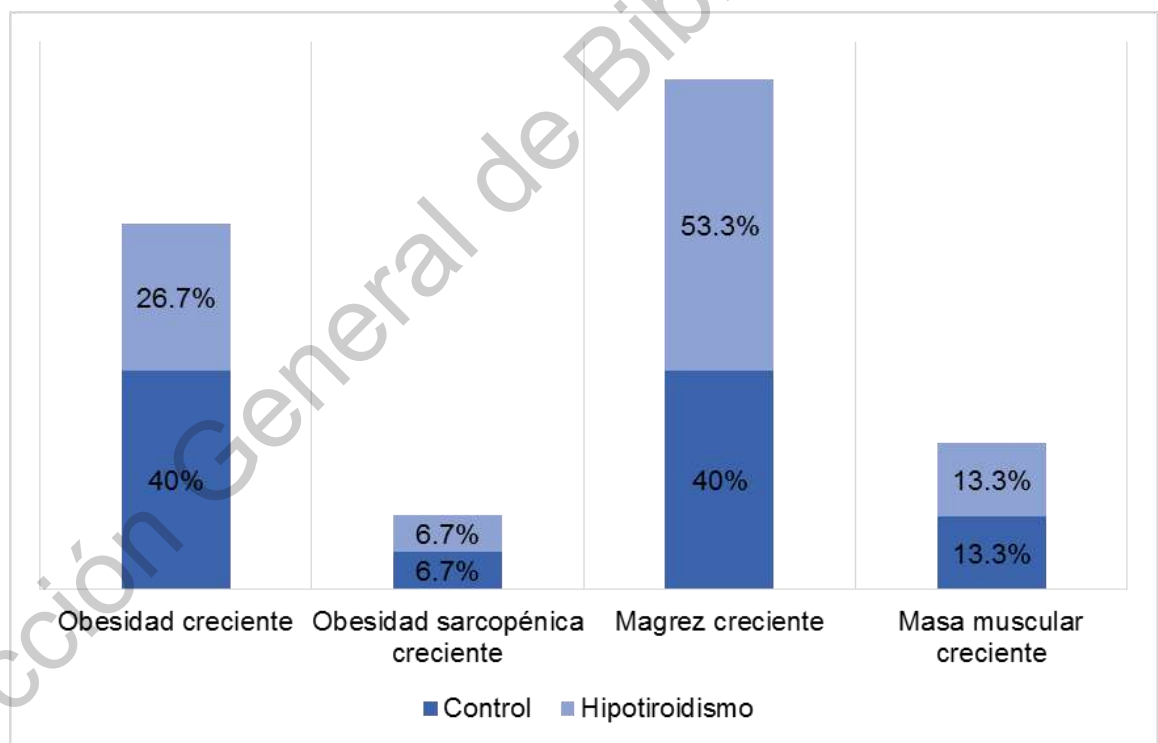


Figura 6.2 Clasificación de las mujeres participantes acorde al diagnóstico de composición corporal.

Cuadro 6.1 Análisis descriptivo de variables antropométricas y de composición corporal entre grupos

Variable	Total	Controles	Hipotiroidismo	p valor*
	(n= 30)	(n= 15)	(n= 15)	
	Media ± DE			
Edad (años)	35.0 ± 9.8	31.8 ± 9.3	38.3 ± 9.4	0.06
Peso (kg)	66.9 ± 10.6	67.0 ± 11.5	66.9 ± 10.0	0.96
Talla (m)	1.58 ± 0.05	1.58 ± 0.06	1.59 ± 0.05	0.54
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ± 4.6	26.8 ± 4.3	26.4 ± 5.0	0.84
Masa grasa (%)	38.0 ± 6.4	38.3 ± 5.8	37.8 ± 7.2	0.83
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	10.3 ± 3.3	10.4 ± 3.2	10.2 ± 3.6	0.86
Masa magra (%)	61.9 ± 6.4	61.6 ± 5.8	62.1 ± 7.2	0.83
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	16.2 ± 1.6	16.3 ± 1.3	16.2 ± 1.8	0.85
Masa músculo esquelética (kg)	17.9 ± 2.4	17.9 ± 2.7	17.9 ± 2.2	0.98
Ángulo de fase (°)	5.1 ± 0.4	5.1 ± 0.3	5.1 ± 0.6	0.91
Agua corporal total (%)	45.4 ± 4.4	45.2 ± 4.1	45.7 ± 4.9	0.75
Agua extracelular (%)	19.8 ± 1.8	19.5 ± 1.4	20.2 ± 2.0	0.30
AEC/ACT (%)	43.8 ± 2.0	43.3 ± 1.9	44.3 ± 2.0	0.19
Resistencia (Ω)	713.6 ± 92.1	738.1 ± 98.0	689.2 ± 81.9	0.14
Reactancia (Ω)	64.3 ± 8.2	66.8 ± 8.5	61.8 ± 7.4	0.09
Circunferencia abdominal (cm)	90.2 ± 11.8	92.1 ± 10.8	88.3 ± 12.8	0.38
Circunferencia de cadera (cm)	102.9 ± 8.0	103.5 ± 8.6	102.3 ± 7.6	0.68
ICC (cm <sup>2</sup> )	0.87 ± 0.07	0.88 ± 0.04	0.85 ± 0.09	0.30
Grasa visceral (l)	2.8 ± 2.1	3.2 ± 2.8	2.3 ± 0.9	0.22

\*Comparación de medias mediante prueba T para muestras independientes.

**Significancia estadística p <0.05.**

En relación a la realización de actividad física, el 53.3% de las mujeres control y el 66.7% de las mujeres con hipotiroidismo la realizaban. Tomando en cuenta la realización de >300 minutos/semana de actividad para mayores beneficios a la

salud (OMS, 2020), en ambos grupos se observó que solo el 13.3% cumplía con dicho tiempo mientras que el 86.7% realizaba <300 minutos/semana (Figura 6.3).

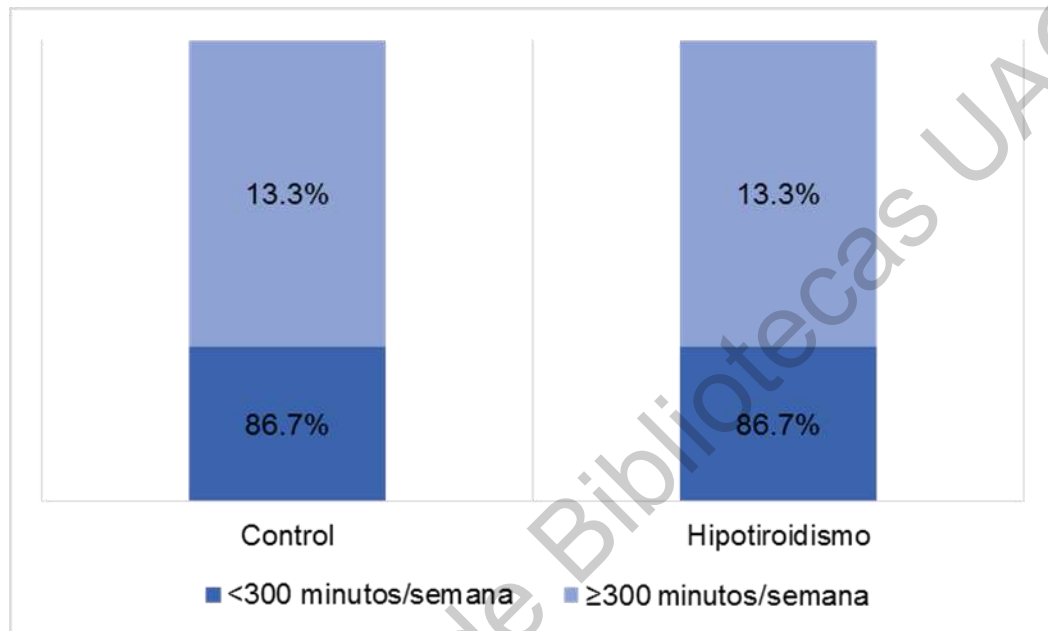


Figura 6.3 Clasificación de las mujeres participantes acorde al tiempo de realización de actividad física por semana.

Entre las mujeres con hipotiroidismo clínico y tomando en cuenta el sí realizan o no actividad física (independientemente del tiempo/semana que dedican a realizarla), se observó una diferencia significativa en peso ( $p= 0.01$ ), talla ( $p= 0.04$ ), IMC ( $p= 0.04$ ), IMG ( $p= 0.02$ ), IMM ( $p= 0.00$ ), masa músculo esquelética ( $p= 0.00$ ), ángulo de fase ( $p= 0.00$ ), agua extracelular ( $p= 0.01$ ), AEC/ACT ( $p= 0.04$ ), circunferencia abdominal ( $p= 0.03$ ), circunferencia de cadera ( $p= 0.01$ ), y grasa visceral ( $p= 0.02$ ). Dichas variables fueron menores entre las mujeres que realizan actividad física (Cuadro 6.2).



Cuadro 6.2 Análisis descriptivo de variables antropométricas y de composición corporal en mujeres con diagnóstico de hipotiroidismo clínico acorde a la realización de actividad física

Variable	Total	Realizan AF	No realizan AF	p valor*
	(n= 15)	(n= 5)	(n= 10)	
	Media ± DE			
Peso (kg)	66.9 ± 10.0	62.6 ± 6.1	75.3 ± 11.6	<b>0.01</b>
Talla (m)	1.59 ± 0.05	1.61 ± 0.04	1.55 ± 0.04	<b>0.04</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26.4 ± 5.0	24.1 ± 2.7	31.1 ± 5.4	<b>0.04</b>
Masa grasa (%)	37.8 ± 7.2	36.0 ± 7.8	41.2 ± 4.8	0.20
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	10.2 ± 3.6	8.8 ± 2.8	13.0 ± 3.6	<b>0.02</b>
Masa magra (%)	62.1 ± 7.2	63.9 ± 7.8	58.7 ± 4.8	0.20
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	16.2 ± 1.8	15.2 ± 0.9	18.1 ± 1.9	<b>0.00</b>
Masa músculo esquelética (kg)	17.9 ± 2.2	16.8 ± 1.3	20.2 ± 2.1	<b>0.00</b>
Ángulo de fase (°)	5.1 ± 0.6	4.8 ± 4.4	5.8 ± 0.2	<b>0.00</b>
Agua corporal total (%)	45.7 ± 4.9	46.9 ± 5.3	43.3 ± 3.0	0.19
Agua extracelular (%)	20.2 ± 2.0	21.1 ± 2.0	18.5 ± 0.6	<b>0.01</b>
AEC/ACT (%)	44.3 ± 2.0	45.0 ± 1.6	42.8 ± 2.2	<b>0.04</b>
Resistencia (Ω)	689.2 ± 81.9	723.3 ± 49.1	620.9 ± 96.5	0.07
Reactancia (Ω)	61.8 ± 7.4	60.9 ± 5.4	63.6 ± 11.0	0.62
Circunferencia abdominal (cm)	88.3 ± 12.8	83.5 ± 8.8	97.8 ± 15.2	<b>0.03</b>
Circunferencia de cadera (cm)	102.3 ± 7.6	99.2 ± 5.0	108.6 ± 8.6	<b>0.01</b>
ICC (cm <sup>2</sup> )	0.85 ± 0.09	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.1	0.24
Grasa visceral (L)	2.3 ± 0.9	1.9 ± 0.5	3.1 ± 1.2	<b>0.02</b>

\*Comparación de medias mediante prueba T para muestras independientes

**Significancia estadística p <0.05.**

No se presentaron diferencias significativas entre grupos según los resultados del último perfil tiroideo de las mujeres participantes. El valor promedio de TSH fue de  $2.1 \pm 2.0$   $\mu$ UI/mL con una tendencia a mayor concentración entre las mujeres con hipotiroidismo que entre las mujeres control ( $2.3 \pm 2.7$  vs.  $1.9 \pm 1.0$

$\mu\text{UI/mL}$ ,  $p= 0.49$ ) (Cuadro 6.3). Tomando en cuenta un nivel de TSH  $\leq 4.12 \mu\text{UI/mL}$  como normal, el 93.3% de las mujeres control se encontraban con un nivel de TSH normal y sólo 6.7% en un nivel ligeramente elevado; en relación a las mujeres con hipotiroidismo, el 80% presentó un nivel de TSH normal y sólo 20% un nivel elevado (Figura 6.4).

Cuadro 6.3 Análisis descriptivo de variables de perfil tiroideo entre grupos

Variable	Total (n= 33)	Controles (n= 15)	Hipotiroidismo (n= 15)	p valor*
	Media $\pm$ DE			
TSH ( $\mu\text{UI/mL}$ )	2.1 $\pm$ 2.0	1.9 $\pm$ 1.0	2.3 $\pm$ 2.7	0.49 <sup>1</sup>
T4T ( $\mu\text{g/dL}$ )	7.5 $\pm$ 2.2	7.1 $\pm$ 1.8	8.0 $\pm$ 2.5	0.28
T3T ( $\text{ng/mL}$ )	0.9 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.1	0.95
T4L ( $\text{ng/dL}$ )	1.0 $\pm$ 0.1	1.0 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.2	0.31
T3L ( $\text{pg/mL}$ )	2.9 $\pm$ 0.7	2.9 $\pm$ 0.9	2.9 $\pm$ 0.5	0.90

\*Comparación de medias mediante prueba T para muestras independientes o U de Mann-Whitney.

<sup>1</sup>Comparación de medias mediante prueba U de Mann-Whitney.

**Significancia estadística  $p < 0.05$ .**

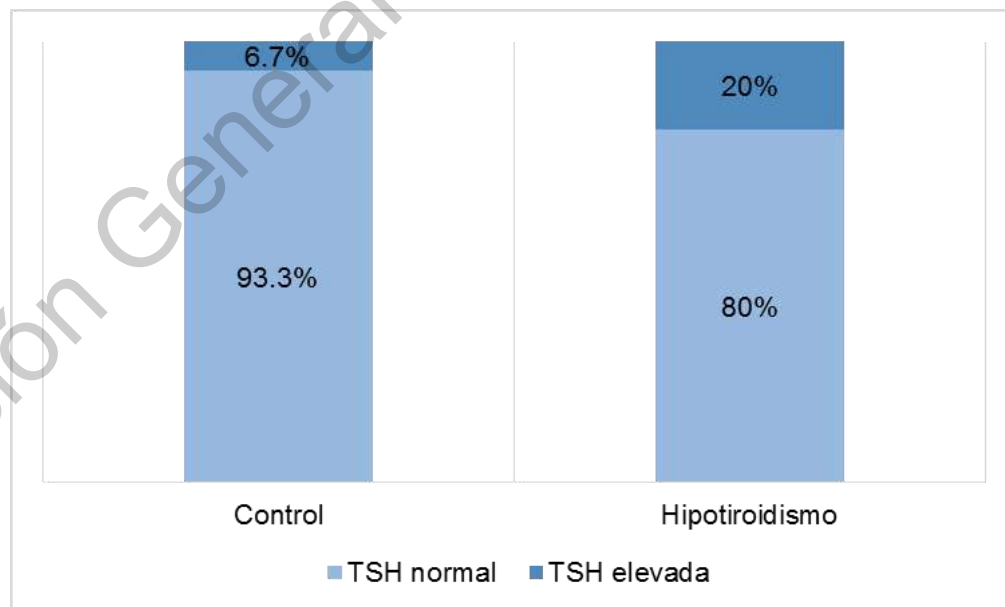


Figura 6.4 Clasificación de las mujeres participantes acorde al nivel de TSH.

Al realizar correlación de Pearson entre las variables del perfil tiroideo y de composición corporal (Cuadro 6.4) no se observó correlación entre variables.

Cuadro 6.4 Correlación entre resultado de perfil tiroideo con variables antropométricas y de composición corporal

	TSH		T <sub>3</sub> L		T <sub>3</sub> T		T <sub>4</sub> L		T <sub>4</sub> T	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Peso (kg)	-0.13	0.47	-0.14	0.54	0.03	0.85	0.05	0.80	0.20	0.30
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0.16	0.38	0.08	0.72	-0.06	0.76	0.03	0.88	0.07	0.72
Masa grasa (%)	-0.20	0.27	0.09	0.69	-0.00	0.98	0.11	0.58	0.12	0.53
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	-0.20	0.29	0.08	0.73	-0.02	0.89	0.04	0.84	0.09	0.64
Masa magra (%)	0.20	0.27	-0.09	0.69	0.00	0.98	-0.11	0.58	-0.12	0.53
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	-0.06	0.72	0.04	0.84	-0.12	0.54	-0.00	0.97	-0.00	0.99
Masa músculo esquelética (kg)	0.04	0.79	-0.24	0.30	0.13	0.49	0.15	0.45	0.24	0.20
Ángulo de fase (°)	0.08	0.65	0.18	0.43	0.02	0.90	0.33	0.10	0.13	0.48
Agua corporal total (%)	0.23	0.21	-0.11	0.62	0.04	0.82	-0.11	0.58	-0.10	0.61
Agua extracelular (%)	0.19	0.29	-0.22	0.34	-0.07	0.70	-0.11	0.58	-0.13	0.48
AEC/ACT (%)	-0.13	0.48	-0.21	0.36	-0.22	0.25	-0.25	0.21	-0.03	0.87
Circunferencia abdominal (cm)	-0.02	0.90	0.18	0.44	0.04	0.82	-0.01	0.94	0.13	0.48
Circunferencia de cadera (cm)	-0.19	0.31	-0.03	0.88	0.11	0.58	0.12	0.53	0.12	0.53
ICC (cm <sup>2</sup> )	0.14	0.44	0.29	0.20	-0.02	0.89	-0.15	0.46	0.08	0.67
Grasa visceral	-0.10	0.59	0.21	0.36	0.00	0.99	-0.06	0.76	0.18	0.35

r: correlación de Pearson, p: significancia estadística.

Se identificó una tendencia a mayor consumo de energía entre las mujeres control que entre las mujeres con hipotiroidismo ( $1,570.6 \pm 441.4$  vs.  $1,372.9 \pm 461.7$  kcal,  $p= 0.24$ ) (Cuadro 6.5). De todas las variables de consumo dietético analizadas, sólo se observó diferencia en el consumo de etanol ( $0.0 \pm 0.0$  vs.  $2.6 \pm 4.5$  g). Además, al grupo de mujeres con hipotiroidismo se les clasificó acorde al tiempo de diagnóstico de la enfermedad (<5 años o >5 años de diagnóstico) (Cuadro 6.6), observando una diferencia significativa en el consumo de fibra ( $9.1 \pm 4.2$  vs.  $16.2 \pm 7.1$ ,  $p= 0.03$ ) y vitamina C ( $42.1 \pm 32.6$  vs.  $107.4 \pm 60.7$ ,  $p= 0.02$ ).

Por otro lado, en el grupo de mujeres con hipotiroidismo se observó que el 40% presentó consumo de alimentos que ejercen actividad antitiroidea, donde los más frecuentes fueron brócoli, cacahuate o crema de cacahuate, coliflor, y bebida de soya. Sin embargo, el consumo de estos alimentos impactaría directamente a quienes presenten descontrol en sus niveles de perfil tiroideo.

Por último, se realizó la prueba analítica de razón de momios con las variables de composición corporal de IMM, IMG y ángulo fase en relación a diagnóstico de hipotiroidismo con los siguientes riesgos: IMM/hipotiroidismo OR 3.5 (IC 95% 0.320-38.232), IMG/hipotiroidismo OR 2.1 (IC 95% 0.164-26.672), y ángulo de fase/hipotiroidismo OR 0.57 (IC 95% 0.130-2.503) interpretando respectivamente, que el riesgo de presentar un IMM bajo y un IMG alto en las pacientes con hipotiroidismo es 3.5 y 2.1 veces mayor, y que el padecer esta enfermedad representa un factor protector ante la presencia de un ángulo de fase por debajo de 1 DE.

Cuadro 6.5 Análisis descriptivo de variables de consumo dietético entre grupos

Variable	Total (n= 30)	Controles (n= 15)	Hipotiroidismo (n= 15)	p valor*
	Media ± DE			
Energía (kcal)	1,471.8 ± 455.1	1,570.6 ± 441.4	1,372.9 ± 461.7	0.24
Energía (kcal/kg)	21.6 ± 7.7	19.9 ± 7.6	23.4 ± 7.7	0.22
Proteína (%)	19.9 ± 5.2	19.5 ± 4.3	20.2 ± 6.1	0.73
Proteína (g/kg)	1.0 ± 0.3	1.1 ± 0.3	0.9 ± 0.2	0.26
Lípidos (%)	29.8 ± 6.3	28.1 ± 3.3	31.4 ± 8.1	0.16
Colesterol (mg)	224.5 ± 122.9	186.8 ± 105.9	262.1 ± 130.5	0.09
Hidratos de carbono (%)	50.2 ± 8.6	52.2 ± 5.1	48.3 ± 11.0	0.21
Azúcar (g)	37.2 ± 20.0	40.6 ± 21.3	33.9 ± 18.9	0.37
Fibra (g)	14.4 ± 6.4	16.0 ± 5.7	12.8 ± 6.8	0.17
Vitamina A (µg)	444.0 ± 302.8	404.4 ± 280.8	483.6 ± 328.1	0.48
Ácido fólico (mg)	148.7 ± 67.2	147.5 ± 57.2	149.8 ± 77.9	0.92
Vitamina C (mg)	100.3 ± 65.8	123.6 ± 66.1	77.0 ± 58.6	0.05
Selenio (µg)	45.3 ± 41.1	43.1 ± 25.7	47.6 ± 53.1	0.77
Hierro (mg)	10.8 ± 4.7	10.6 ± 2.4	10.9 ± 6.4	0.83
Yodo (µg)	113.1 ± 84.2	125.6 ± 102.0	100.5 ± 62.9	0.42
Sodio (mg)	1,410.3 ± 784.7	1,488.4 ± 908.3	1,332.3 ± 661.4	0.59
Potasio (mg)	757.5 ± 413.3	790.8 ± 371.5	724.2 ± 462.0	0.66
Calcio (mg)	672.9 ± 370.5	803.5 ± 394.4	542.4 ± 303.9	0.05
Fósforo (mg)	13.5 ± 25.3	13.3 ± 24.5	13.8 ± 26.9	0.96
Etanol (g)	1.3 ± 3.4	0.0 ± 0.0	2.6 ± 4.5	-

\*Comparación de medias mediante prueba T para muestras independientes

**Significancia estadística p <0.05.**

Cuadro 6.6 Análisis descriptivo de variables de consumo dietético en mujeres con hipotiroidismo acorde al tiempo de diagnóstico

Variable	Total (n= 15)	<5 años (n= 7)	>5 años (n= 8)	p valor*
	Media ± DE			
Energía (kcal)	1,372.9 ± 461.7	1,212.3 ± 440.5	1,513.5 ± 460.1	0.22
Energía (kcal/kg)	20.7 ± 7.2	17.6 ± 6.1	23.5 ± 7.2	0.11
Proteína (%)	20.2 ± 6.1	20.7 ± 6.9	19.7 ± 5.7	0.77
Proteína (g/kg)	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.26
Lípidos (%)	31.4 ± 8.1	31.5 ± 11.4	31.3 ± 4.5	0.95
Colesterol (mg)	262.1 ± 130.5	269.4 ± 165.4	255.7 ± 102.4	0.84
Hidratos de carbono (%)	48.2 ± 11.0	47.6 ± 15.7	48.8 ± 5.4	0.84
Azúcar (g)	33.9 ± 18.9	24.5 ± 16.4	42.2 ± 17.7	0.06
Fibra (g)	12.8 ± 6.8	9.1 ± 4.2	16.2 ± 7.1	<b>0.03</b>
Vitamina A (µg)	483.6 ± 328.1	483.3 ± 408.8	483.9 ± 268.5	0.99
Ácido fólico (mg)	149.8 ± 77.9	141.3 ± 102.0	157.3 ± 55.5	0.72
Vitamina C (mg)	77.0 ± 58.6	42.1 ± 32.6	107.4 ± 60.7	<b>0.02</b>
Selenio (µg)	47.6 ± 53.1	63.2 ± 75.7	33.9 ± 16.6	0.30
Hierro (mg)	10.9 ± 6.4	10.7 ± 6.1	11.1 ± 7.0	0.89
Yodo (µg)	100.5 ± 62.9	96.8 ± 76.1	103.8 ± 54.0	0.83
Sodio (mg)	1,332.3 ± 661.4	1,260.9 ± 718.4	1,394.8 ± 650.3	0.71
Potasio (mg)	724.2 ± 462.0	520.5 ± 391.1	902.4 ± 466.9	0.11
Calcio (mg)	542.4 ± 303.9	514.9 ± 326.7	566.4 ± 303.0	0.75
Fósforo (mg)	13.8 ± 26.9	18.0 ± 35.0	10.1 ± 19.1	0.59
Etanol (g)	2.6 ± 4.5	3.9 ± 5.8	1.5 ± 2.8	0.31

\*Comparación de medias mediante prueba T para muestras independientes

**Significancia estadística p <0.05.**

## 7. DISCUSIÓN

Contrario a lo esperado, las mujeres con hipotiroidismo en tratamiento farmacológico, a pesar de una tendencia a mayores niveles de TSH en comparación con las mujeres control, presentaron una composición corporal similar a sus pares sanas. Los resultados son comparables a los reportados por Cerit et al. (2015), donde no observaron diferencia entre grupos en las variables de composición corporal, cabe aclarar que para la valoración se utilizó el equipo de DXA. El estudio de Bakiner et al. (2013), donde compararon composición corporal mediante BIA entre mujeres con hipotiroidismo y mujeres sanas, muestra resultados opuestos a pesar del mismo método de valoración con el presente estudio. Sin embargo, la diferencia radica en el aparato de BIA utilizado (Tanita TBF-105), actualmente discontinuado, el cual era tetrapolar y trabajaba a unifrecuencia (50 kHz), mientras que en el presente estudio se utilizó un aparato de BIVA de 8 puntos (Body Composition Analyzer mBCA SECA 514®) que es multifrecuencia (1-1,000 kHz). Cabe recalcar que a bajas frecuencias, la corriente eléctrica no penetra la membrana celular pasando únicamente a través de fluido extracelular siendo responsable de la medición de R, mientras que a frecuencias elevadas la R corporal total refleja perfectamente la combinación de fluido intra y extracelular (Kyle et al., 2004).

El ángulo de fase tampoco mostró diferencia significativa entre grupos ( $5.1 \pm 0.3$  vs.  $5.1 \pm 0.6^\circ$ ,  $p= 0.91$ ). Este resultado es un poco similar a lo reportado por Seppel et al. (1997), en el que compararon sujetos con hipotiroidismo sin tratamiento y sujetos control en los que el ángulo de fase fue de  $5.3 \pm 0.2$  vs.  $6.0 \pm 0.3^\circ$ , respectivamente. Algunos puntos a destacar son que en ese estudio se valoraron tanto hombres como mujeres, se trata de población alemana, y los pacientes valorados habían sido recién diagnosticados y sin contar aún con tratamiento. Jensen et al. (2018) compararon la composición corporal medida mediante BIVA de adultos alemanes, mexicanos, y japoneses. En mujeres

mexicanas sanas, observaron un valor de ángulo de fase promedio de  $5.2 \pm 0.4^\circ$ , lo cual es bastante cercano a los resultados obtenidos en este estudio.

El diagnóstico de composición corporal brindado por el equipo utilizado, mostró entre las mujeres control una mayor tendencia a un IMG elevado e IMM normal a elevado (obesidad creciente), mientras que entre las mujeres con hipotiroidismo esta tendencia fue mayor hacia un IMG e IMM bajo (magreza creciente). Esto se relaciona directamente con la realización de actividad física, dado que más mujeres con hipotiroidismo (66.7%) realizaban actividad física comparado con las mujeres control (53.3%), observando incluso diferencia significativa en diversos parámetros de composición corporal donde las mujeres con la enfermedad que realizaban actividad física presentaron menor peso, IMC, IMG, IMM, masa de músculo esquelético, ángulo de fase, agua corporal total y extracelular, circunferencia abdominal, circunferencia de cadera, y grasa visceral. Lo anterior no fue observado entre las mujeres control, sugiriendo que en aquellas mujeres que padecen de hipotiroidismo y realizan actividad física existe una tendencia general a mejores parámetros de composición corporal, pero el promedio de IMM bajo sugiere una revisión del tipo de actividad física que realizan sumado a una mejora sustancial de su dieta para el aumento o mejora de esta última variable. Esto se corrobora aún más con la razón de momios donde se muestra que las mujeres con hipotiroidismo tienen 3.5 veces más posibilidad de presentar un IMM bajo y un 2.1 % de posibilidad de mostrar un IMG alto.

Samuels, Kolobova, Niederhausen, Purnell, & Schuff (2018) estudiaron a sujetos con hipotiroidismo primario que recibían terapia de reemplazo con levotiroxina, valorando su gasto energético, consumo dietario, y composición corporal a diferentes rangos de TSH (0.34-2.50, 2.51-5.60, y 5.61-12.0  $\mu\text{UI/L}$ ). Observaron que el alterar los niveles de TSH no tuvo un efecto sobre el gasto energético o composición corporal, al no encontrar diferencias entre grupos. Este resultado apoya lo obtenido en el presente estudio dado que a pesar de observar tendencia a mayores niveles de TSH en mujeres con hipotiroidismo en tratamiento



farmacológico, las variables de composición corporal fueron relativamente similares entre grupos. Además, no se encontró correlación positiva entre variables del perfil tiroideo con variables de composición corporal.

Se han propuesto diversos valores a considerar como el valor normal superior de TSH, que van desde 2.5 hasta 4.5  $\mu\text{UI/mL}$  dependiendo del grupo de estudio. Acorde a la Guía de Práctica Clínica para Hipotiroidismo en Adultos de la American Association of Clinical Endocrinologist y la American Thyroid Association en pacientes con hipotiroidismo el rango objetivo de TSH deberá encontrarse entre 0.45-4.12  $\mu\text{UI/mL}$  en caso de no tener disponible valores del ensayo de tercera generación realizado (Garber et al., 2012). Tomando estos últimos rangos como referencia, las mujeres con hipotiroidismo tuvieron tendencia a presentar la mayor proporción de nivel de TSH fuera del valor normal (20%). El resto de los resultados promedio de perfil tiroideo ( $T_4T$ ,  $T_3T$ ,  $T_4L$  y  $T_3L$ ) presentaron valores dentro del rango establecido como normal.

Se observó un porcentaje de consumo promedio de energía por debajo de lo recomendado para la necesidad de cada participante ( $84.4 \pm 26.7 \%$ ), sin observar diferencia entre mujeres control y mujeres con hipotiroidismo ( $19.9 \pm 7.6$  vs.  $23.4 \pm 7.7$  kcal/kg,  $p= 0.22$ ), contrario a lo observado por Peterson et al. (2016), quienes reportaron un consumo energético diferente entre sujetos tratados con levotiroxina contra controles sanos ( $23.0 \pm 9.0$  vs.  $24.0 \pm 13.0$  kcal/kg,  $p= 0.05$ ). La diferencia existente se debe al gran número de sujetos valorados por el autor ( $n= 469$ ) contra la pequeña muestra del presente estudio. El consumo promedio de los macronutrientes hidratos de carbono ( $50.2 \pm 8.6 \%$ ), proteínas ( $19.9 \pm 5.2 \%$ ), y lípidos ( $29.8 \pm 6.3 \%$ ) tampoco fue diferente entre grupos y los consumos se encontraron en rangos de equilibrio diario recomendado de 45-65%, 10-35%, y 20-35%, respectivamente (Splett, 2014). De los hidratos de carbono, el consumo de azúcar fue elevado ( $172.2 \pm 96.6 \%$ ) acorde a la ingesta máxima recomendada de <5% de la energía total, mientras que la adecuación de fibra fue deficiente ( $57.9 \pm 25.6\%$ ) de acuerdo a un consumo de al menos 25 g/día (Brown, 2014; OMS, 2015).

El consumo de etanol representó ser diferente entre grupos, donde solamente las mujeres con hipotiroidismo presentaron consumo de bebidas alcohólicas.

En cuanto al consumo promedio de micronutrientes, se observó que la vitamina C ( $133.7 \pm 87.7$  %) se ingirió de forma adecuada entre la población estudiada, mientras que las adecuaciones para diferentes nutrientes representaron un consumo por debajo de la ingesta dietética recomendada (Bourges, Casanueva, & Rosado, 2009): ácido fólico ( $32.3 \pm 14.6$  %), hierro ( $52.6 \pm 23.2$  %), calcio ( $66.8 \pm 36.9$  %), yodo ( $75.4 \pm 56.1$  %), vitamina A ( $77.9 \pm 53.1$  %), y selenio ( $94.5 \pm 85.6$  %). Aunque el 40% de las mujeres con hipotiroidismo presentó consumo de alimentos con actividad antitiroidea, si la ingesta de yodo es la adecuada, el consumo de estos alimentos no suele aumentar el riesgo de desarrollo de hipofunción tiroidea (Gil et al., 2010; Dean, 2017). Como ya se mencionó, se identificó de forma general un consumo disminuido de yodo, esto a través de su consumo dietario más suplementación, donde entre las mujeres con hipotiroidismo se presentó un consumo promedio del  $67 \pm 41.9$  % del requerimiento de  $150 \mu\text{g}/\text{día}$ . Sin embargo, no se tomó en cuenta el aporte de yodo a través del uso de sal yodada.

Por otro lado, para el cálculo del yodo dietario se utilizó el Total Diet Study Elements Results Summary Statistics - Market Baskets 2006 through 2013 de la US Food and Drug Administration donde resumen el contenido de elementos en muestras de alimentos de diversas partes de Estados Unidos (FDA, 2017). Por tal motivo, estos datos podrían variar ampliamente del contenido de yodo de alimentos en México, sin embargo a la fecha no existe una base de datos que informe acerca del contenido de este elemento en los alimentos presentes en la República Mexicana.

Todo lo anterior revela que es de suma importancia la mejora de hábitos de alimentación entre las mujeres valoradas de ambos grupos, dado el excesivo consumo de azúcares, poca ingesta de fibra, y deficiente consumo de la mayor parte de micronutrientes.

## 8. CONCLUSIÓN

Al no observar diferencias en las variables de composición corporal entre las mujeres valoradas, podemos concluir que entre las mujeres participantes el padecer hipotiroidismo no es un factor predisponente para continuar con exceso de peso una vez tratada la patología.

Algunas limitaciones del presente estudio son el reducido número de muestra, así como la toma de perfil de tiroideo de varios laboratorios y en fechas anteriores a la valoración. Sin embargo, los resultados obtenidos permiten visualizar la poca diferencia en variables de composición corporal entre mujeres con hipotiroidismo en tratamiento farmacológico y mujeres sanas.

Es de suma importancia mantener un control nutricional constante dado el bajo consumo de micronutrientes entre las mujeres valoradas lo cual puede tener repercusiones a la salud más adelante en la vida. Además, la realización de un estudio de composición corporal arroja datos más específicos que solo conocer el peso o IMC, permitiendo al nutriólogo brindar un tratamiento nutricional más certero y al médico endocrinólogo el ajustar la dosis de forma correcta. Es importante realizar más estudios de este tipo en México.

## 9. REFERENCIAS

- Ascencio, C. (2018). Mecanismos de comunicación celular y regulación de la homeóstasis a través de los sistemas endócrino y nervioso. En V. B. Torres & J. L. Morales (Eds.), *Fisiología de la nutrición* (2a ed., pp. 103–121). Ciudad de México: El Manual Moderno.
- Bakiner, O., Bozkirli, E., Duygu, E., & Ozsahin, K. (2013). Correction of hypothyroidism seems to have no effect on body fat. *International Journal of Endocrinology*, 2013, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/576794>
- Barrett, K. M., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. (2012). Glándula tiroides. En *Ganong fisiología médica* (24a ed., pp. 339–351). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Bourges, H., Casanueva, E., & Rosado, J. L. (2009). *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana: Bases fisiológicas* (1a edición). México, D.F.: Editorial Médica Panamericana.
- Brent, G. A., & Weetman, A. P. (2016). Hipotiroidismo y tiroiditis. En *Williams Tratado de Endocrinología* (13a ed., pp. 416–448). Barcelona: Elsevier.
- Brown, J. E. (2014). *Nutrición en las diferentes etapas de la vida*. (J. De León, Ed.) (5°). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Cerit, E. T., Akturk, M., Altinova, A. E., Tavit, Y., Ozkan, C., Yayla, C., ... Cakir, N. (2015). Evaluation of body composition changes, epicardial adipose tissue, and serum omentin-1 levels in overt hypothyroidism. *Endocrine*, 49(1), 196–203. <https://doi.org/10.1007/s12020-014-0460-2>
- Cigarrán, S. (2011). Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial (BIVA) en nefrología. *Nefrología*, 31(6), 643. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2011.Oct.11108>
- Cooper, D. S., & Ladenson, P. W. (2012). Glándula tiroides. En D. G. Gardner & D. Shoback (Eds.), *Endocrinología básica y clínica* (9a ed., pp. 163–226). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Dayan, C., & Panicker, V. (2018). Management of hypothyroidism with combination thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) hormone replacement in clinical practice: A review of suggested guidance. *Thyroid Research*, 11(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13044-018-0045-x>
- Dean, S. (2017). Tratamiento nutricional médico en los trastornos tiroideos y suprarrenales, y en otros trastornos endócrinos. En L. K. Mahan & J. L. Raymond (Eds.), *Krause. Dietoterapia* (14a ed., pp. 2238–2277). Barcelona: Elsevier.
- Dittmar, M., Reber, H., & Kahaly, G. J. (2015). Bioimpedance phase angle indicates catabolism in type 2 diabetes. *Diabetic medicine: a journal of the British*

*Diabetic Association*, 32(9), 1177–1185. <https://doi.org/10.1111/dme.12710>

- Espinosa, M. A., Rivas, L., González, E. C., Atilano, X., Miranda, P., & Correa, R. (2007). Bioimpedance vector analysis for body composition in Mexican population. *Revista de investigación clínica; órgano del Hospital de Enfermedades de la Nutrición*, 59(1), 15–24.
- FDA. (2017). *Total diet study elements results summary statistics - Market baskets 2006 through 2013*.
- Fosbøl, M. O., & Zerahn, B. (2015, marzo 1). Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/cpf.12152>
- Garber, J. R., Cobin, R. H., Gharib, H., Hennessey, J. V., Klein, I., Mechanick, J. I., ... Woeber, K. A. (2012). Clinical Practice Guidelines for hypothyroidism in adults: Cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association. *Endocrine Practice*, 18(6), 988–1028. <https://doi.org/10.4158/ep12280.g1>
- Garber, J. R., Cobin, R. H., Gharib, H., Hennessey, J. V., Klein, I., Mechanick, J. I., ... Woeber, K. A. (2013). Clinical Practice Guidelines for hypothyroidism in adults: Cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association. *Endocrine Practice*, 18(6), 988–1028. <https://doi.org/10.4158/ep12280.g1>
- Gil, A., Gil, F., & Navarro, M. (2010). Selenio, manganeso, cromo, molibdeno, yodo y otros oligoelementos minoritarios. En *Tratado de nutrición tomo 1: bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* (2a ed., pp. 997–1035). México, D.F.: Editorial Médica Panamericana.
- Hernández, A. (2016). Hipotiroidismo en el adulto. En A. Y. Dorantes, C. Martínez, & A. Ulloa (Eds.), *Endocrinología Clínica de Dorantes y Martínez* (5a ed., pp. 126–134). México: El Manual Moderno.
- Heymsfield, S. B., Pedroza, C., & Ledesma, J. A. (2007). *Composición corporal*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hollowell, J. G., Staehling, N. W., Flanders, D., Hannon, H., Gunter, E., Spencer, C. A., & Braverman, L. E. (2002). Serum TSH, T4, and thyroid antibodies in the United States Population (1988 to 1994): National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(2), 489–499. <https://doi.org/10.1210/jcem.87.2.8182>
- Jameson, J. L., & Weetman, A. P. (2009). Trastornos de la glándula tiroides. En A. S. Fauci, E. Braunwald, D. L. Kasper, S. L. Hauser, D. L. Longo, J. L. Jameson, & J. Loscalzo (Eds.), *Principios de medicina interna* (17a ed., pp. 2224–2247). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

- Jensen, B., Moritoyo, T., Kaufer, M., Peine, S., Norman, K., Maisch, M. J., ... Bosy, A. (2018). Ethnic differences in fat and muscle mass and their implication for interpretation of bioelectrical impedance vector analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 1–8. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0276>
- Journy, N. M. Y., Bernier, M. O., Doody, M. M., Alexander, B. H., Linet, M. S., & Kitahara, C. M. (2017). Hyperthyroidism, Hypothyroidism, and Cause-Specific Mortality in a Large Cohort of Women. *Thyroid*, 27(8), 1001–1010. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0063>
- Kaiser, U., & Ho, K. (2016). Fisiología y evaluación diagnóstica de la hipófisis. En S. Melmed, K. S. Polonsky, P. Reed, & H. Kronenberg (Eds.), *Williams Tratado de Endocrinología* (13a ed., pp. 176–231). Barcelona: Elsevier.
- Karmisholt, J., Andersen, S., & Laurberg, P. (2011). Weight loss after therapy of hypothyroidism is mainly caused by excretion of excess body water associated with myxoedema. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 96(1). <https://doi.org/10.1210/jc.2010-1521>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Lukaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46(4), 537–556. <https://doi.org/10.1093/ajcn/46.4.537>
- Mcaninch, E. A., & Bianco, A. C. (2014). Thyroid hormone signaling in energy homeostasis and energy metabolism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1311(1), 77–87. <https://doi.org/10.1111/nyas.12374>
- Müller, M. J., Braun, W., Pourhassan, M., Geisler, C., & Bosy-Westphal, A. (2016). Application of standards and models in body composition analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(2), 181–187. <https://doi.org/10.1017/S0029665115004206>
- Mullur, R., Liu, Y. Y., & Brent, G. A. (2014). Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiological Reviews*, 94(2), 355–382. <https://doi.org/10.1152/physrev.00030.2013>
- Norman, K., Stobäus, N., Pirlich, M., & Bosy, A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis – Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*, 31(6), 854–861. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
- Nygaard, B. (2014). Hypothyroidism (primary). *BMJ clinical evidence*, 2014.
- OMS. (2015). *Ingesta de azúcares para adultos y niños*. Suiza.

- OMS. (2020). Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud.
- Patil, N., & Jialal, I. (2019). *Hypothyroidism. StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Pehrsson, P. R., Patterson, K. Y., Spungen, J. H., Wirtz, M. S., Andrews, K. W., Dwyer, J. T., & Swanson, C. A. (2016). Iodine in food- and dietary supplement-composition databases. *American Journal of Clinical Nutrition*, *104*, 868S-876S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.110064>
- Peterson, S. J., McAninch, E. A., & Bianco, A. C. (2016). Is a normal TSH synonymous with “euthyroidism” in levothyroxine monotherapy? *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *101*(12), 4964–4973. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-2660>
- Piccoli, A., Nescolarde, L. D., & Rosell, J. (2002). Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología*, *22*(3), 228–238.
- Robles, M. L., Zacarías, V., García, P., Hernández, H. L., Solís, J. C., & Sabath, E. (2014). Prevalence of thyroid function test abnormalities and anti-thyroid antibodies in an open population in Central México. *Revista de investigacion clinica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutricion*, *66*(2), 113–120.
- Salvatore, D., Davies, T. F., Schlumberger, M., Hay, I. D., & Larsen, P. R. (2016). Fisiología de la tiroides y evaluación diagnóstica de pacientes con trastornos tiroideos. En S. Melmed, K. S. Polonsky, P. R. Larsen, & H. M. Kronenberg (Eds.), *Williams Tratado de Endocrinología* (13a ed., pp. 334–368). Barcelona: Elsevier.
- Samuels, M. H., Kolobova, I., Niederhausen, M., Purnell, J. Q., & Schuff, K. G. (2018). Effects of altering levothyroxine dose on energy expenditure and body composition in subjects treated with LT4. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *103*(11), 4163–4175. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-01203>
- Sánchez, A., Carretto, H., Ulla, M. R., & Capozza, R. (2005). Composición corporal por DEXA en pacientes con hipotiroidismo primario y sus cambios luego del tratamiento con levotiroxina. *Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo*, *42*(1), 3–11.
- Sánchez, L. M., Barquera, S., Campos, I., García, E., Arellano, S., González, A., ... Flores, M. (2012). *Concentraciones séricas de hormona estimulante de la tiroides (TSH) en niños, adolescentes y adultos mexicanos Resultados de la ENSANUT 2006* (1a ed.). México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Seppel, T., Kosel, A., & Schlaghecke, R. (1997). Bioelectrical impedance assessment of body composition in thyroid disease. *European journal of endocrinology*, *136*(5), 493–498.
- Siddiqui, N. I., Khan, S. A., Shoeb, M., & Bose, S. (2016). Anthropometric predictors of bio-impedance analysis (BIA) phase angle in healthy adults. *Journal of clinical*

and diagnostic research : JCDR, 10(6), CC01-4.  
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17229.7976>

- Sirigiri, S., Vaikkakara, S., Sachan, A., Srinivasarao, P. V., Epuri, S., Anantarapu, S., ... Poojari, R. (2016). Correction of hypothyroidism leads to change in lean body mass without altering insulin resistance. *European Thyroid Journal*, 5(4), 247–252. <https://doi.org/10.1159/000448889>
- Solís, J. C., Orozco, A., García, C., Robles-Osorio, L., & Valverde, C. (2011). [Bioactivity of thyroid hormones. Clinical significance of membrane transporters, deiodinases and nuclear receptors]. *Revista de investigación clínica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutrición*, 63(3), 287–308.
- Splett, P. L. (2014). Nutrición en adultos. En *Nutrición en las diferentes etapas de la vida* (5va., pp. 407–427). México: McGraw-Hill Interamericana.
- St Germain, D. L., Galton, V. A., & Hernandez, A. (2009). Mini-review: Defining the roles of the Iodothyronine deiodinases: Current concepts and challenges. *Endocrinology*, 150(3), 1097–1107. <https://doi.org/10.1210/en.2008-1588>
- Stangierski, A., Ruchala, M., Krauze, T., Moczko, J., & Guzik, P. (2016). Treatment of severe thyroid function disorders and changes in body composition. *Endokrynologia Polska*, 67(4), 359–366. <https://doi.org/10.5603/EP.a2016.0025>
- Takeda, K., Mishiba, M., Sugiura, H., Nakajima, A., Kohama, M., & Hiramatsu, S. (2009). Evaluated reference intervals for serum free thyroxine and thyrotropin using the conventional outlier rejection test without regard to presence of thyroid antibodies and prevalence of thyroid dysfunction in Japanese subjects. *Endocrine journal*, 56(9), 1059–1066. <https://doi.org/10.1507/endocrj.k09e-123>
- Torres, P., Sosa, A., Moysen, L. M., Mendoza, R. G. A., & Galindo, M. A. (2016). Generalidades de la glándula tiroides. En A. Y. Dorantes, C. Martínez, & A. Ulloa (Eds.), *Endocrinología Clínica de Dorantes y Martínez* (5a ed., pp. 88–98). México, D.F.: Manual moderno.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). El sistema endócrino. En M. Guarascio (Ed.), *Principles of anatomy & physiology* (15a ed., pp. 622–667). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Vanderpump, M. P., Tunbridge, W. M., French, J. M., Appleton, D., Bates, D., Clark, F., ... Tunbridge, F. (1995). The incidence of thyroid disorders in the community: a twenty-year follow-up of the Wickham Survey. *Clinical endocrinology*, 43(1), 55–68.
- Vega-Vega, O., Fonseca-Correa, J. I., Mendoza-De la Garza, A., Rincón-Pedrero, R., Espinosa-Cuevas, A., Baeza-Arias, Y., ... Correa-Rotter, R. (2018). Contemporary dietary intake: Too much sodium, not enough potassium, yet sufficient iodine: The SALMEX cohort results. *Nutrients*, 10(7).



<https://doi.org/10.3390/nu10070816>

Wiersinga, W. M., Duntas, L., Fadeyev, V., Nygaard, B., & Vanderpump, M. P. J. (2012). 2012 ETA Guidelines: The Use of L-T4 + L-T3 in the Treatment of Hypothyroidism. *European Thyroid Journal*, 1(2), 55–71. <https://doi.org/10.1159/000339444>

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## 10. ANEXOS

### 10.1. Consentimiento informado

FOLIO DEL PACIENTE \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

**INTRODUCCIÓN.** El Hipotiroidismo es una enfermedad en la cual la glándula tiroides no produce suficiente cantidad de hormonas tiroideas provocando cambios importantes en nuestro organismo, como aumento de peso y grasa corporal, afectando de forma importante nuestra salud. Tras comprender lo anterior, se le hace la cordial invitación a participar en el estudio titulado “*Evaluación de Composición Corporal y Ángulo de Fase en Mujeres con Diagnóstico de Hipotiroidismo Clínico*”, debido a que cumple con los criterios de inclusión para dicho proyecto. Antes de decidir si participará, es necesario que conozca y comprenda los siguientes apartados.

**PROPÓSITO.** Esta investigación tiene por objetivo evaluar la cantidad de grasa y músculo (composición corporal) que tiene su cuerpo y el ángulo de fase, que nos sirve para conocer el estado de salud de sus células. Lo anterior se realizará mediante el uso de impedancia vectorial (BIVA), que es un método utilizado para medir la composición corporal en donde se transmite una ligera e imperceptible cantidad de corriente eléctrica a través de su cuerpo. Este método se describe a detalle más adelante.

**PROCEDIMIENTOS.** De forma inicial, se le agendará una cita en la Clínica Universitaria de Nutrición “Dr. Carlos Alcocer Cuarón” lugar donde una nutrióloga llevará a cabo los procedimientos y pruebas que se enlistan a continuación, cabe señalar que los resultados de cada prueba le serán entregados y explicados. El tiempo aproximado de todo el proceso será de alrededor de 90 minutos.

Expediente clínico. Todas las participantes contarán con un expediente clínico que contendrá la información recopilada mediante una entrevista (folio, datos generales, antecedentes heredo-familiares, antecedentes patológicos personales, antecedentes no patológicos, antecedentes gineco-obstétricos, examen físico, historia dietética). Toda la información se manejará con estricta confidencialidad y la obtención de estos datos tiene la finalidad de conocer sus características clínicas y estudiar la relación de sus alteraciones con Hipotiroidismo.

Evaluación antropométrica. La evaluación estará a cargo de una nutrióloga certificada en la toma de mediciones antropométricas. Para llevar a cabo este proceso se le pedirá retirar cualquier objeto de bolsillos al igual que su calzado. Se realizará la evaluación de los siguientes parámetros.

**Estatura.** Se medirá con un estadímetro permaneciendo de pie, sin calzado y con los brazos a los lados de su cuerpo. Se colocará en el estadímetro viendo hacia el frente, con la cabeza, espalda, nalgas y talones en contacto con la barra de medición vertical del estadímetro, se le indicará unir talones y abrir un poco las puntas de sus pies, se acomodará su cabeza a tal modo que la mirada este en línea recta generando un ángulo de 90 grados con respeto a la parte media del oído, se bajará el cursor del estadímetro hasta la parte superior de su cabeza y se tomará la medición por triplicado.

**Circunferencia abdominal y de cadera.** Ambas mediciones se tomarán con una cinta metálica permaneciendo de pie y sin calzado. Para la medición de circunferencia abdominal, se le pedirá descubrir su abdomen de forma que quede al descubierto el ombligo, lugar donde se realizará la medición y a continuación se le indicará colocar brazos cruzados sobre el pecho, se pasará la cinta metálica desde un costado y alrededor de su abdomen, se le pedirá inhalar y exhalar tomando la medición al momento de su exhalación. Para la medición de circunferencia de cadera, se colocará la cinta sobre su ropa y en la parte más prominente de sus nalgas, se le pedirá juntar pies y piernas, se pasará la cinta desde un

costado y alrededor del área a medir evitando contraer sus glúteos, y se tomará la medición. En ambos casos, se tomarán las mediciones por triplicado.

**Peso.** Se tomará con una báscula, permaneciendo de pie y de nuevo sin calzado, se le indicará subir al equipo. Es importante permanecer con la espalda recta y los brazos a los costados. Se tomará la medición indicada en la báscula.

**Bioimpedancia (mBCA):** Con la finalidad de conocer y evaluar su composición corporal y ángulo de fase, se le realizará una prueba de impedancia vectorial mediante un analizador de composición corporal. Esta prueba consiste en la transmisión imperceptible de una pequeña cantidad de corriente eléctrica a través de su cuerpo estando de pie sobre el analizador de composición corporal por alrededor de 70 segundos. Se debe tomar en cuenta que existen condiciones en las que esta prueba está contraindicada, como embarazo, presencia de marcapasos, implantes, prótesis metálicas, o amputación de extremidades. Las condiciones necesarias para realizar esta prueba son acudir en estado de ayuno de 12 horas, evitar realizar actividad física intensa en las 12 horas previas al estudio, así como evitar el consumo de bebidas con cafeína o alcohol.

**Perfil tiroideo:** Se solicitará acudir con un perfil tiroideo realizado con anterioridad, con una vigencia de máximo 3 meses.

**Evaluación del estado nutricional:** Se le realizará un diagnóstico del estado nutricional, explicando a detalle los datos con mayor relevancia de los procedimientos realizados con anterioridad. Se le brindarán recomendaciones generales acorde a sus resultados.

**EVENTOS ADVERSOS Y MOLESTIAS.** Todas las pruebas realizadas no implican riesgos a la salud. Únicamente el estudio se contraindica en pacientes con prótesis metálica, marcapasos, implantes, o en embarazo.

**BENEFICIOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO.** Conocer su composición corporal le permitirá estar al tanto de su estado de salud corporal, así como visualizar de forma precisa los cambios debidos al tratamiento de Hipotiroidismo. Por otra parte, le permitirá tener información valiosa para llevar un monitoreo y seguimiento de su composición corporal como coadyuvante de su tratamiento farmacológico.

**CONFIDENCIALIDAD.** Todos sus datos son estrictamente confidenciales y sólo serán manejados por el grupo de investigadores. Los datos se manejarán acorde a un número de folio que le será asignado y serán utilizados con fines estadísticos exclusivos de la presente investigación, sin utilizar nombres.

**INFORMACIÓN DE CONTACTO.** En caso necesario, Usted puede contactar a los investigadores directamente en la Clínica Universitaria de Nutrición, Dr. Carlos Alcocer Cuarón, ubicada en Av. De las Ciencias s/n Juriquilla, Querétaro. Teléfono 01 (442) 1 92 12 00 extensión 5395 con LCN. Azucena Medina García y/o MNC. Oscar Martínez González o puede contactar directamente al comité de bioética en [comitebioeticafcn@gmail.com](mailto:comitebioeticafcn@gmail.com).

**CONSENTIMIENTO A PARTICIPAR.** Manifiesto que he sido debidamente informada acerca del proyecto de investigación y entiendo cada uno de los procedimientos que se llevarán a cabo. Declaro, en pleno uso de mis facultades mentales, libre y voluntariamente, mi autorización para participar en el estudio "Evaluación de Composición Corporal y Ángulo de Fase en Mujeres con Diagnóstico de Hipotiroidismo Clínico" teniendo en cuenta que he aclarado mis dudas. Estoy de acuerdo en que se haga uso de mis datos de forma confidencial con fines exclusivos del presente proyecto de investigación.

**NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE**

**NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN RECABA  
LA INFORMACIÓN**

---

---

**NOMBRE Y FIRMA**

**LCN. Azucena Medina García**

**NOMBRE Y FIRMA**

---

---

**Testigo 1**

**Testigo 2**

**NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA CLÍNICA UNIVERSITARIA DE NUTRICIÓN DR.  
CARLOS ALCOCER CUARON.**

---

**MNC. Óscar Martínez González**

## 10.2. Expediente clínico-nutricio

Fecha: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

### I. FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre:	
Sexo: F ( ) M ( )	Edad:
Fecha de nacimiento:	Estado civil:
Escolaridad:	Ocupación:
Lugar de nacimiento:	Lugar de residencia:
Domicilio:	Religión:
Correo electrónico:	Teléfono:

### II. ANTECEDENTES HEREDO-FAMILIARES

	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>AaM</i>	<i>AoM</i>	<i>AaP</i>	<i>AoP</i>	<i>Hermanos</i>	<i>Tíos</i>
Cáncer								
Diabetes								
Endocrinopatías								
Enfermedades autoinmunes								
Hepatopatía								
Hipertensión arterial								
Insuficiencia cardiaca								
Nefropatía								
Obesidad								
Otros:								

M: madre, P: padre, AaM: abuela materna, AoM: abuelo materno, AaP: abuela paterna, AoP: abuelo paterno.

### III. ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

	<i>Tiempo de diagnóstico</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Dosis</i>
Cáncer			
Cirugías			
Diabetes			
Dislipidemia			
Enfermedades autoinmunes			
Hipertensión arterial			
Histerectomía			
Hepatopatía			
Insuficiencia cardíaca			
Nefropatía			
Terapia con yodo radioactivo			
Tiroidectomía			
Endocrinopatía: Hipotiroidismo		Consumo del medicamento:	Tiempo con dosis actual:

#### IV. ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

	<i>Tiempo con el hábito</i>	<i>Tipo</i>	<i>Frecuencia/Cantidad</i>
Alcoholismo			
Tabaquismo			
Consumo de drogas			
Hábito de ejercicio			
Medicamentos:			
Suplementos/complementos:			

#### V. ANTECEDENTES GINECO-OBSTÉTRICOS

Menarca:	Ritmo:	
FUM:	Número gestaciones:	
Parto:	Cesárea:	Aborto:
Vida sexual activa:		
Método anticonceptivo:		
Menopausia:	Tratamiento:	
Otros:		

#### VI. EXPLORACIÓN FÍSICA

	<i>Signo</i>	<i>Síntoma</i>
Cabeza -Nariz, ojos, párpados, cabello		
Cuello		

Tórax		
Abdomen		
Extremidades		
-Uñas		
Piel		

**VII. EVALUACIÓN BIOQUÍMICA**

	<i>Resultado</i>	<i>Valor normal</i>	<i>Interpretación</i>
TSH (mIU/L)			
T4L (ng/dL)			
T3L (ng/dL)			
Otros:			

**VIII. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA**

	1	2	3
Peso (kg)			
Talla (m)			
IMC (kg/m <sup>2</sup> )			
C. abdomen (cm)			
C. cadera (cm)			
ICC			
BIVA (Ver hoja anexa)			

**IX. EVALUACIÓN DIETÉTICA**

<b>Recordatorio de 24 horas</b>			
<b>Fecha:</b>			
<i>Tiempo de comida</i>	<i>Platillo</i>	<i>Ingredientes</i>	<i>Cantidad</i>
Hora: _____			
Hora: _____			



Hora: _____			
Hora: _____			
Hora: _____			
Otro			
Líquido/bebidas			