



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS**

**MODALIDAD  
INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EL USO DE PLANTAS MEDICINALES EN LAS ENFERMEDADES DE  
LA GLÁNDULA TIROIDES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PREVIO PARA OPTAR AL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**

**AUTOR**

**STEVEN GREGORIO PARDO CALDERÓN**

**TUTORES:**

**PHD. MIGDALIA MIRANDA MARTÍNEZ**

**PHD. ADONIS BELLO ALARCÓN**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

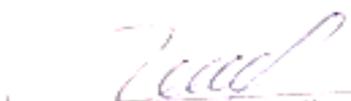
**2016**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutores del Trabajo de Titulación, Certifico: Que hemos asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es **“El uso de plantas medicinales en las enfermedades de la glándula tiroides”**, presentado por **Steven Gregorio Pardo Calderón**, con cédula de ciudadanía N° **0929111433**, previo a la obtención del título de Químico y Farmacéutico.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Anti-plagio del programa **PLAGSCAN**. Lo Certifico.-

Guayaquil, 15 de Julio 2016

  
PhD Migdalia Miranda Martinez  
TUTOR DE TESIS

  
PhD Adonis Bello Alarcón  
COTUTOR DE TESIS

## **CERTIFICADO DEL TRIBUNAL**

El Tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación del Sr. Steven Gregorio Pardo Calderón, después de ser examinado en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.

\_\_\_\_\_  
QF. LEILA PRIAS MOGRO, M.Sc.  
DECANA – PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
DR. OSWALDO PESANTES DOMINGUEZ, M.Sc.  
DOCENTE - MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
DRA. PILAR SOLEDISPA CAÑARTE, M.Sc.  
DOCENTE - MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
LCDO. YULEXI NAVARRETE PITA, M.Sc.  
DOCENTE - MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
LCDA. EVELYN VILLAMAR CHAMBA  
SECRETARIA ENCARGADA



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
CENTRO DE CÓMPUTO

### A QUIEN INTERESE

Certifico que el **SR. STEVEN GREGORIO PARDO CALDERON**, ha presentado el Proyecto de trabajo: **"EL USO DE PLANTAS MEDICINALES EN LAS ENFERMEDADES DE LA GLÁNDULA TIROIDES"**, con el fin de someterse a revisión previo a la obtención del **Título de QUÍMICO FARMACÉUTICO**, la misma que ingresó al proceso de revisión de documentos, dando el siguiente resultado: La valoración de los contenidos emitidos por el **SISTEMA PLAGSCAN** refleja un **4.8 %** de similitud o coincidencias con otros trabajos. En el análisis se aplicaron los criterios de valoración establecidos y Directrices para la asignación, distribución y operación de la herramienta de prevención de coincidencias y/o plagio académico por la SENESCYT, correspondientes al criterio 4.2.2.- Criterios de valoración del porcentaje de similitud o plagio, en donde indica que: 1 a 10% no se considera plagio intencional, se puede omitir el reporte y pasar a calificación de trabajo de titulación y trabajos de Facultad.

Guayaquil 21 de junio del 2016

Atentamente,

  
M.Sc. JORGE CAMPOVERDE MORI  
CENTRO DE CÓMPUTO  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS



## **CARTA DE AUTORÍA DE TESIS**

Guayaquil, 15 de Julio del 2016

Yo, **STEVEN GREGORIO PARDO CALDERON**, autor de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, en ninguna Universidad Nacional, ni Extranjera



**STEVEN PARDO CALDERON**  
**C.I. 0929111433**

## **AGRADECIMIENTO**

Después de cada logro hay un desafío, por ellos agradezco a Dios por acompañarme en este largo camino, guiándome y ayudándome a afrontar los triunfos y fracasos.

El autor del presente trabajo de investigación expresa su reconocimiento a las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, por la oportunidad y por los conocimientos brindados a lo largo de la carrera para mi formación profesional.

A la PhD Migdalia Miranda Martínez Tutora de Tesis, PhD Adonis Bello Alarcón Co-Tutor de Tesis mi reconocimiento e inmensa gratitud, quien con su loable experiencia y capacidad contribuyeron en la tutoría y culminación de esta tesis; así mismo presento mi gratitud a todas aquellas personas que de una u otra forma nos extendieron su mano y colaboraron para culminar con éxito este trabajo de investigación.

A mi madre Patricia Pardo y mi tío Q.F. Miguel Pardo por ser las persona que me dieron su apoyo todo el tiempo en mis estudios, mi motivo de seguir adelante y no desmayar, es por ello que eh llegado hasta donde estoy.

A mi familia y enamorada que con sus bendiciones y oraciones, me han brindado su amor, apoyo y enseñarme que siempre hay una luz brillando en la oscuridad.

**STEVEN PARDO**

## ÍNDICE

Contenido	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
HIPÓTESIS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	4
1.1 Fundamentos teóricos. Tiroides	4
1.1.1 <i>Anatomía de la glándula tiroides</i>	4
1.1.2 <i>Fisiología de la Glándula Tiroides</i>	5
1.1.3. Hormonas Tiroideas	7
1.1.3.1 <i>Síntesis</i>	7
1.1.3.2 Liberación de las hormonas tiroideas	11
1.1.3.3 Transporte	12
1.1.3.4 Metabolismo de las hormonas tiroideas	13
1.1.3.5 <i>Acciones biológicas de las Hormonas tiroideas</i>	14
1.1.3.6 Fisiopatología de la Tiroides	15
1.2 Fármacos usados para el hipotiroidismo	27
1.2.1 Tiroxin 88; tiroxin 100; tiroxin 112; tiroxin 125; tiroxin 150.	27
1.3 Fármacos usados para el Hipertiroidismo.	29
1.3.1 Tirostat 50; tirostat 100	29
<b>CAPITULO II. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	32
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	33
3.1 Recolección de datos.	33
3.1.1 Situación mundial de las afecciones tiroideas.	33

3.1.2 Situación de las afecciones tiroideas en el Ecuador	34
3.2 Plantas medicinales recomendados para el Hipotiroidismo.	35
3.3 Plantas medicinales recomendados para el Hipertiroidismo.	40
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	48
4.1 Conclusiones	48
4.2 Recomendaciones	49
Referencias Bibliográficas	50

**INDICE DE TABLAS**

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
Tabla I. Plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo	36
Tabla II. Componentes químicos de las plantas recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo	37
Tabla III. Contenido en yodo de plantas medicinales empleadas para el hipotiroidismo	40
Tabla IV. Relación de plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipertiroidismo	41
Tabla V. Componentes químicos de las plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipertiroidismo	42

**INDICE DE GRAFICOS**

<b>Contenido</b>	<b>Pag</b>
Grafico 1.- Anatomía de la glándula Tiroides	4
Grafico 2.- Estructura de las hormonas tiroideas	7
Grafico 3.- Proceso de síntesis de la Tiroglobulina	10
Grafico 4.- Acciones biológicas de las Hormonas Tiroideas	14
Grafico 5.- Estructura química de la Levotiroxina sódica	27
Grafico 6.- Estructura química del Propiltiouracilo	29
Grafico 7.- Incidencia de hipotiroidismo de la población chilena y estadounidenses	33
Grafico 8.- Incidencia de hipertiroidismo de la población chilena y estadounidenses.	34
Grafico 9.- Distribución del Hipotiroidismo en el Ecuador	35
Grafico 10.- Algunos componentes presentes en plantas medicinales con acciones hipotiroidea atribuida	39
Grafico 11.- Componentes fenolicos y carotenoides, presentes en las plantas empleadas para el tratamiento del hipotiroidismo	44
Grafico 12.- Formación de especies reactivas de oxigeno en la aparición d enfermedades	45

## RESUMEN

Millones de personas de todo el mundo padecen afecciones tiroideas, siendo las principales: hipotiroidismo, hipertiroidismo, nódulos tiroideos cancerosos o no cancerosos. El objetivo de este proyecto consistió en revisar acerca de la glándula tiroides, sus principales patologías y el empleo de plantas medicinales que puedan ser beneficiosas o perjudiciales en dependencia del tipo de afección que presente esta glándula. Se identificaron 22 plantas medicinales, como los más empleados para el tratamiento del hipotiroidismo y el hipertiroidismo respectivamente. Los compuestos químicos de mayor abundancia en las plantas recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo fueron las vitaminas y el yodo como elemento químico y en el caso del hipertiroidismo lo fueron los ácidos fenólicos y los carotenoides. No se encontró información científica que avale el empleo de estas plantas para las disfunciones de la glándula tiroides, por lo que su uso solo se sustenta en la medicina tradicional.

**Palabras claves:** *Afecciones de la glándula tiroides, plantas medicinales.*

## **ABSTRACT**

Millions of people around the world suffer from thyroid conditions, the main hypothyroidism, hyperthyroidism, thyroid nodules cancerous or non-cancerous. The objective of this project was to review about the thyroid gland, the main pathologies and the use of medicinal plants that can be beneficial or harmful depending on the type of condition to present this gland. Across the project 22 medicinal plants were identified as the most used for the treatment of hypothyroidism and hyperthyroidism respectively. The chemicals components most abundant in those recommended for the treatment of hypothyroidism plants were vitamins and iodine as chemical element and in the case of hyperthyroidism were the phenolic acids and carotenoids. No scientific data supporting the use of these plants for the dysfunction of the thyroid gland was found, so its use is only based on traditional medicine.

Keywords: Disorders of the thyroid gland, medicinal plants.

## INTRODUCCIÓN

El sistema endocrino o también llamado sistema de glándulas de secreción interna, es el conjunto de órganos y tejidos del organismo, que segregan un tipo de sustancias llamadas hormonas, que son liberadas al torrente sanguíneo y regulan las principales funciones del cuerpo. Los órganos endocrinos también se denominan glándulas sin conducto o glándulas endocrinas, debido a que sus secreciones se liberan directamente en el torrente sanguíneo (Medicina, 2015). Las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas regulan el crecimiento, el desarrollo y las funciones de muchos tejidos, y coordinan los procesos metabólicos del organismo (Granner, 2009).

El sistema endocrino está constituido por una serie de glándulas carentes de ductos, en las cual tenemos un conjunto de glándulas que envían señales químicas mutuamente y son conocidas como un *eje*; un ejemplo es el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (Medicina, 2015). Las glándulas más representativas del sistema endocrino son la hipófisis y la tiroides. Las glándulas endocrinas en general comparten características comunes como la carencia de conductos, alta irrigación sanguínea y la presencia de vacuolas intracelulares que almacenan las hormonas (Granner, 2009).

Aparte de las glándulas endocrinas especializadas para tal fin, existen otros órganos como el riñón, hígado, corazón y las gónadas, que tiene una función endocrina secundaria (Medicina, 2015).

La glándula tiroidea, ubicada en la parte anterior e inferior del cuello, tiene forma de pajarita o mariposa y produce las hormonas tiroideas: tiroxina y triyodotironina. Estas hormonas son esenciales para la

correcta actividad metabólica del organismo. También cumplen otras importantes funciones, particularmente en el control del crecimiento y en el desarrollo del sistema nervioso (Arce et al., 2006).

El hipotiroidismo puede tener su origen en una alteración de la hipófisis, del tiroides o de un déficit de yodo en la dieta. El hipotiroidismo severo en los adultos es denominado mixedema, ya que da lugar a un engrosamiento en manos y cara debido a la acumulación de mucoproteínas en el tejido subcutáneo. Otros síntomas son la baja tasa metabólica, bradicardia, intolerancia al frío, enlentecimiento físico y mental. (Arce et al., 2006).

El hipertiroidismo es debido a un exceso de producción de hormonas tiroideas se caracteriza por una alta tasa metabólica, taquicardia, intolerancia al calor, hiperexcitabilidad, pérdida de peso, etc. (Arce et al., 2006).

Una forma común de hipertiroidismo es la enfermedad de Graves que se caracteriza por protrusión de los globos oculares exoftalmos e hipertrofia del tiroides (bocio) (Arce et al., 2006).

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

¿Podrán emplearse algunas plantas medicinales como coadyuvantes en el tratamiento de las disfunciones de la glándula tiroides?

## **HIPÓTESIS**

Algunas plantas medicinales resultaran útiles en el tratamiento de los desórdenes de la glándula tiroides.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las ventajas y desventajas del empleo de algunas plantas medicinales como coadyuvantes en el tratamiento del Hipotiroidismo e Hipertiroidismo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Relacionar las plantas medicinales de mayor uso en las patologías de la tiroides.
- ❖ Analizar la composición química de las plantas medicinales de mayor uso y relacionarlo con la posible actividad farmacológica.
- ❖ Investigar en la literatura la actividad farmacológica atribuida o demostrada.

## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.2 Fundamentos teóricos. Tiroides

#### 1.1.1 Anatomía de la glándula tiroides

Marín (2010) menciona que la glándula tiroides está situada en la parte frontal del cuello a la altura de las vértebras C5 y T1 junto al cartílago tiroides y esta yace sobre la tráquea que rodea hasta alcanzar posteriormente el esófago y se encuentra cubierta por la musculatura pretiroides, el músculo platismo del cuello y el tejido subcutáneo de la piel. Arce et al., (2006 ) expresa que la tiroides se caracteriza por poseer la forma de una mariposa cuyo color es gris rosada y se encuentra compuesta por dos lóbulos que asemejan las alas de la mariposa, estos lóbulos están conectados entre sí por un conector denominado istmo (gráfico 1).

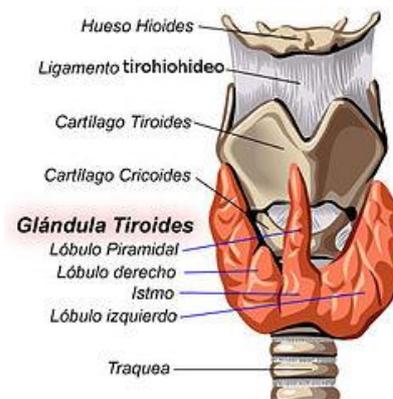


Gráfico 1. Anatomía de la Glándula Tiroides

Fuente: Marín, 2010

Cada uno de los lóbulos mide alrededor de 2 a 2,5 cm de espesor y en su ancho su diámetro es mayor a 4 cm de largo (Arce et al., 2006).

Normalmente se puede encontrar pares de glándulas paratiroides en la cara posterior de los lóbulos del tiroides o debajo de ellos, de igual manera la glándula tiroides se encuentra formada por un tejido propio de pequeñas masas morfológicamente equivalentes denominados como folículos tiroideos (Arce et al., 2006).

La glándula tiroides se encuentra recubierta en su cara anterior por los músculos infra hioidea y lateralmente por el músculo esternocleidomastoideo; Por su cara posterior, la glándula se encuentra fijada a los cartílagos tiroideos y traqueal y el músculo cricofaríngeo a través de un engrosamiento de la aponeurosis que forma el ligamento suspensorio de Berry (Arce et al., 2006).

### **1.1.2 Fisiología de la Glándula Tiroides**

La unidad funcional de la tiroides son los folículos tiroideos al igual que unas estructuras esféricas de alrededor de 0,02 a 0,03 mm de diámetro. Los folículos se encuentran estructurados por una capa de células epiteliales, al igual que por una capa de células foliculares tiroideas que rodean un material coloidal constituido por la acumulación de glucoproteína y tiroglobulina (Marín, 2010).

Palma (2012) expresa que la síntesis hormonal se encuentra regulada enzimáticamente y precisa de un oligoelemento esencial, el cual es el yodo y éste se obtiene a partir de la dieta en forma de yoduro. A continuación, el yodo se almacena en el coloide y se une a fragmentos de tiroglobulina para dar lugar a la triyodotiroxina (T3) y a la (tiroxina) T4, cuando se ha identificado que la ingesta de yodo es mayor a la ingesta necesaria requerida por el organismo se produce la inhibición tanto de T3 como de T4, dando lugar al efecto Wolff Chaikoff<sup>1</sup> (Hipertiroidismo, 2012).

---

<sup>1</sup> Es un fenómeno de autorregulación que inhibe organificación en la glándula tiroides, la formación de las hormonas tiroideas en el interior del folículo del tiroides, y la liberación de las hormonas tiroideas en el torrente sanguíneo.

La liberación de hormonas se lleva a cabo por la concentración de T4 en la sangre, cuando es baja en sangre se libera tirotropina (TSH), la cual se encarga de promover la endocitosis del coloide, su digestión por enzimas lisosómicas junto con la liberación de T4 y T3 a la circulación (Palma, 2012).

Una vez sucedido dicho proceso; las hormonas circulan por la sangre unidas a proteínas, en las cuales la más importante es la globulina transportadora de tiroxina (Hipertiroidismo, 2012).

Las hormonas tiroideas poseen grandes efectos sobre casi todos los tejidos del organismo, se caracterizan por elevar la termogénesis y el consumo de oxígeno y resultan ser imprescindibles para la síntesis de varias proteínas, al igual que intervienen totalmente sobre el crecimiento y la organogénesis del sistema nervioso central (Hipertiroidismo, 2012).

De igual manera estas hormonas influyen sobre el metabolismo de los hidratos de carbono y de los lípidos, La T4 pasa a ser T3 en los tejidos periféricos y la hormona T4 constituye el 93 % de las hormonas metabólicamente activas y la T3 el 7 % (Hipertiroidismo, 2012).

Finalmente, Palma (2012), menciona que la secreción de TSH se encuentra regulada por la retroalimentación negativa que ejercen las hormonas tiroideas sobre la hipófisis, aunque también por factores hipotalámicos como la hormona liberadora de tirotropina (TRH).

### 1.1.3. Hormonas Tiroideas

#### 1.1.3.1 Síntesis

Brandan (2014) dio a conocer que las hormonas tiroideas son derivados yodados de la tiroxina y se encuentran constituidos por el acoplamiento de 2 residuos de tirosina yodada, lo que permite distinguir en su estructura 2 tipos de anillos denominados fenólico o extremo y tirosílico o interno (gráfico 2).

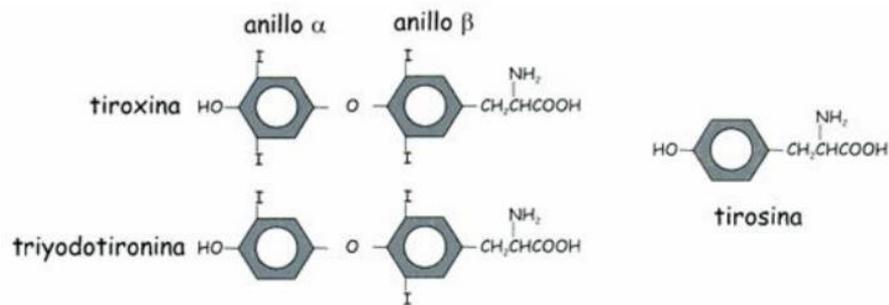


Gráfico 2. Estructura de las hormonas tiroideas  
**Fuente:** Guamán, (2012)

#### ✓ El yoduro es necesario para la formación de tiroxina

Para formar una cantidad normal de tiroxina se precisan al año unos 50 miligramos de yodo (ingerido en forma de yoduros) o equivalente a 1 mg/semana (Guamán, 2012).

Para impedir la deficiencia de yodo, se añade una parte de yoduro sódico por cada 100.000 partes de cloruro sódico a la sal de mesa común (Guamán, 2012).

Los yoduros ingeridos por vía oral se absorben desde el tubo digestivo hasta la sangre de la misma forma que los cloruros, en condiciones normales, la mayor parte se excreta con rapidez por vía renal, pero siempre después que las células tiroideas hayan retirado selectivamente

una quinta parte de la sangre circulante y la hayan empleado en la síntesis de las hormonas tiroideas (Hall, 2012).

#### ✓ **Bomba de yoduro**

La primera etapa de la formación de las hormonas tiroideas, consiste en el transporte de los yoduros desde la sangre hasta las células y los folículos de la glándula tiroides, la membrana basal de estas células posee la capacidad específica de bombear de forma activa el yoduro al interior celular, proceso denominado atrapamiento de yoduro (Hall, 2012).

En una glándula normal, la bomba de yoduro concentra esta sustancia hasta que su concentración supera en 30 veces la de la sangre, cuando la glándula tiroides alcanza su máxima actividad, la relación entre ambas concentraciones puede elevarse hasta 250 veces. (Hall, 2012)

El atrapamiento de yoduro glándula tiroides depende de diversos factores, el más importante es la concentración de TSH, esta hormona estimula la actividad de la bomba de yoduro en las células tiroideas, mientras que la hipofisectomía la disminuye. (Hall, 2012)

#### ✓ **Síntesis de Tiroglobulina**

Guamán (2012) menciona que:

“Las hormonas tiroideas se sintetizan a partir de los residuos de tirosina de la Tg. La Tg es una glucoproteína con un peso molecular de 670 kDa que contiene 125 residuos de tirosina y que es sintetizada en los polirribosomas del retículo endoplasmático rugoso de las células foliculares como unidades peptídicas de un peso molecular de 330 kDa”.

Posteriormente a ello, la proteína es procesada por medio de las cisternas correspondientes al aparato de Golgi donde finalmente completa su glucosidación y es empaquetada en una serie de vesículas de secreción, a continuación, estas vesículas son liberadas en la cara epitelial de los tirocitos, pasando de esta manera la luz folicular por exocitosis y se almacena como coloide Guamán (2012).

✓ **Oxidación de Yodo**

Una vez que se ha logrado captar, el yodo es posteriormente oxidado a una manera muy reactiva, capaz de incorporarse a los residuos de tirosina, para ello la enzima responsable del proceso es la peroxidasa tiroidea o también denominada como tioperoxidasa (TPO) específica de la glándula tiroidea capaces de oxidar los yoduros, este tipo de proteína se caracteriza por ser transmembranal y se localiza en la cara apical del tirocito (Guamán, 2012).

✓ **Yodación de la tirosina y formación de las hormonas tiroideas: organificación de la tiroglobulina (Tg)**

El proceso de incorporación de los átomos de yodo a la molécula de tiroglobulina es denominado como organificación, durante el proceso el yodo se une directamente al aminoácido de tirosina, aunque con lentitud. No obstante, en la célula tiroidea el yodo se oxidado se asocia a una enzima yodasa que hace que el proceso tenga lugar en segundos (Guamán, 2012).

Guamán (2012) da a conocer que:

“El yodo libre se une a la posición 3 de un residuo de tirosina formando monoyodotirosina (MIT). Una segunda yodación en posición 5 da lugar a la diyodotirosina (DIT). Aunque cada molécula de tiroglobulina contiene alrededor de 125 residuos de tirosina, sólo aproximadamente un tercio de los mismos están disponibles para la yodación. Después de la yodación, se producen reacciones de acoplamiento entre las MIT y las DIT para sintetizar las formas hormonalmente activas, la triyodotironina (T3) y la tiroxina (T4)”.

Posteriormente la proteína yodada se procede a almacenar dentro de la luz correspondiente al folículo tiroideo. Dicho proceso resulta relevante para mantener niveles circulantes normales de las hormonas cuando se lleva a

cabo una disminución temporal en el proceso de suministro de yodo (gráfico 3)

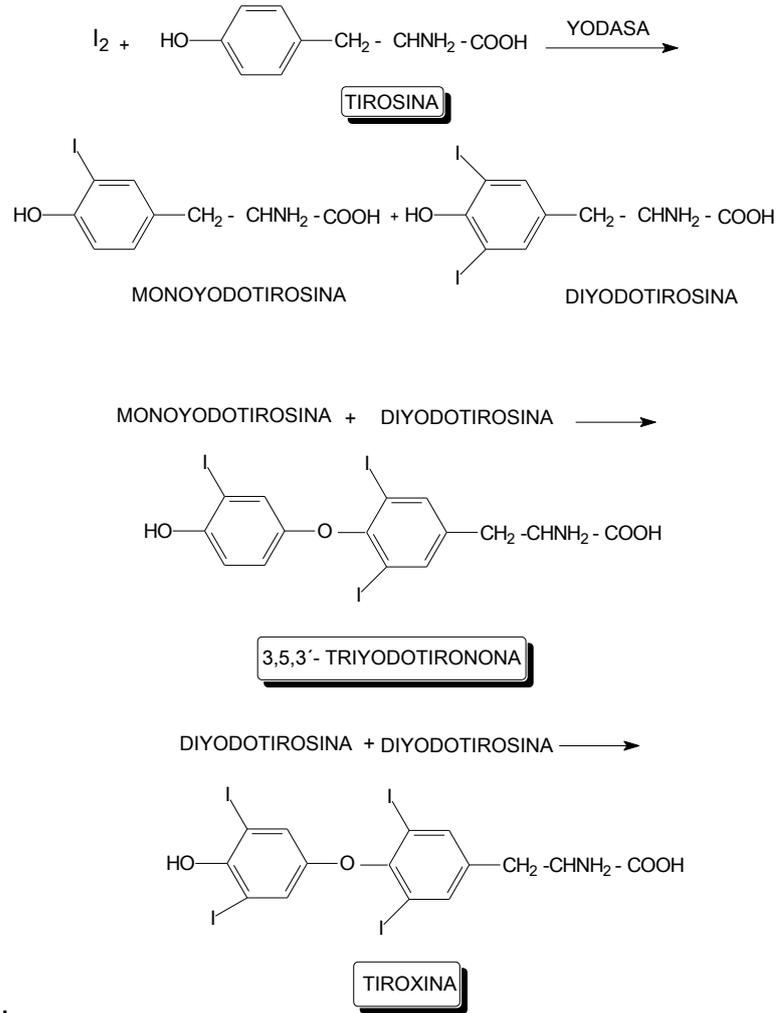


Gráfico 3. Proceso de síntesis y yodación de la Tiroglobulina (Tg)

### ✓ **Acoplamiento**

El paso final que se lleva a cabo en la síntesis de hormonas tiroideas es el acoplamiento de las moléculas de MIT y DIT, este acoplamiento se lleva a cabo entre en el 90 % de los casos de DIT dando lugar de esta manera a la formación de tetrayodotironina o tiroxina (T4). De igual manera en el 9 % de los casos se producirá un residuo de MIT y uno de DIT, dando lugar a la triyodotironina (T3), posteriormente el 1% restante lleva a cabo la triyodotironina reversa o rT3 (Guamán, 2012).

A causa de que el acoplamiento se lleva a cabo sin lograr el rompimiento de la molécula de Tg, las hormonas tiroideas proceden a almacenarse formando parte de dicha proteína. De igual manera, en condiciones normales la glándula tiroidea puede llegar a almacenar una serie de hormonas tiroideas para asegurar las necesidades del organismo durante un período estimado de 100 días. (Guamán, 2012).

#### **1.1.3.2 Liberación de las hormonas tiroideas**

Cuando es necesario llevar a cabo la liberación de las hormonas tiroideas, los tirocitos proceden a captar pequeñas porciones del coloide por medio de un mecanismo de endocitosis (Hall, 2012).

Hall (2012), expresa que las vesículas endocíticas se fusionan con lisosomas con el propósito de formar los fagolisosomas que contienen proteasas que rompen las moléculas de Tg. Posteriormente las vesículas endocíticas que contienen Tg se fusionan con los lisosomas formando los fagos lisosomas; los cuales proceden a desplazarse hacia la zona basal del tirocito.

Brandan (2014) da a conocer que:

“Los lisosomas contienen varias enzimas endopeptidasas, las catepsinas, que inducen la proteólisis de la Tg yodada. Tras la ruptura de los enlaces peptídicos que las mantenía unidas a la Tg, la T4 y la T3 salen del tirocito (aproximadamente el 80% como T4 y el 20% como T3) y pasan a la circulación sanguínea, probablemente mediante la acción del transportador de monocarboxilato 8 (MCT-8)”.

De igual manera Brandan, (2014) añade que:

“Las yodotirosinas que no pasan a la circulación son desyodadas en el interior de la célula por acción de una enzima deshalogenasa: yodo tirosina deshalogenasa 1 (DEHAL-1), llamada también yodo tirosina desyodinasasa (IYD). El yodo liberado por esta deshalogenasa se reutiliza dentro del tirocito, migrando hacia la membrana apical, donde se puede incorporar a una nueva molécula de Tg. Este proceso muestra cómo las células tiroideas han desarrollado un sofisticado sistema para reducir la pérdida de yodotirosinas, hormonalmente inactivas, con objeto de reciclar y reutilizar el yodo, micronutriente habitualmente escaso”.

Por lo tanto, de existir un exceso de yodo se alertan varios mecanismos para evitar una hipersecreción de hormonas tiroideas que inhiben la conversión periférica de T4 a T3. Finalmente, es importante destacar que las variaciones interindividuales de cada uno de los niveles de hormonas tiroideas en humanos, se encuentran influenciadas mayoritariamente por factores genéticos en lugar de factores ambientales (Brandan, 2014).

### **1.1.3.3 Transporte**

Hall (2012) señaló que las hormonas tiroideas se transportan por medio de la sangre unidas a proteínas específicas, es por ello que casi el 75 % de la T4 se unen a la globulina transportadora de tiroxina, mientras que

aproximadamente un 15 % a la transtiretina y el resto a la albúmina, de igual manera la T3 se une a la globulina fijadora de tiroxina (TGB) en un 80 % y el resto a la albúmina y la transtiretina (TTR). Estas tres proteínas son producidas en el hígado y tanto sus variaciones, síntesis degradación y alteraciones de su estructura originan importantes cambios en las concentraciones plasmáticas de la hormona tiroides.

De igual manera la TTR forma parte fundamental de un complejo de proteína de unión al retinol, dando el origen a su nombre y posee mayores niveles de afinidad por T4 que por T3 (Hall, 2012). De igual manera la hormona de crecimiento estimula su síntesis, más no intervienen en este proceso las hormonas tiroideas. La TTR se produce en el plexo coroideo, el cual desempeña un importante papel en el transporte de T4 por medio de la barrera hematoencefálica (Hall, 2012).

Finalmente, Hall (2012), nos dice que las variaciones de los niveles de proteínas transportadoras de hormonas tiroideas no afectan al estado funcional de la glándula tiroides, el cual mantiene niveles normales de hormonas libre y de TSH. Este concepto o hipótesis, de la hormona tiroidea libre plantea el postulado de que solo la fracción libre de estas hormonas es capaz de entrar en la célula y ejercer su acción, mientras que las proteínas transportadoras además de llevar a cabo un depósito de reserva, permite una distribución uniforme de las moléculas de las hormonas tiroideas por todo el sistema circulatorio (Hall, 2012).

#### **1.1.3.4 Metabolismo de las hormonas tiroideas**

Brandan (2014), señaló que las hormonas tiroideas pueden ser metabolizadas a través de diferentes vías: desyodación, sulfatación, conjugación con ácido glucurónico, descarboxilación y desaminación. La desyodación representa la vía metabólica más importante, tanto de manera cuantitativa como cualitativa en el proceso de transformación de las

hormonas tiroideas. De igual manera casi el 80 % de la T4 se metaboliza por medio de este mecanismo (gráfico 4).

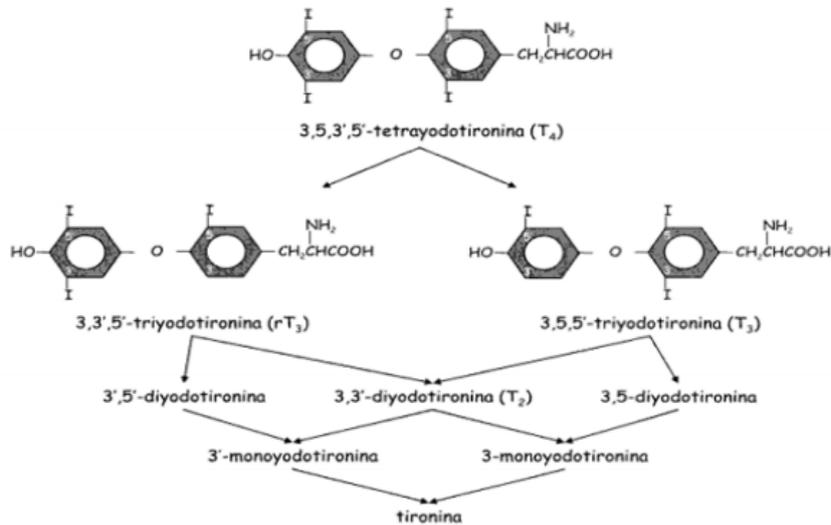


Gráfico 4. Metabolismo de las hormonas tiroideas  
Fuente: Guamán, (2012)

### 1.1.3.5 Acciones biológicas de las Hormonas tiroideas

Marín (2010) planteó que las hormonas tiroideas poseen receptores en casi todos los tejidos, y regulan la mayor parte de las funciones del metabolismo intermedio.

Las hormonas tiroideas T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> llevan a cabo algunos de los más destacados efectos del déficit de la hormona tiroidea durante el desarrollo fetal y durante los primeros meses que siguen al nacimiento (Marín, 2010). Durante dicho proceso, en caso de ocurrir un déficit éste no puede ser recompensado por lo que su pérdida es irreversible.

Marín (2010) nos dice que en el adulto el efecto primario de las hormonas tiroideas se manifiesta por alteraciones ocurridas en el metabolismo, el efecto de su alteración incluye cambios en el consumo de oxígeno y en el metabolismo de las proteínas, hidratos de carbono, grasas y vitamina. A continuación (Marín, 2010), exponen los efectos que las glándulas tiroideas causan en el organismo:

- Son necesarias para lograr un correcto crecimiento y desarrollo
- Poseen acción calorígena y termorreguladora
- Elevan el consumo de oxígeno
- Estimulan la síntesis y degradación de las proteínas
- Regulan las mucoproteínas y el agua extracelular
- Actúan sobre el proceso de síntesis y degradación de las grasas
- Intervienen sobre la síntesis del glucógeno y en el empleo de la glucosa
- Son totalmente relevantes para la formación de vitamina A, a partir de los carotenos
- Estimulan el proceso de crecimiento y la diferenciación
- Son totalmente importantes para el desarrollo del sistema nervioso central y periférico
- Intervienen en el proceso de contracción muscular y motilidad intestinal
- Participan activamente en el proceso de erupción dental

Finalmente se podría decir que las hormonas tiroideas intervienen prácticamente en la totalidad de las funciones orgánicas, activándolas y manteniendo el ritmo vital (Marín, 2010).

#### ***1.1.3.6 Fisiopatología de la Tiroides***

Las enfermedades de la glándula tiroides son de gran relevancia, ya que la mayor parte de ellas responden a tratamientos médicos o quirúrgicos, en los cuales incluyen los trastornos asociados con una excesiva liberación de hormonas tiroideas (hipertiroidismo) al igual que aquellas asociadas a una deficiencia de hormonas tiroideas (hipotiroidismo) y las lesiones tumorales de la tiroides (Marín, 2010).

## **HIPERTIROIDISMO**

Es el conjunto de síntomas y signos clínicos que evidencian la exposición de los tejidos a concentraciones elevadas de hormonas tiroideas (Hall, 2012).

### **❖ Causas**

En los pacientes con hipertiroidismo se observa un aumento de tamaño de la glándula tiroides, que llega a duplicarse o a triplicarse, con una hiperplasia considerable y un plegamiento del revestimiento de las células foliculares en los folículos, por lo que el número de células también aumenta de forma notable (Hall, 2012).

La secreción de cada célula se multiplica varias veces; los estudios sobre la capacitación de yodo radioactivo indican que estas glándulas hiperplásicas secretan entre 5 a 15 veces su valor normal (Hall, 2012).

Los cambios experimentados por la glándula tiroides se asemejan casi siempre a los provocados por el exceso de TSH, Sin embargo, casi siempre se detectan en la sangre otras sustancias que ejercen acciones similares a las de la TSH (Hall, 2012); se trata de anticuerpos de tipo inmunoglobulina (TSI: inmunoglobulina tiro estimulante) que se unen a los mismos receptores de membrana que la TSH. Inducen una activación continua del sistema adenosin monofosfato cíclico (AMPc), de las células, que se traduce en la aparición de hipertiroidismo. (Hall, 2012)

### ❖ **Adenoma tiroideo**

El hipertiroidismo se debe en ocasiones a un adenoma localizado que se desarrolla en el tejido tiroideo y que secreta una gran cantidad de hormonas tiroideas (Hall, 2012).

Esta forma de hipertiroidismo difiere del tipo más común en que no suele asociarse con signos de enfermedad auto inmunitario. Un efecto destacado del adenoma consiste en que mientras secreta grandes cantidades de hormona tiroidea, la función secretora del resto de la glándula queda prácticamente inhibida porque la hormona elaborada por el adenoma deprime la producción de TSH por la hipófisis (Hall, 2012).

### ❖ **Exoftalmos**

Casi la mayoría de los pacientes con hipertiroidismo sufren cierto grado de prominencia de los glóbulos oculares, este estado se denomina exoftalmos (Hall, 2012).

La causa de la protrusión ocular reside en una tumefacción edematosa de los tejidos retro orbitarios y en diversas lesiones degenerativas de los músculos extra oculares (Hall, 2012).

En la sangre de la mayoría de los pacientes se detectan inmunoglobulinas que reaccionan con estos músculos oculares. Además, la concentración de estas inmunoglobulinas es más elevada en las personas con cifras altas de inmunoglobulina tiro estimulante. Así pues, existen indicios de que el exoftalmos, al igual que el propio hipertiroidismo, es un proceso auto inmunitario. El exoftalmos suele mejorar considerablemente con el tratamiento del hipertiroidismo. (Hall, 2012)

## ❖ Tipos de Hipertiroidismo

- a) **Endógeno (Enfermedad de Graves):** (Guamán, 2012) menciona que este tipo de hipertiroidismo es un trastorno auto inmunitario a causa de un considerable incremento de inmunoglobulinas estimulantes de la tiroides (TSI) sintetizadas por los linfocitos, estas inmunoglobulinas se caracterizan por ser anticuerpos que activan el receptor de la TSH estimulando de esta manera la síntesis y secreción de hormonas tiroideas.
- b) **Iatrogénico:** De acuerdo con el mismo autor, surge debido a una excesiva manipulación de las hormonas tiroideas exógenas.
- c) **Secundario:** Se caracteriza por la secreción excesiva de TSH lo cual podría dar lugar a un tumor, el cual surge a causa de anomalías en el eje hipotálamo – hipófisis.

## ❖ Síntomas del Hipertiroidismo

Los síntomas del hipertiroidismo deben resultar evidentes a partir de la fisiología hormonal tiroideas (Hall, 2012):

- Estado de gran excitabilidad
- Intolerancia al calor
- Aumento de la sudoración
- Adelgazamiento leve o extremo
- Diarrea de diversa magnitud
- Debilidad muscular
- Nerviosismo
- Fatiga extrema e incapacidad para conciliar el sueño
- Temblor de manos

## **HIPOTIROIDISMO**

Es el estado clínico y bioquímico resultante de las múltiples anormalidades estructurales y funcionales que conducen a una deficiente producción de hormonas tiroideas y por consiguiente dan lugar a la concentración sérica y tisular subnormal de ellas, que pueden corregirse una vez aplicado el tratamiento de hormonas tiroideas (Hall, 2012).

El hipotiroidismo forma parte de un síndrome que expresa un menor efecto de las hormonas tiroideas en las células, es identificado en la actualidad como la alteración funcional más común de la glándula tiroides (Hall, 2012).

### **❖ Epidemiología**

Es considerado en la actualidad como un síndrome común que se desarrolla con más frecuencia en el género femenino y cuya incidencia se incrementa continuamente con la edad, especialmente después del inicio de la vida adulta (Rocca, 2014).

Rocca (2014), señala que debido a que el hipotiroidismo primario se presenta con mayor regularidad (aproximadamente 1000 a 1) en ambos sexos y en todas las edades puede emplearse con toda confianza la medición de la TSH sérica, con el propósito de estimar el nivel de frecuencia del hipotiroidismo en las poblaciones.

Minsal (2013) reveló que en una revisión llevada a cabo en una comunidad del Reino Unido, se logró registrar una concentración de TSH sérica anormalmente elevada en el 7,5 % de mujeres y en el 2,8 % de los varones, por otro lado, el autor mencionó que en el estudio denominado como NHANES III de 17.353 norteamericanos el 4,6 % evidenció un nivel significativo de TSH, mientras que el 0,3 % presentó hipotiroidismo sintomático y finalmente el 4,3 % hipotiroidismo leve. De igual manera en mujeres cuyas edades eran superiores a los 60 años, se logró evidenciar que el hipotiroidismo sintomático y leve estuvo presente en el 2,0 % y en el 9,6 % respectivamente.

Finalmente Minsal (2013), dio a conocer que tanto en mujeres como en hombres evaluados en una feria de salud de Colorado se logró identificar que la frecuencia de hipotiroidismo fue mayor en la población blanca en comparación con la población hispana y afroamericana (5,1 %, 4,1 % y 1,7 % respectivamente).

### ❖ Etiología

Santillán (2010) manifestó que una serie de factores pueden influenciar en la adquisición de hipotiroidismo, los mismos que pueden ser de tipo funcional o estructural, sin embargo su severidad dependerá del grado y de la duración del déficit tiroideo. Por otro lado Herrera (2012), expresó que el hipotiroidismo surge a causa de factores hereditarios, por déficit o aumento de yodo, procesos inflamatorios tiroideos, post cirugía, radiación, bociógenos o por la ingesta de fármacos; en consecuencia este trastorno puede ser producido por una afectación significativa de la propia glándula tiroidea, que dará lugar a un hipotiroidismo primario, o por alteraciones en la producción o secreción de la tirotrópica (TSH) hipofuncionaria a este nivel o en el hipotálamo y que darían lugar a un hipotiroidismo secundario o terciario respectivamente (Herrera, 2012).

Por su parte Muñoz (2010), manifestó que existen otras condiciones poco comunes que pueden dar lugar al hipotiroidismo, y estas se encuentran relacionadas con el síndrome de resistencia periférica a hormonas tiroideas, sin embargo la mayor parte de los pacientes que presentan insuficiencia tiroidea evidencian hipotiroidismo primario. Es importante conocer que el hipotiroidismo se presenta frecuentemente de manera insidiosa y con sintomatología inespecífica, por lo que su evolución dependerá en gran medida del tiempo de evolución (Muñoz, 2010).

### ❖ Factores de riesgo

Muñoz (2010) expresa que se ha considerado como parte de la población de riesgo a mujeres en postparto, sujetos con historia familiar de consanguíneos tiroideos, pacientes con irradiación o cirugía previa de cabeza, cuello o tiroides, personas en edad fértil, recién nacidos de madres hipertiroideas, personas con anticuerpos antitiroideos.

Por otro lado, se han determinado como factores de riesgo a otras condiciones endócrinas autoinmunes como diabetes mellitus tipo I, insuficiencia adrenal e insuficiencia ovárica al igual que algunos desórdenes de tipo no endócrinos como enfermedad celíaca, vitíligo, anemia perniciosa, esclerosis múltiple y síndrome de Sjögren<sup>2</sup> (Muñoz, 2010).

Investigaciones llevadas a cabo por Rocca (2014) dieron a conocer que la Tiroides crónica (Enfermedad de Hashimoto) es la causa más frecuente para la adquisición de hipotiroidismo primario, ante ello acota que del proceso destructivo del parénquima tiroideo es de curso habitualmente progresivo pudiendo ser exitosamente diagnosticado en etapas asintomáticas.

Por otro lado, el mismo autor menciona que el estudio de seguimiento de cohorte Whickham evidenció que un incremento de la TSH era un importante predictor de progresión de hipotiroidismo subclínico a clínico, En el mismo sentido, la edad avanzada, el sexo femenino y los diferentes anticuerpos antitiroperoxidasa (AcTPO) presentes, también se encuentran estrechamente relacionados con el incremento del riesgo de progresión del hipotiroidismo clínico (Rocca, 2014).

Muñoz (2010) acota que la presencia de AcTPO también ha demostrado ser parte de un pronóstico relevante de progresión en pacientes mayores, por otro lado en mujeres embarazadas con tiroiditis autoinmune asintomática, según el autor se ha logrado evidenciar un elevado riesgo de progresión de la

---

<sup>2</sup> Es una enfermedad que afecta las glándulas que producen humedad en el cuerpo. A menudo causa resequedad en la boca y en los ojos. También puede causar resequedad en otras partes del cuerpo que necesitan mantenerse húmedas, como la nariz, la garganta y la piel.

enfermedad. De igual manera se ha determinado que el riesgo de progresión de hipotiroidismo subclínico a clínico es menos común en niños y adolescentes por lo que su recuperación tiroidea resulta ser más frecuente.

Por otra parte, se ha considerado como factor de riesgo los antecedentes de cirugía tiroidea previa, ya que la aparición de la enfermedad de hipotiroidismo se encuentra relacionada con la extensión de la resección de tejido tiroideo y a la presencia de disfunción tiroidea de base (Meléndez, 2010).

Meléndez (2010) añade que el tratamiento a base de radio yodo generalmente provoca hipotiroidismo definitivo, cuya progresión dependerá del número de dosis administradas, de manera que hasta varios años después de haber recibido el tratamiento las personas poseen la posibilidad de presentar hipotiroidismo. Un hecho similar, según el autor ha sido evidenciado en personas sometidas a radioterapia cervical a causa de patología benigna o maligna.

Rocca (2014) expuso que la ingesta constante de algunos medicamentos puede llegar a alterar la función tiroidea, entre ellos, el litio empleado en psiquiatría inhibe la captación y secreción de hormona tiroidea proporcionando la capacidad de generar hipotiroidismo al igual que el interferón y el bexaroteno<sup>3</sup>.

### ❖ Tipos de Hipotiroidismo

El hipotiroidismo según Rocca (2014) puede ser clasificado en relación a su inicio que puede ser de tipo congénito o adquirido, a su etiología primaria o secundaria (hipofisario o hipotalámico) y periférico o de acuerdo a su nivel de severidad. Sin embargo, según el autor se ha llegado a determinar que más del 90 % de las personas con diagnóstico de hipotiroidismo son de tipo primario, y de estos más del 70 % son sub clínicos, por lo tanto, de acuerdo a su etiología el hipotiroidismo se clasifica en:

---

<sup>3</sup> Retinoide sintético, también llamado rexinoid

- a) Hipotiroidismo primario:** Dahesa (2011) expresa que esta es la causa más común de hipotiroidismo y surge debido a la incapacidad de la propia glándula tiroidea para producir la cantidad suficiente de hormona.
- b) Hipotiroidismo secundario o central:** Este tipo de hipotiroidismo según Gómez (2010) nace debido a una inadecuada estimulación de una glándula tiroidea intrínsecamente normal a causa de un defecto significativo a nivel hipofisario o a nivel hipotalámico, sin embargo según el autor en ocasiones resulta difícil diferenciar el hipotiroidismo hipofisario del hipotalámico, por lo que a este tipo de hipotiroidismo simplemente se lo denominará como secundario o central.
- c) Hipotiroidismo periférico:** Dahesa (2011) manifiesta que este tipo de hipotiroidismo posee manifestaciones clínicas difíciles de determinar, y es debido a la incapacidad de los tejidos blandos para responder a la hormona tiroidea (resistencia a la hormona tiroidea), o surge debido a la inactivación periférica de las hormonas tiroideas, es por ello que este tipo de hipotiroidismo adquiere el nombre de hipotiroidismo periférico.

Para determinar el tipo de hipotiroidismo y su posterior tratamiento, es importante llevar a cabo un adecuado proceso de evaluación, al igual que es importante identificar si el hipotiroidismo ha surgido como parte de una alteración intrínseca en la tiroides o como consecuencia de una enfermedad hipofisaria.

#### ❖ **Manifestaciones clínicas**

Como se había señalado anteriormente, el hipotiroidismo se presenta de manera frecuente e insidiosa con sintomatología inespecífica que dependerá del tiempo de evolución de la enfermedad, la edad, el sexo, el tiempo de aparición, la velocidad de su instauración seguido por la causa del mismo por (Meléndez, 2010).

Las principales manifestaciones clínicas de acuerdo a investigaciones realizadas por Meléndez (2010) son:

**a) Piel y Anexos:** Existe un ascenso de la temperatura central con vasoconstricción periférica, lo que da lugar a que la piel se presente fría y pálida. De igual manera la piel se presenta deshidratada a causa del estrato y córneo y en ella puede evidenciarse una tonalidad naranja – amarillenta secundaria a causa de la acumulación de beta – carotenos (Meléndez, 2010).

También pueden observarse rasgos faciales característicos con nariz ancha, labios abultados, párpados edematizados y macroglosia (Meléndez, 2010).

El cabello del hipotiroideo se presenta grueso, seco, sin brillo y por ende quebradizo y de lento crecimiento al igual que la pérdida del cabello puede presentarse de forma difusa o en parches. Las uñas evidencian un crecimiento lento, son delgadas y quebradizas (Meléndez, 2010).

**b) Sistema cardiovascular:** Se logra evidenciar en el transcurso de la enfermedad una disminución significativa del gasto cardíaco por menor fracción de eyección y por una disminución en la frecuencia cardíaca lo que se refleja en pérdida de los efectos cronotrópico e inotrópico de las hormonas tiroideas (Meléndez, 2010).

Las resistencias vasculares periféricas se incrementan, mientras que el volumen circulante disminuye, este tipo de alteraciones hemodinámicas estrechan la presión de pulso elevando la circulación y disminuyendo el flujo sanguíneo (Meléndez, 2010).

Por otro lado, las alteraciones estructurales evidenciadas en el hipotiroideo se deben a cambios en el contenido de colágeno, retención de agua y orientación en las fibras miocárdicas. Finalmente se ha relacionado la enfermedad hipotiroidea con factores de riesgo cardiovascular como hipertensión, dislipidemia, inflamación sistémica y resistencia a la insulina. (Meléndez, 2010)

**c) Sistema Respiratorio:** En el hipotiroidismo grave la respuesta compensatoria a la hipercapnia es pobre, y ha sido relacionada con los episodios de depresión respiratoria e inclusive con el coma mixedematoso (Meléndez, 2010).

Se ha identificado también, que la hipoventilación es secundaria a la debilidad de los músculos respiratorios y puede ser exacerbada por la obesidad (Meléndez, 2010).

El hipotiroidismo y el síndrome de apnea obstructiva del sueño generalmente se encuentra asociado a la población en general, sin embargo, se ha demostrado una prevalencia de 25 a 35 % del síndrome de apnea obstructiva del sueño en los pacientes diagnosticados con hipotiroidismo, esto asociado a un estrechamiento de la faringe y al aumento del volumen en los tejidos blandos a causa de la infiltración por glucosaminoglucanos y proteínas (Meléndez, 2010).

El bocio que se presenta en gran tamaño puede oprimir directamente la faringe y ocasionar el síndrome de apnea obstructiva del sueño en el hipotiroideo. (Meléndez, 2010)

**d) Aparato gastrointestinal:** Las diversas manifestaciones gastrointestinales presentadas no son raras y pueden involucrar una gran variedad de órganos digestivos (Meléndez, 2010).

Cuando dichas manifestaciones se presentan en el tercio superior se produce disfagia y cuando predomina en el inferior hay esofagitis y hernia diatal, al igual que se podrá presentar dispepsia por alteraciones en la motilidad gástrica, la cual guarda una estrecha relación con los marcadores de hipotiroidismo. Se disminuyen los movimientos peristálticos, por lo que se da lugar a estreñimiento y dolor abdominal. (Meléndez, 2010)

**e) Sistema Nervioso Central:** Todas y cada una de las funciones del habla se enlentecen a causa de la deficiencia de hormonas tiroideas, de igual

manera existe la pérdida de la iniciativa, se evidencia defectos en la memoria, letargo y somnolencia al igual que en los pacientes ancianos se da lugar a la demencia senil. (Meléndez, 2010)

**f) Función Renal:** El hipotiroidismo se encuentra relacionado con el deterioro de la función renal al igual que la creatinina sérica se eleva en aproximadamente el 50 % de los adultos hipotiroideos, sin embargo, una vez aplicado el tratamiento correctos dichos niveles suelen normalizarse. (Meléndez, 2010)

**g) Metabolismo energético:** Las personas diagnosticadas con hipotiroidismo presentan una disminución significativa del metabolismo energético corporal (Meléndez, 2010).

El apetito e ingestión de alimento se ven disminuidos a pesar de que se incrementa el peso por la retención de agua, sal y acumulación de grasa, igual que la actividad de la lipoproteína lipasa que se encarga de disminuir las concentraciones de triglicéridos (Meléndez, 2010).

Se observa un estado de resistencia a la insulina con disminución en la captación de glucosa por el músculo y el tejido adiposo. (Meléndez, 2010)

**h) Función reproductora:** En ambos sexos la presencia de las hormonas tiroideas influye en el desarrollo sexual y la función reproductiva (Meléndez, 2010).

Las mujeres en edad fértil presentan alteraciones en el ciclo menstrual y en casos más graves puede existir la pérdida de la libido y falla en la ovulación (Meléndez, 2010).

En el caso de los hombres se observa un efecto adverso en la espermatogénesis con alteraciones en la morfología, la cual revierte en la administración de hormonas tiroideas, al igual que puede encontrarse

relacionado con la motilidad de los espermatozoides además de disminución en las concentraciones totales de testosterona. (Meléndez, 2010)

- i) **Sistema músculo – esquelético:** En el hipotiroidismo los músculos se debilitan y hay dolor que se incrementa con las temperaturas bajas, en ocasiones puede observarse un aumento considerable en el volumen de las masas musculares y enlentecimiento en los movimientos, el hipotiroidismo en niños resulta en retardo en el crecimiento óseo. (Meléndez, 2010)

## 1.2 Fármacos usados para el hipotiroidismo

Los medicamentos que se encontraron en el (Vademécum farmacéutico, 2010), tenemos:

### 1.2.1 Tiroxin 88; tiroxin 100; tiroxin 112; tiroxin 125; tiroxin 150.

**Principio activo:** Levotiroxina (gráfico 5)

**Composición:** una tableta contiene 50, 75, 88, 100, 112, 125 o 150 mcg de levotiroxina y excipientes csp.

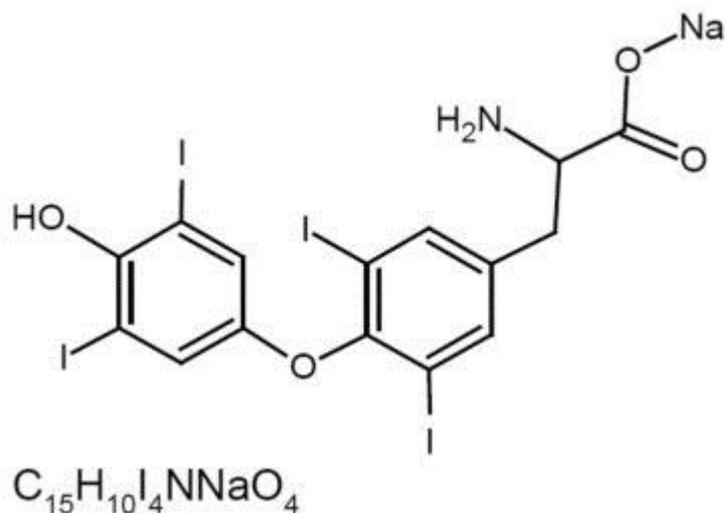


Gráfico 5. Estructura química de la Levotiroxina sódica

**Descripción:** es un preparado sintético levo isómero de la tiroxina, la hormona secretada por la glándula tiroides (Vademécum farmacéutico, 2010).

La terapia con levotiroxina es la preferida sobre los desecados de tiroides o la tiroglobulina debido a que su contenido hormonal esta estandarizado, y los efectos terapéuticos son más predecibles, la levotiroxina proporciona solo T4, de la cual aproximadamente el 80 % es deiodinada a T3 y a T3 reversa. Dado que el T3 es tres veces más potente que la T4, virtualmente toda la actividad de la T4 puede ser responsabilidad de la T3 (Vademécum farmacéutico, 2010).

**Indicaciones:** hipotiroidismo

**Precauciones:** enfermedades cardiovasculares, hipopituitarismo o predisposición a insuficiencia suprarrenal, diabetes insípida, diabetes mellitus, gestación y lactancia.

**Dosificación:** se administra por vía oral, tomar preferiblemente en la mañana, con el estómago vacío y medio vaso de agua y esperar por lo menos media a una hora para consumir alimento y por lo menos 4 horas para ingerir cualquier otro medicamento de los que se tiene conocimiento de interacciones (Vademécum farmacéutico, 2010).

En adultos inicialmente 50-100 microgramos al día antes del desayuno, seguidos por incrementos de 25-50 microgramos cada 3-4 semanas hasta que se mantiene el metabolismo normal (dosis de mantenimiento habitual 100- 200 microgramos), niños diagnosticados por hipotiroidismo congénito hasta 1 mes inicialmente 5-10 microgramos/kg al día, niños mayores de 1 mes 5 microgramos/kg al día, ajustados en incrementos de 25 microgramos cada 2-4 semanas (Vademécum farmacéutico, 2010).

**Efectos adversos:** dolor anginoso, arritmias, palpitaciones, taquicardia, calambre muscular, diarrea, vómitos, temblores, agitación, excitabilidad,

insomnio, cefalea, sofocos, sudoración, pérdida de peso excesiva y debilidad muscular (Vademécum farmacéutico, 2010).

**Interacciones:** muchas drogas y enfermedades afectan la farmacocinética y el metabolismo y pueden alterar la respuesta terapéutica de la levotiroxina (Vademécum farmacéutico, 2010).

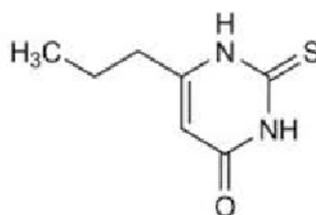
Por ejemplo, la levotiroxina requiere la presencia de secreción acida gástrica normal y se ha descrito su mala absorción en pacientes tratados con drogas que modifican el ambiente ácido y/o gastritis con o sin la presencia de *Helicobacter pylori*, por lo tanto se recomienda un estricto control y establecer o descartar estas patologías para prescribir la dosis adecuada a los requerimientos del paciente (Vademécum farmacéutico, 2010).

### 1.3 Fármacos usados para el Hipertiroidismo.

Los medicamentos que se encontraron en el (Vademécum farmacéutico, 2010), tenemos:

#### 1.3.1 Tirostat 50; tirostat 100

**Principio activo:** Propiltiouracilo (gráfico 6)



Gráfica 6. Estructura química del Propiltiouracilo.

**Composición:** 50 o 100 mg de propiltiouracilo. Excipientes csp.

**Propiedades:** es un derivado de las tioureas.

**Farmacocinética:** es rápidamente absorbido a partir del tracto gastrointestinal. Después de su administración oral, se obtiene el pico plasmático entre la hora y hora, con un tiempo de vida media de 2 horas. Sin embargo, este tiempo no se correlaciona con el efecto terapéutico, el cual persiste por más de 24 horas (Vademécum farmacéutico, 2010).

**Indicaciones:** hipertiroidismo

**Precauciones:** bocio grande, gestación y lactancia, alteración hepática, alteración renal.

**Dosificación:** se administra por vía oral en 3 dosis con intervalos de 8 horas, para el tratamiento inicial de un adulto hipertiroideo la dosis usual es de 300-450 mg/día; ocasionalmente un paciente con hipertiroidismo severo y/o grandes bocios podría requerir dosis iniciales de 600 a 1500 microgramos al día (Vademécum farmacéutico, 2010).

La dosis inicial se continuará durante los 2 primeros meses, ajustándola posteriormente de acuerdo con la tolerancia y respuesta del paciente (Vademécum farmacéutico, 2010).

En neonatos se ha recomendado 5-10 mg/ kg al día, se ajusta la dosis después de dos meses de iniciado el tratamiento, se recomienda evaluar al paciente y determinar los niveles de hormonas tiroides circulantes; en caso que el paciente se encuentre eutiroideo<sup>4</sup> se debe disminuir la dosis progresivamente o, en el segundo caso, adicionar hormona tiroidea (Vademécum farmacéutico, 2010).

---

<sup>4</sup> Cuando los niveles de hormonas tiroideas circulantes se encuentran dentro de valores fisiológicos normales, y por lo tanto el funcionamiento de la glándula tiroides también es normal

**Efectos adversos:** urticaria, prurito, mialgia, náuseas, dolor epigástrico, nefritis intersticial, neumonitis, necrosis hepática, periarteritis. La agranulocitosis es el efecto potencial más serio en los pacientes que reciben tioureas (Vademécum farmacéutico, 2010).

## **CAPITULO II. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Se realizó un estudio descriptivo y explicativo de referencias concernientes a las enfermedades que se presentan por disfunción de la glándula tiroides y sobre la evaluación de la actividad biológica y la química de las plantas medicinales, que puedan o no ser utilizadas en el tratamiento del hiper e hipotiroidismo. Esta búsqueda se realizó en libros de textos y revistas que se encuentran en los principales portales de calidad y en las bases de datos EBSCOHOST, OMS (WHO), Scielo, Rev Cubana Plant Med, PubMed, Science Direct, Springer-Link, Wiley, Redalyc, Latin Index, entre otros índices disponibles en las bases de datos cibernéticas.

Toda la literatura analizada se encuentra en el intervalo desde 2005 hasta 2014. Los nombres científicos se consultaron en el International Plant Names Index (IPNI).

Cabe mencionar, que en algunos casos se recopilaron datos sobre el uso empírico de algunas plantas a partir de estudios de tesis de algunas universidades.

La recuperación de información se realizó utilizando el perfil de búsqueda: plantas hipo e hipertiroideas, terapias alternativas, fitoterapia, tratamientos naturales; todas ellas cruzadas con el termino Sistema endocrino, tiroides.

## CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

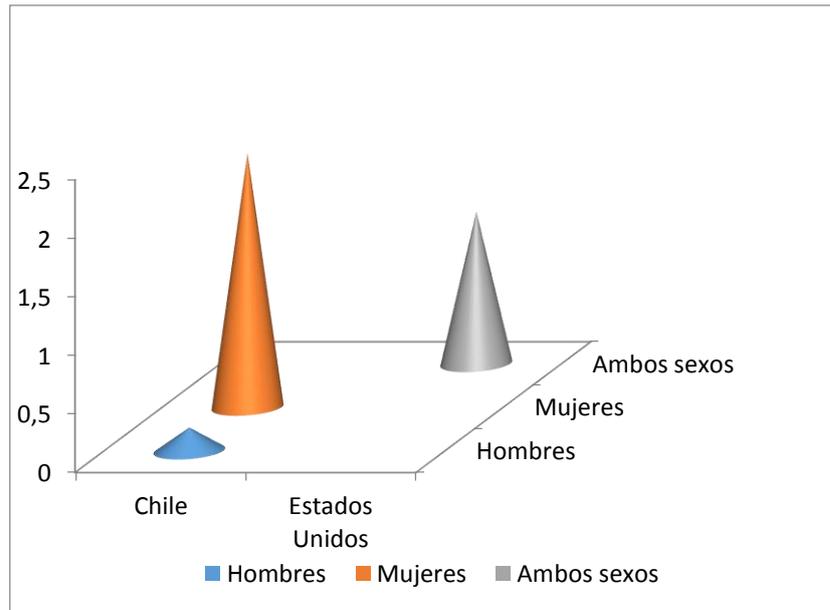
### 3.1 Recolección de datos.

#### 3.1.1 Situación mundial de las afecciones tiroideas.

Existen escasos estudios de prevalencia de las patologías de la tiroides a nivel mundial. En Chile, en los últimos años se han publicado algunos datos como la Encuesta Nacional de Salud y Estadísticas del Ministerio de Salud de Chile (ENS, 2009-2010), que permiten estimarlas. A nivel mundial se han publicado revisiones sistemáticas de bases de datos con prevalencia e incidencia de patologías endocrino-metabólicas en un contexto regional y excepcionalmente nacional. Una de las revisiones más completas fue publicada en el año 2009 por Golden y col en EE.UU. Estos autores analizaron en forma sistemática los datos e hicieron una selección de las 54 patologías de mayor prevalencia. Los resultados de estos estudios se presentan en las gráficas 7 y 8.



Gráfica 7. Incidencia de hipotiroidismo de la población chilena y estadounidense (ENS, 2009-2010; Golden y col., 2009)



Gráfica 8. Incidencia de hipertiroidismo de la población chilena y estadounidense (ENS, 2009-2010; Golden y col., 2009)

Como se observa en ambas gráficas, la incidencia tanto de hipotiroidismo como de hipertiroidismo es superior en mujeres que en hombres y se plantea que esta incidencia se incrementa con la edad.

### 3.1.2 Situación de las afecciones tiroideas en el Ecuador

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) estima que se ha establecido una prevalencia de 1 a 10% de hipotiroidismo en la población en general, registrándose entre un 3,4 a 6% durante la infancia entre (4-5 años). Esta prevalencia se incrementa en personas de edad avanzada, alcanzando valores de 16% en hombres mayores de 70 años y 20% en mujeres mayores de 60 años. Los resultados se muestran en el gráfico 9.

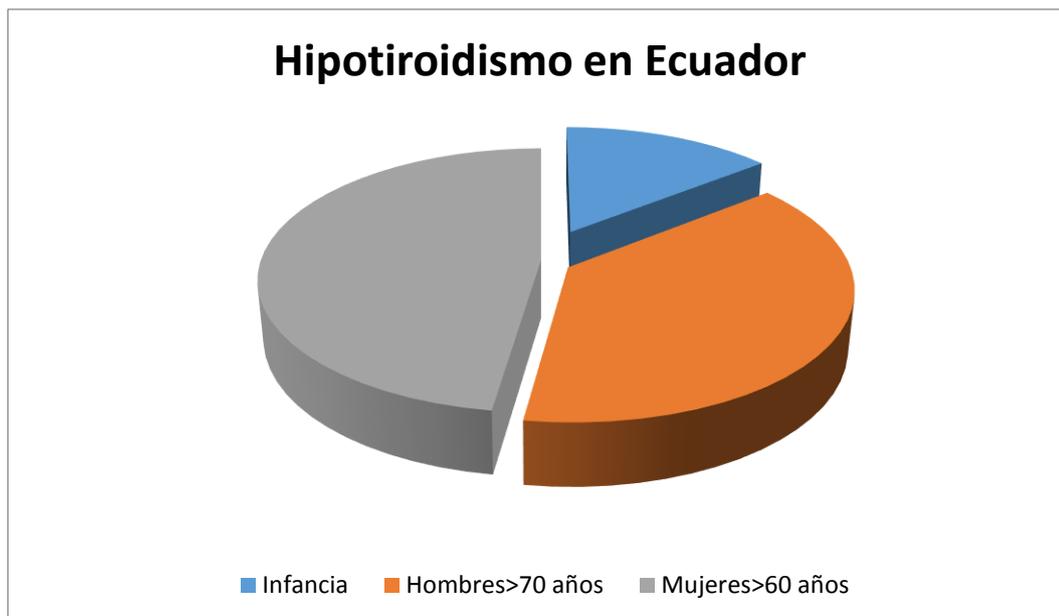


Grafico 9. Distribución del Hipotiroidismo en el Ecuador

### 3.2 Plantas Medicinales recomendadas para el Hipotiroidismo.

En la tabla I se relacionan las diversas plantas medicinales que se recomiendan en la literatura para ser empleadas en el tratamiento del hipotiroidismo, agrupadas por su nombre común y clasificación taxonómica.

De las 12 especies recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo, no existe coincidencia entre ellas respecto a la Familia botánica, lo que es indicativo de la diversidad entre ellas. De ellas nueve pueden ser empleadas tanto como alimentos o como medicinal.

Para los pacientes que padecen hipotiroidismo con sobrepeso se recomiendan como vegetales las espinacas y el ajo; como cereales: avenas; las frutas secas como avellana y almendras y, como plantas el hisopo y el ginseng.

**Tabla I. Plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo.**

<b>Plantas medicinales</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Referencia</b>
<b>Algas Kelp o Fucus</b>	<i>F vesiculosus</i> L	Fucus	Fucaceae	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> . 2016
<b>Ajo</b>	<i>Allium sativum</i> L	Allium	Amaryllidaceae	<a href="http://www.agroes.es">www.agroes.es</a> , 2016
<b>Almendro</b>	<i>Prunus dulcis</i> (Mill) D.A Webb	Prunus	Rosaceae	<a href="http://www.infoagro.com">www.infoagro.com</a> .2016
<b>Avellano</b>	<i>Corylus avellana</i> L	Corylus	Betulaceae	<a href="http://www.abcagro.com">www.abcagro.com</a> . 2016
<b>Avena</b>	<i>Avena sativa</i> L	Avena	Poaceae	<a href="http://www.monografias.com">www.monografias.com</a> . 2016
<b>Canela</b>	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Cinnamomum	Lauraceae	<a href="http://www.infojardin.net">www.infojardin.net/</a> 2016
<b>Espinaca</b>	<i>Spinacia oleracea</i> L	Spinacia	Amaranthaceae	<a href="http://www.agroes.es">http://www.agroes.es</a> . 2016
<b>Fresas</b>	<i>Fragaria ssp</i> L.	Fragaria	Rosaceae	herbario-comunero.wikispaces.com. 2016
<b>Ginseng</b>	<i>Panax ginseng</i> C.A Mey	Panax	Araliaceae	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> , 2016
<b>Habas</b>	<i>Vicia faba ssp</i> L	Vicia	Fabaceae	<a href="http://www.infoagro.com">http://www.infoagro.com</a> 2016
<b>Hinojo</b>	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill	Foeniculum	Apiaceae	<a href="http://www.conabio.gob.mx">www.conabio.gob.mx</a> . 2016
<b>Hisopo</b>	<i>Hyssopus officinalis</i> L	Hyssopus	Lamiaceae	<a href="http://www.botanicayjardines.com">www.botanicayjardines.com</a> . 2015

En la tabla II, se relacionan los componentes químicos presentes en las plantas que se recomiendan para emplearse en el hipotiroidismo.

Se observa que, de las 12 plantas recomendadas, cuatro tienen como componentes fundamentales a los aceites esenciales, cinco contienen vitaminas y tres presentan en su composición compuestos con características antioxidantes.

Algunos de los compuestos informados para estas plantas se exponen en el gráfico 10.

La presencia de vitaminas responde al uso que tienen algunos de los vegetales como alimentos y los compuestos antioxidantes, pueden en parte justificar la acción que se le atribuye.

**Tabla II. Componentes químicos de las plantas recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo**

<b>Plantas Medicinales</b>	<b>Componentes químicos</b>	<b>Componentes mayoritario</b>	<b>Referencias</b>
<b>Algas Kelp o Fucus</b>	Ac. alginico, ascórbico, araquidónico, fucínico, laúrico, mirístico, oleico y esteárico. Fucoidina, laminarina, luteína, clorofila y carotenoides, mucilagos, manitol Niacina, riboflavina, tiamina	Vit C y B y tirosina	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> . 2016; Batista González y col., 2009
<b>Ajo</b>	Aceite esencial, compuestos azufrados alicina y aliina; Ac. glutámico, arginina, aspártico, leucina, lisina, valina	Aceite esencial, compuestos azufrados	WHO, 1999
<b>Almendro</b>	Tiamina, riboflavina, ácidos grasos insaturados.	Ac grasos 50mg y Vitaminas	plantasparacurar.com. 2016; <a href="http://www.hierbasyplantasmedicinales.com">www.hierbasyplantasmedicinales.com</a> . 2016
<b>Avellano</b>	Retinol, tiamina, riboflavina, niacina	Tiamina (Vit B <sub>1</sub> ) 0.643 mg	Cañas Ángel y col., 2011; Contini y col., 2008; Yurttas y col., 2000.
<b>Avena</b>	Ácidos grasos insaturados, vitaminas (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> y B <sub>3</sub> )	Vitaminas	Cañas Ángel y col., 2011; Yilmaz y Diaglioglu, 2003;2005

Tabla II. Cont.....

Plantas Medicinales	Componentes químicos	Componentes mayoritario	Referencias
<b>Canela</b>	Aceite esencial, Aldehído cinámico, eugenol, alcohol cinámico, ac trans cinámico, los aldehídos hidroxicinámico y o-metoxicinámico, terpenos, taninos, mucilago	Aldehído cinámico	WHO, 1999
<b>Espinacas</b>	Ac. Oleico, linoleico, oxálico; flavonoides	Ácidos grasos y flavonoides	Priyanka Subhash, 2010; Bergquist y col, 2005; Lomnitski y col., 2003
<b>Fresas</b>	Aceite esencial, Ac. Oxálico	Aceite esencial, Ac. Oxálico 15 mg	<u>Dyduch-Siemińska</u> y col., 2015; Milivojević y col., 2011; Najda y Dyduch, 2009
<b>Ginseng</b>	Anaxanos, taninos, saponósidos, heterósidos (ac. olenólico, protopanaxadiol)	Saponósidos	WHO, 1999
<b>Habas</b>	Riboflavina (B <sub>2</sub> ), Ac nicotínico (B <sub>3</sub> )	Ac. Nicotínico 1.80 mg	<a href="http://www.revistaacofar.com">www.revistaacofar.com</a> . 2016; <a href="http://www.ecoagricultor.com">www.ecoagricultor.com</a> . 2016; <a href="http://www.infoagro.com">www.infoagro.com</a> , 2016; Maya Ocaña, 2009
<b>Hinojo</b>	Anetol, estragol, felandreno, canfeno, limoneno, fencheno, alanina, arginina, histidina, Ac. glutámico, y Ac aspártico	Aceite esencial, anetol	WHO, 2001
<b>Hisopo</b>	Aceite esencial, Cineol, el $\beta$ -pineno, monoterpenos bicíclicos (L- pinocanfeno, isopinocanfeno, pinocariveol), diosmósido, ac caféico, rosmarínico, triterpenoides (ác. ursólicos y ac. oleanólico)	Aceite esencial	Fontanegra y Jimenez 2007

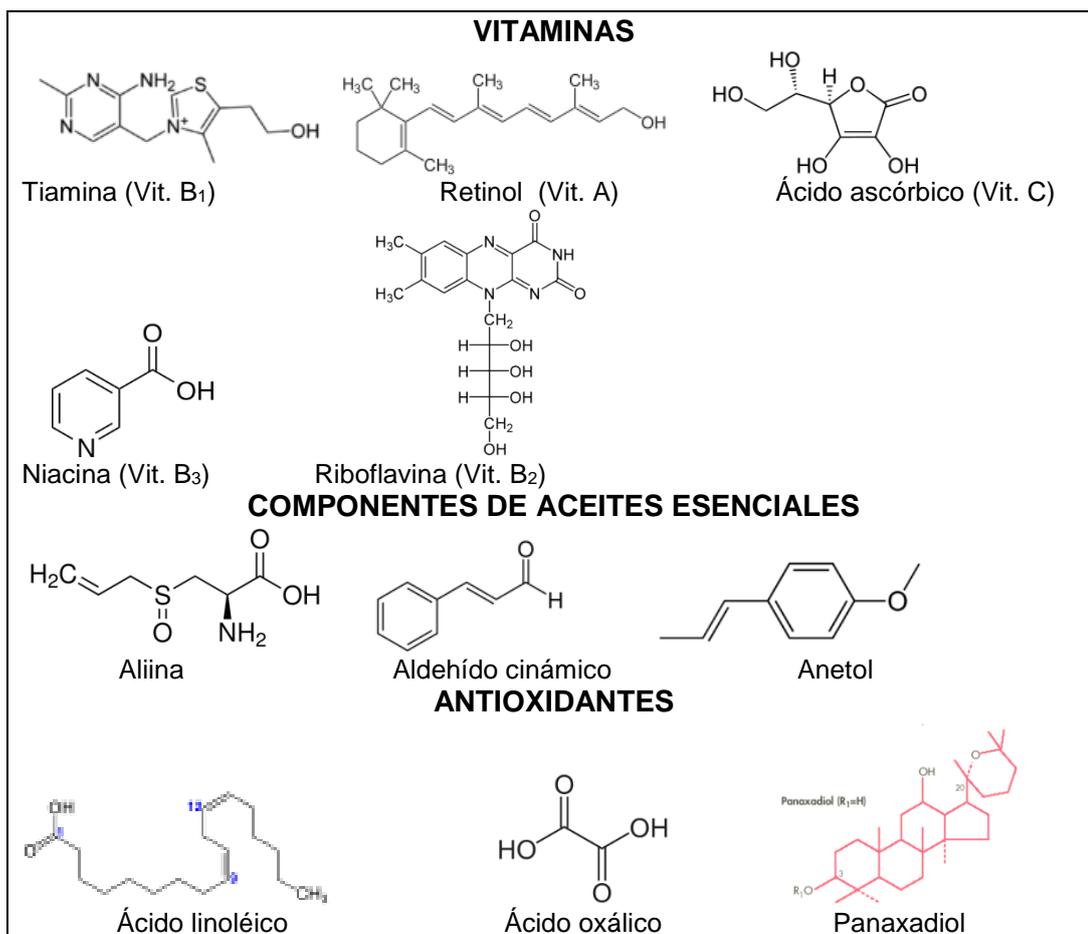


Gráfico 10. Algunos componentes presentes en las plantas con acción hipotiroidea atribuida

Teniendo en cuenta que algunos de los componentes químicos presentes en las plantas propuestas para el hipotiroidismo, no justifican su uso para este fin, se realizó una búsqueda sobre la presencia de yodo en estas especies, que pudiera avalar su empleo. Los resultados se muestran en la tabla III

Como se observa, la atribución de la actividad hipotiroidea, se debe fundamentalmente a que la mayoría de las plantas presentan contenidos de yodo significativo, que pueden cubrir el déficit de yodo en pacientes con disfunción de la glándula tiroides, en el caso de las plantas como la canela, el hisopo, el hinojo y el ginseng, se plantean que son estimulantes de la glándula tiroides (<http://www.academia.edu>. 2016); el ginseng actúa como un adaptógeno, con acción comprobada (OMS, 1999).

**Tabla III. Contenido en yodo de plantas medicinales empleadas para el hipotiroidismo**

<b>Plantas Medicinales</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>% yodo</b>	<b>Referencias</b>
<b>Algas Kelp o Fucus</b>	<i>F vesiculosus</i> L	0,2 %	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> . 2016
<b>Ajo</b>	<i>Allium sativum</i> L	4.70 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Almendro</b>	<i>Prunus dulcis</i> (Mill) D.A Webb	7,70 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Avellano</b>	<i>Corylus avellana</i> L	1,5 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Avena</b>	<i>Avena sativa</i> L	2,70 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Canela</b>	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	2 mg	
<b>Espinacas</b>	<i>Spinacia oleracea</i> L	12 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Fresas</b>	<i>Fragaria ssp</i> L.	2 mg	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Ginseng</b>	<i>Panax ginseng</i> C.A Mey		
<b>Habas</b>	<i>Vicia faba ssp</i> L	0,1 %	<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Hinojo</b>	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill		<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016
<b>Hisopo</b>	<i>Hyssopus officinalis</i> L		<a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a> . 2016

No obstante estos resultados, es importante señalar que para estas plantas no existen informaciones farmacológicas que avalen su uso en el hipotiroidismo, aquellas que tienen monografía farmacopeica como el ajo, canela, hinojo y ginseng, no tienen aprobada dicha actividad, por lo que su empleo queda en el campo de la Medicina tradicional.

### **3.3 Plantas Medicinales recomendados para el Hipertiroidismo.**

Como coadyuvante en el tratamiento del hipertiroidismo, también se recomiendan una serie de plantas medicinales, las cuales se relacionan en la tabla IV, en la que aparecen de acuerdo a sus características taxonómicas.

**Tabla IV. Relación de plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipertiroidismo**

<b>Plantas Medicinales</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Referencia</b>
<b>Apio</b>	<i>Apium graveolens</i> L	Apium	Apiaceae	Fontanegra y Jiménez, 2007
<b>Cacahuates</b>	<i>Arachis hypogaea</i> L	Arachis	Fabaceae	Valladares, 2010; Oliveros, MT, 2013
<b>Castañas</b>	<i>Castanea sativa</i> Mill., Gard Dict.	Castanea	Fagaceae	<a href="http://www.gastrosoler.com">www.gastrosoler.com</a> . 2016
<b>Cebollas</b>	<i>Allium cepa</i> L	Allium	Amaryllidaceae	<a href="http://www.agroes.es">www.agroes.es</a> 2016
<b>Col</b>	<i>Brassica oleracea</i> L	Brassica	Brassicaceae	<a href="http://www.conabio.gob.mx">www.conabio.gob.mx</a> . 2016
<b>Patatas</b>	<i>Solanum tuberosum</i> L	Solanum	Solanaceae	<a href="http://www.es.scribd.com">www.es.scribd.com</a> . 2016
<b>Perejil</b>	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Petroselinum	Apiaceae	<a href="http://www.agroes.es">www.agroes.es</a> 2016
<b>Pimientos</b>	<i>Capsicum annuum</i>	Capsicum	Solanaceae	<a href="http://www.tomatecherry.es">www.tomatecherry.es</a> . 2016
<b>Rábano</b>	<i>Raphanus sativus</i>	Raphanus	Brassicaceae	<a href="http://www.saludybuenosalimentos.es">www.saludybuenosalimentos.es</a> . 2016
<b>Uva</b>	<i>Vitis vinífera</i>	Vitis	Vitaceae	<a href="http://www.botanical-online.com/medicinas/lesvid.htm">www.botanical-online.com/medicinas/lesvid.htm</a> 2016

De las diez plantas medicinales más recomendados, seis de ellas pertenecen a las familias Apiáceas (2), Solanáceas (2) y Brassicáceas (2), por otra parte, todas ellas independientemente que puedan ser utilizadas como plantas medicinales, son consideradas fundamentalmente como alimentos.

Los componentes químicos que se encuentran como constituyentes de estos vegetales, se presentan en la tabla V

**Tabla V. Componentes químicos de las plantas medicinales recomendadas para el tratamiento del hipertiroidismo**

<b>Plantas Medicinales</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Componentes Químicos</b>	<b>Componente mayoritario</b>	<b>Referencia</b>
<b>Apio</b>	<i>A. graveolens</i>	Dimetil-amina, N-pentil-amina, anilina, benzilamina y metilamina; y el esteroil indosterol, Tiamina, riboflavina, niacina, ac. Pantoténico, caféico, bergapteno, celereósido, celerína, zeatina, dihidro-carvona, para-cimeno, alfa y beta-pineno, piperitona, sabineno, terpineno terpinoleno, alfa y gama-terpineol	Ác. Caféico	<a href="http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx">www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx</a> . 2016
<b>Cacahuetes</b>	<i>A. hypogaea</i>	Arginina, cistina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilamina, treonina, tirosina, valina, Tiamina, niacina, ac pantoténico, cafeíco, clorogénico	Ac. Caféico y Ac. Clorogénico	<a href="http://www.monografias.com/">http://www.monografias.com/</a> 2016
<b>Castañas</b>	<i>C. sativa</i>	Aescina, proescigenina, astragalina, quercetinca, quercitrina, camferol, rutina, epicatequina, ac. Acético, angelico, glucoronico, úrico, cítrico elágico	Ac. Elágico	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> 2016 OMS, 1999
<b>Cebollas</b>	<i>A. cepa</i>	Alicina, alina, tiosulfatos, cicloalina, metilalina, propilalina ac. Tiopropionico, glicolico, galico, ferulico, tartarico, cafeico, glicolico, oleanolico	Aceite esencial con compuestos azufrados, Ac. Caféico	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> 2016 OMS, 1999
<b>Col</b>	<i>B. oleracea</i>	Alanina, arginina, ac. Glutámico, cafeico, clorogénico, linoleico, linolénico, leucina, cistina, tirosina, niacina, luteína, carotenoides, quercetina	Ac. Caféico y Ac. Clorogénico	<a href="http://www.botanical-online.com">http://www.botanical-online.com</a> 2016
<b>Patatas</b>	<i>S. tuberosum</i>	Ac. Fólico, Ac ascórbico, niacina	Carbohidratos y Vitaminas	<a href="http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR19826.pdf">www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR19826.pdf</a> 2016
<b>Perejil</b>	<i>P. crispum</i>	Lisina, apiol, bergapteno, xantotoxina, alfa-pineno, beta-pineno, beta-cariofileno, beta-felandreno, mirceno, miristicina, ac. pretroselinico	Aceite esencial	<a href="http://www.botanical-online.com">www.botanical-online.com</a> 2016

**Tabla V. Cont.....**

<b>Plantas Medicinales</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Componentes Químicos</b>	<b>Componente mayoritario</b>	<b>Referencia</b>
<b>Pimientos</b>	<i>C. annuum</i>	Capsaicina, capsorrubina, apiosido, luteína, cucubitenol, antocianinas, carotenoides	Ac. Clorogénico, capsaicina	<a href="http://www.food-info.net/es">www.food-info.net/es</a> 2016
<b>Rábano</b>	<i>R. sativus</i>	Glucosinatos, niacina, riboflavina, tiamina, ácido pantoténico, folato, betacaroteno, luteína + zeaxantina, dextrosa fructosa fibra total	Vitaminas y carotenoides	<a href="http://www.corantus.com/es">www.corantus.com/es</a> 2016
<b>Uva</b>	<i>V. vinifera</i>	Ac. Málico, tartárico, elágico, glucosa, fructosa	Ac. Elágico, flavonoides	<a href="http://mediorural.xunta.gal">http://mediorural.xunta.gal</a> 2016

Es importante señalar, que de los diez vegetales de mayor uso para el hipertiroidismo, cuatro presentan en su composición como componente mayoritarios a los ácidos fenólicos, fundamentalmente ácidos clorogénicos y elágico y caféico; otras presentan vitaminas y carotenoides y los restantes aceites esenciales.

En el gráfico 11, se presentan las estructuras de los compuestos fenólicos y carotenoides presentes en las plantas medicinales de mayor uso.

Para el tratamiento del hipertiroidismo, se recomiendan todas aquellas plantas medicinales que disminuyan la producción de tiroxina, la hormona que controla el metabolismo y los estados emocionales, inhibiendo la absorción del yodo. Dentro del grupo de plantas se encuentran aquellas ricas en ácidos caféico, clorogénico, elágico y rosmarínico. Por otra parte las diversas vitaminas por lo general, actúan como catalizadores, combinándose con las proteínas para formar enzimas metabólicamente activas que a su vez producen importantes reacciones químicas en todo el cuerpo. Sin las vitaminas muchas de estas reacciones tardarían más en producirse o cesarían por completo. Esto explicaría el empleo de estas plantas en el tratamiento de esta patología de la tiroides.



El desbalance entre la generación de ERO y los sistemas de defensa antioxidantes conlleva a modificaciones químicas de macromoléculas de relevancia biológica (ADN, proteínas, lípidos y carbohidratos). Este desbalance se asocia a mecanismos fisiopatológicos para la iniciación y desarrollo de enfermedades de notable morbimortalidad (ateroesclerosis, cáncer, sida, enfermedades del SNC, enfermedades autoinmunes, daño por isquemia reperfusión, entre otras (Cárdenas Rodríguez y Pedraza Chaverri, 2006) (gráfico 12).



Gráfico 12. Formación de especies reactivas de oxígeno en la aparición de enfermedades.

Los datos experimentales aportan evidencias de la importancia de los antioxidantes en sistemas que capturan ERO. La relevancia *in vivo* de estas observaciones depende del conocimiento acerca del consumo y distribución del antioxidante en el organismo humano y de que niveles de antioxidantes puede esperarse que se localicen en el tejido y su relación con aquellos ingeridos a través de la dieta o suplementos (San Miguel y Martín Gil, 2009)

Un antioxidante es una especie química protectora de las biomoléculas de la acción destructiva de las especies reactivas de oxígeno, entre sus propiedades se destacan:

- Evitan la producción de ERO
- Combaten los agentes tóxicos que aporta el medio ambiente.
- Retardan los síntomas relacionados con el envejecimiento.
- Previenen el desarrollo de patologías degenerativas relacionadas con la vejez como el cáncer, cataratas, daño cardíaco, Alzheimer, etc.

Actualmente se reconocen tres grupos como los antioxidantes más importantes:

- Vitaminas
- Carotenoides
- Compuestos fenólicos.

Las diversas vitaminas, por lo general actúan como catalizadores, combinándose con las proteínas para crear enzimas metabólicamente activas que a su vez producen importantes reacciones químicas en todo el cuerpo. Las vitaminas pueden presentar también actividad antioxidante, destacándose entre ellas las vitamina C y la vitamina E.

Los carotenoides son compuestos altamente insaturados, debido a la cual pueden captar radicales libres o actuar como agentes reductores. Se encuentran ampliamente distribuidos en especies vegetales, tanto en plantas como en alimentos (Miranda y Cuéllar, 2012).

Los compuestos fenólicos forman parte del grupo de antioxidantes exógenos, que se caracterizan por la gran diversidad estructural. Presentan como característica común un anillo bencenoide simple o condensado, con sustituciones hidroxilicas, estando ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Miranda y Cuéllar 2012).

Si se realiza un análisis de los compuestos químicos presentes tanto en las plantas empleadas para el hipotiroidismo como para el hipertiroidismo, encontramos, que en el primer caso, el alto contenido en yodo y la presencia de vitaminas, pudieran sustentar su empleo y en el caso del hipertiroidismo, la presencia de compuesto con alto poder antioxidante pueden justificar su uso. No obstante se debe señalar que en ninguno de los casos se han encontrado reportes en la literatura que avalen con criterio científico su actividad, por lo que su utilidad terapéutica queda solo sustentada por la medicina tradicional.

## **CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES.**

Los resultados obtenidos permiten arribar a las siguientes conclusiones:

- Se identificaron 22 plantas medicinales, como los más empleados para el tratamiento del hipotiroidismo y el hipertiroidismo respectivamente.
- Los compuestos químicos de mayor abundancia en las plantas recomendadas para el tratamiento del hipotiroidismo fueron las vitaminas y el yodo, como elemento químico y en el caso de las plantas medicinales recomendadas para el hipertiroidismo lo fueron los ácidos fenólicos y los carotenoides.
- No existe información científica que avale el empleo de estas plantas medicinales para las disfunciones de la glándula tiroides, por lo que su uso solo se sustenta en la medicina tradicional.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

No incentivar el empleo de plantas medicinales en estas patologías que requieren el estricto control del médico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleson, C., J. Fernández-López, J. Pérez-Álvarez and V. Kuri. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6(2): 247-255.
- Arce, VM.; Catalina, P.; Mallo, F. (2006). *Endocrinología*. España: Universidad de Santiago de Compostela. Editorial: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico da USC. ISBN 10: 8497506227 ISBN 13: 9788497506229
- Batista González, AE; Charles, MB; Mancini-Filho, J; Vidal Novoa, A. (2009). Seaweeds as sources of antioxidant phytomedicines. *Rev Cubana Plant Med* v.14 n.2 abr.-jun.
- Bergquist SA, Gertsson UE, Knuthsen P, Olsson ME. (2005). Flavonoids in baby spinach (*Spinacia oleracea* L.): changes during plant growth and storage. *J Agric Food Chem*. Nov 30; 53(24):9459-64.
- Brandan, N. L. (2014). *Hormonas tiroideas* . Argentina : Universidad Nacional del Nordeste .
- Cañas Ángel, Z; Restrepo Molina, DA y Cortés Rodríguez, M. (2011). Vegetable Products as Source of Dietary Fiber in the Food Industry: A Review. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 64(1): 6023-6035.

- Cárdenas-Rodríguez, N y Pedraza-Chaverri J. (2006). Especies reactivas de oxígeno y sistemas antioxidantes: aspectos básicos. *Educación Química* 17[2], 164-173.
- Contini, M., S. Baccelloni, R. Massantini and G. Anelli. (2008). Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. *Food Chemistry* 110(3): 659-669
- Dahesa, M. (2011). Hipotiroidismo y bocio. *Protoc diagn ter pediatr.* 1:150-65
- Dyduch-Siemińska, M; Najda A; Dyduch J; Gantner M and Klimek K. (2015). The Content of Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of Wild Strawberry Fruit (*Fragaria vesca* L.). *Journal of Analytical Methods in Chemistry* Volume 2015, Article ID 831238, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/831238>
- ENS (Encuesta Nacional de Salud) (2009-2010). Departamento de Epidemiología. Ministerio de Salud de Chile.
- Esparza Echarri B. Haba (Vicia faba). Leguminosas papilionaceas. <http://www.revistaacofar.com/revista/articulos-cientificos/fitoterapia/6333-haba-vicia-faba-leguminosas-papilionaceas> Consultado Mayo 2016
- Fontanegra Gómez RJ; Jiménez Ramírez SL. (2007). Plantas Medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Pág 49.
- Golden SH, Robinson, KA, Saldanha I, Anton B, and Ladenson PW. (2009). Prevalence and incidence of endocrine and metabolic disorders in the United States: a comprehensive review. *J Clin Endocrinol Metab*; 94(6):1853-1878.
- Gómez GA, Ruiz R, Sánchez V, Segovia A, Mendoza CF, Arellano S (2010 ). Hipotiroidismo . *Med Int Mex* 2010;26(5):462-471
- Guamán, E. H. (2012). Determinación del hipotiroidismo subclínico mediante cuantificación de hormonas T4 y TSH en mujeres del centro de Rehabilitación Social Femenino de Cuenca. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Hall, G. (2012). *Tratado de fisiología médica* . España Elsevier Editora Ltda. ISBN: 978-85-352-1641-7

- Herrera JL. (2008). Hipotiroidismo. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Fundación Jiménez Díaz. Universidad Autónoma. Madrid. España. *Medicine*. 10(14):922-
- <http://www.botanical-online.com>. *F vesiculosus* L. Consultado Mayo 2016
- <http://corantus.com/es/rabano> Consultado mayo 2016
- <http://lineavitalsalud.com/dieta-para-el-hipertiroidismo/> Consultado mayo 2016
- [http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/investigacion/evega/componentes\\_uva\\_vino.pdf](http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/investigacion/evega/componentes_uva_vino.pdf). Consultado mayo 2016
- <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Ra%EDces&s3=R%E1bano> Consultado mayo 2016
- [http://www.abcagro.com/frutas/frutos\\_secos/avellana.asp](http://www.abcagro.com/frutas/frutos_secos/avellana.asp). Consultado Mayo 2016
- [http://www.academia.edu/7267477/Entre\\_los\\_principales\\_alimentos\\_ricos\\_en\\_yodo](http://www.academia.edu/7267477/Entre_los_principales_alimentos_ricos_en_yodo) Consultado Mayo 2016
- <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/ajo/370-ajo-descripcion-morfologia-y-ciclo>. Consultado Mayo 2016
- <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/espinaaca/396-espinaacas-descripcion-morfologia-y-ciclo> Consultado Mayo 2016
- <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/cebolla/408-cebolla-descripcion-morfologia-y-ciclo>. Consultado mayo 2016
- <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/perejil/405-perejil-descripcion-morfologia-y-ciclo> Consultado mayo 2016
- <http://www.botanical-online.com/medicinalesvid.htm> Consultado mayo 2016
- <http://www.botanical-online.com/medicinalsalliumcepa.htm> Consultado mayo 2016

- <http://www.botanical-online.com/medicinalscolcastella.htm>. Consultado mayo 2016
- <http://www.botanical-online.com/medicinalsginseng.htm>. Consultado Mayo 2016
- <http://www.botanical-online.com/medicinalspetroselinum.htm> Consultado mayo 2016
- <http://www.botanicayjardines.com/hyssopus-officinalis/> Consultado Mayo 2016
- [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21416\\_e\\_specie.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21416_e_specie.pdf). Consultado mayo 2016
- <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/foeniculum-vulgare/fichas/ficha.htm>. Consultado Mayo 2016
- <http://www.ecoagricultor.com/propiedades-de-las-habas/Propiedadesde> las habas, unas legumbres ricas en vitaminas, minerales y proteínas para una buena salud. Consultado Mayo 2016
- <http://www.food-info.net/es/products/spices/paprika.htm> Consultado mayo 2016
- [http://www.gastrosoler.com/pagina\\_nueva\\_168.htm](http://www.gastrosoler.com/pagina_nueva_168.htm). Consultado mayo 2016
- <http://www.hierbasyplantasmedicinales.com/propiedades-medicinales-almendro/> Consultado Mayo 2016
- [http://www.infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/almendro.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/almendro.htm). Almendro. Consultado Mayo 2016
- <http://www.infoagro.com/hortalizas/haba.htm>. Consultado Mayo 2016
- <http://www.infojardin.net/fichas/plantas-medicinales/cinnamomum-zeylanicum-cinnamomum-verum.htm>. Consultado Mayo 2016
- <http://www.med.unne.edu.ar/catedras/bioquimica/pdf/tiroideas.pdf> Consultado mayo 2016
- <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=apio&id=7115> Consultado mayo 2016

- <http://www.monografias.com/trabajos65/caracteristicas-quimicas-harina-rastrojo-mani/caracteristicas-quimicas-harina-rastrojo-mani2.shtml> Consultado mayo 2016
- <http://www.monografias.com/trabajos85/avena-forrajera/avena-forrajera.shtml>. Consultado mayo 2016
- <http://www.plantasparacurar.com/composicion-del-almendro/> Consultado mayo 2016
- <http://www.sebbm.com/revista/articulo.asp?id=4822&catgrupo=262&tipocom=24> Consultado mayo 2016
- [http://www.tomatecherry.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=279:taxonomia-cultivo-del-pimiento&catid=106:pimiento&Itemid=87](http://www.tomatecherry.es/index.php?option=com_content&view=article&id=279:taxonomia-cultivo-del-pimiento&catid=106:pimiento&Itemid=87) . Consultado mayo 2016
- <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR19826.pdf>. Consultado mayo 2016
- <https://es.scribd.com/doc/245132040/4-Taxonomia-y-Morfologia-de-la-papa>. Consultado mayo 2016
- <https://herbario-comunero.wikispaces.com/Plantas+Frutales>. Consultado Mayo 2016
- Lomnitski L, Bergman M, Nyska A, Ben-Shaul V, Grossman S. (2003). Composition, efficacy, and safety of spinach extracts. Nutr Cancer.; 46(2):222-3.
- Marín, M. (2010). *Principio básicos de la función tiroidea*. Disponible en [http://www.endocrino.org.co/files/Principios\\_Basicos\\_de\\_la\\_Funcion\\_Tiroidea.pdf](http://www.endocrino.org.co/files/Principios_Basicos_de_la_Funcion_Tiroidea.pdf) Universidad Tecnológica de Pereira.
- Martínez Sánchez, G. (2005). Especies reactivas del oxígeno y balance Redox, parte I: aspectos básicos y principales especies reactivas del oxígeno. *Rev Cubana Farm* v.39 n.3 Ciudad de la Habana sep.-dic.
- Maya Ocaña K; Ortiz Moreno A; Jiménez Martínez C. (2009). Caracterización física, nutricional y nonutricional de haba sometida a tratamiento térmico. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. México, D.F. Febrero

- Milivojević J; Maksimović V; Nikolić M; Bogdanović J; Maletić R and Milatović D. (2011) Chemical and antioxidant properties of cultivated and wild *Fragaria* and *Rubus* Berries. *Journal of Food Quality*. Volume 34, Issue 1, pages 1–9, February
- Minsal, R. (2013). *Hipotiroidismo en personas de 15 años y más* . Ministerio de Salud. Guía Clínica Hipotiroidismo Santiago de Chile. 1ª edición y publicación
- Miranda M y Cuéllar A. (2012). *Farmacognosia y Química de los Productos Naturales*. Editorial Félix Varela. ISBN 978-959-07-1794-9
- Muñoz, C. M. (2010). Hipo e Hipertiroidismo. en *Tratado de geriatría para residentes*. Edit. Diapasón ISBN: 978-84-695-0862-6
- [Najda, A.](#); [Dyduch, M.](#) (2009). Contents and chemical composition of essential oils from wild strawberry (*Fragaria vesca* L.). *Journal Herba Polonica* Vol. 55 No. 3 pp. 153-162. ISSN [0018-0599](#)
- Oliveros, MT. (2013). Respuestas Morfogénicas In Vitro y Diversidad Genética en Cuatro Razas de Cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Fitotecnia Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola. Chapingo, Méx.
- OMS. (2015). Country statistics and global health estimates by WHO and UNpartners January
- Palma, D. (2012). Valoración del Hipotiroidismo e Hipertiroidismo a través de pruebas tiroideas T3 T4 y TSH en pacientes de 30 a 50 años, atendidos en el laboratorio clínico José Salazar Mero de la ciudad de Manta. Manabí : Universidad Laica "Eloy Alfaro" .
- Priyanka Subhash, G; Shete Rajkumar Virbhadrappa, Otari Kishor Vasant. (2010). *Spinacia oleracea* Linn: A Pharmacognostic and Pharmacological Overview. *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*, Volume 1, Issue 1, Sep-Oct 78-84
- Rocca, J. (2014 ). *Manual de Diagnóstico y tratamiento del hipotiroidismo* . Perú: Editor científico .
- San-Miguel A., Martín-Gil F.J. (2009). Importancia de las especies reactivas al oxígeno (radicales libres) y los antioxidantes en clínica. *Gac Med Bilbao*. 106: 106-113
- Santillán, S. (2010). *Guía de práctica clínica: Diagnóstico y*

*tratamiento de Hipotiroidismo primario en adultos* . España : Consejo de Salubridad General.

- Vademécum farmacéutico. (2010). Ecuador: Edifarm.
- Valladares, C.A. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). La Ceiba.
- WHO. (1999). WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. World Health Organization. Geneva pág, 19, 95, 173. ISBN 92 4 154517 8
- WHO. (2001). WHO monographs on selected medicinal plants vol 3. World Health Organization. Geneva pág, 136. ISBN ISBN 978 92 4 154702
- Yilmaz, I. and O. Daglioglu. (2003). The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science* 65(2): 819-823.
- Yurttas, H., H. Schafer and J. Warthesen. (2000). Antioxidant activity of nontocopherol hazelnut (*Corylus spp.*) phenolics. *Journal of Food Science* 65(2): 276–280.