

**UNIVERSIDAD ISALUD**

**LICENCIATURA EN NUTRICION**

**Trabajo Final Integrador**

***“Análisis de las sustancias bociogenas presentes en el repollito de Bruselas y su implicancia sobre la salud”.***

**Presentado por: Rosa de Almeida.**

**Octubre 2010.**

## **Tabla de contenidos.**

1-Introducción.....	5
2- Metodología.....	11
3-Antecedentes.....	12
3.1- Definición.....	12
3.1.2-Origen del Repollito de Bruselas. Descripción de la planta. Condiciones para su desarrollo. Siembra y plantación. Cultivo.....	13
3.1.3-Cosecha y cadena de producción. Proceso de elaboración y practicas de manufactura.....	14
3.1.4-Tecnología de conservación.....	15
3.1.5-Principales productores.....	18
3.2-Composición química.....	18
3.2.1-Características de sus nutrientes. Clasificación y función de los mismos.....	19
3.2.2-Concepto de alimentación funcional. Rol que ejerce el repollito de Bruselas Como alimento funcional.....	22
3.2.3-Recomendación para su consumo. Clasificación y ubicación dentro de la grafica de alimentación saludable.....	24
3.2.4-Fitonutrientes presentes en el repollito de Bruselas, sabor amargo y el Consumidor.....	25
3.2.5-Enfermedades transmitidas por el repollito de Bruselas.....	27
3.3-Mercado: oferta y demanda del repollito de Bruselas.....	28
3.3.1-Mercado y competencia.....	30
3.3.2-Canasta Básica de Alimentos.....	30

3.3.3-El repollito de Bruselas y la Seguridad Alimentaria.....	31
3.4-Técnica dietética y arte culinario aplicado al repollito de Bruselas.....	31
4-Marco Teórico.....	32
4.1-Anatomía de la glándula tiroides.....	32
4.2-Fisiología de la glándula tiroides.....	34
4.2.1-El yodo como nutriente para el ser humano.....	34
4.2.2-Requerimiento de yodo.....	35
4.2.3-Fuentes de yodo.....	37
4.2.4-Metabolismo del yodo.....	38
4.2.5-Deficiencia de yodo.....	39
4.2.6-Exceso de yodo.....	41
4.2.7-Síntesis de hormonas tiroideas.....	42
4.2.8-Regulación de la función tiroidea.....	44
4.3-Fisiopatología de la glándula tiroides.....	46
4.3.1-Pruebas diagnósticas.....	46
4.3.2-Bocio simple.....	49
4.3.3-Principales factores etiológicos del Bocio simple.....	51
4.4-Alimentos que pueden alterar la función tiroidea.....	54
5-Análisis.....	55
5.1-Rol del repollito de Bruselas en la salud.....	55
5.1.1-Sustancias nutritivas presentes en el repollito de Bruselas.....	55
5.1.2-Sustancias tóxicas presentes en el repollito de Bruselas.....	62

5.2-Factores, procesos que condicionan el valor nutritivo y funcional del repollito de Bruselas.....	65
5.2.1-Procesos que modifican el contenido de sustancias anti nutritivas presentes en el repollito de Bruselas.....	67
5.3-Tratamiento dietoterápico del Bocio.....	69
6-Conclusión.....	72
7-Bibliografía.....	76

## **Índice de tablas.**

Tabla 1: Composición química del repollito de Bruselas.....	18
Tabla 2: Ingesta dietética de referencia. Ingestas recomendadas de yodo.....	36
Tabla 3: Contenido en yodo de los alimentos seleccionados.....	37
Tabla 4: Características de los trastornos por deficiencia de yodo.....	39
Tabla 5: Exploraciones complementarias en el diagnóstico de la tiroidopatias.....	48
Tabla 6: Clasificación del bocio según la OMS.....	49
Tabla 7: Factores etiológicos del Bocio simple.....	51
Tabla 8: Algunos fitoquímicos y sus fuentes.....	57
Tabla 9: Beneficio potencial de los fitoquímicos.....	58
Tabla 10: Principales glucosinolatos de las hortalizas.....	61
Tabla 11: Contenido de glucosinolatos en algunos alimentos.....	64

## **1- INTRODUCCION**

El Repollito de Bruselas pertenece a la familia de las Crucíferas, también llamada coles y su nombre latino es *Brassica Oleácea*.

Pertenece al grupo **A** de las hortalizas, por su bajo aporte energético, por su contenido en vitaminas, minerales y fibra. Dichas características nutricionales confieren al repollito de Bruselas “**propiedades saludables**”, descriptas como aquellas que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y/o reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Estos alimentos, que promueven la salud, han sido denominados genéricamente **alimentos funcionales**. (Alimentos funcionales y saludables. Revista chilena de nutrición. Vol. 30, nº 1).

El termino Alimento funcional, es un concepto que aun la comunidad científica no ha definido de forma consensuada, pero que los describen como aquellos cuya cualidad es que contienen uno o más componentes, nutrientes o no nutrientes, con actividades funcionales relacionadas con una o varias funciones del organismo, con un efecto fisiológico añadido por encima de su valor nutricional y cuyas acciones positivas justifican el valor de su carácter funcional (fisiológico) e incluso saludable. (Alimentos funcionales y nutrición óptima ¿cerca o lejos? Revista española de Salud Publica. Vol. 77 nº 3).

La concepción de alimento funcional emitido en el documento de consenso Functional Food Science in Europe por el International Life Science Institute (ILSI) Europe en el año 1999, establece que “...un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejoría de la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de enfermar...”. (Gil Ángel, Tratado de Nutrición, cap. 2.16: Alimentos Funcionales. Pág. 548).

El Repollito de Bruselas, posee ciertos compuestos azufrados que actúan en el ser humano como elementos protectores contra cierto tipo de enfermedades.

Dentro de estas sustancias, también llamadas fitoquímicos, los **glucosinolatos** son los que están presentes en las hortalizas de la familia Brassicaceae (brócoli, coles, etc.). Los **glucosinolatos** son compuestos glicosídicos que, al ser hidrolizados por la enzima mirosinasa, liberan una serie de productos entre los que se encuentran los isotiocianatos, tiocianatos, sustancias volátiles y biológicamente activas que son las responsables del sabor y aroma característicos de estas hortalizas y sufren transformaciones químicas durante su cocción y la digestión en el tracto gastrointestinal humano, que dan lugar a la liberación de metabolitos responsables de su actividad biológica.

A pesar que por su composición presenta múltiples efectos benéficos para la salud, se debe tener en cuenta que para determinadas personas pueden tener consecuencias indeseables, dado que la presencia de estos compuestos glicosídicos puede producir un resultado anti nutritivo.

El instituto Nacional de Salud Pública de México a través de un documento sobre toxicología alimentaria elaborado por el Dr. Pedro Valle Vega y Dr. Bernardo Lucas Florentino, expresan que hay varias sustancias presentes en los alimentos de origen vegetal que pueden manifestar un efecto bociogénico, generalmente se asocia este efecto dañino con la presencia de ciertos tioglucosidos en plantas de la familia Crucíferas. Su acción se debe a que inhiben la disponibilidad del Yodo para la glándula tiroidea causando hipertrofia de esta glándula. (Toxicología de alimentos. Disponible en [www.corraldebustos.gov.ar](http://www.corraldebustos.gov.ar) ).

Los glucósidos cianogénicos, son capaces de liberar cianuro por hidrólisis. Tanto el cianuro como el tiocianato, su metabolito de excreción, son bociogénicos y actúan bloqueando la bomba tiroidea de captación de yoduros e incrementando su eliminación renal. Dichos cianogénicos, provocan la producción de tiocianato, el cual compite con el Yodo por su transporte o por su incorporación en la molécula de tiroglobulina. De esta manera se disminuye la captación de Yodo por la tiroides. (Deficiencia de yodo y sus implicaciones para la salud del hombre. Revista Cubana Aliment Nutr 1996; 10).

El defecto de la deficiencia de Yodo es su interferencia con la producción de hormonas tiroideas, al ser un componente esencial para la síntesis de Tiroxina (T4) y

de la Triyodotironina (T3). La hipofunción tiroidea provoca una caída en los niveles sanguíneos de T4 así como también un ligero incremento de T3 que contiene mayor cantidad de Yodo y es producida en caso de deficiencia de este. Dicho mecanismo compensatorio puede fallar si la deficiencia es grave. La caída de los niveles de T4 también estimula la liberación hipofisaria de hormonas estimulante de tiroides (TSH) e incrementa la captación de yoduros y el reciclaje del Yodo hormonal, asociado a una hiperplasia de las células foliculares del tiroides. El tamaño de la glándula aumenta con la formación de bocio. (Deficiencia de yodo y sus implicaciones para la salud del hombre. Revista Cubana Aliment Nutr 1996; 10).

La actividad anti tiroidea de algunos alimentos fue descubierta a raíz de las observaciones accidentales sobre el peso de la tiroides en conejos sometidos a un régimen rico en hojas de col; así el primer tioglucosidos que se aisló fue la “sinigrina”. (Haeney y Fenwick, 1987. Toxicología de alimentos, pág. 114).

Este tipo de compuestos con actividad antitiroidal, se pueden presentar en algunos alimentos de origen vegetal, y como se ha mencionado son particulares del genero Brassica; sin embargo, otra característica de estos compuestos, es que en la planta que los contiene, se pueden encontrar varios tipos a la vez, o sea que no hay un determinado glucosinolato que asocie a cada variedad de planta. (Haeney y Fenwick, 1987. Toxicología de alimentos, pág. 114).

A través de numerosas investigaciones, se ha determinado que las sustancias bociógenas presentes en vegetales crucíferos tienen la capacidad de afectar el funcionamiento de la glándula tiroides, ya que dichas sustancias impiden el aprovechamiento del yodo y en consecuencia este oligoelemento no se emplea para la síntesis de hormonas tiroideas. Numerosos estudios, han sugerido la existencia de una correlación entre el consumo prolongado y consistente de vegetales de la familia crucíferas y la aparición de bocio.

En el consenso de diagnóstico y manejo de nódulos tiroideos no palpables, la doctora Claudia Campusano menciona en su investigación que los factores de riesgo de cáncer de tiroides se relacionan básicamente con factores ambientales o exógenos siendo los más importantes el déficit de Yodo, la ingestión de sustancias bociógenas y las radiaciones externas. El déficit de yodo y las sustancias

bociógenas fueron presuntamente responsabilizados de los carcinomas tiroideos foliculares, por la suposición de que el déficit hormonal induce el aumento de TSH que, a su vez, estimula la hiperplasia del tejido y eventualmente la aparición de cáncer. (Revista MED Chile 2004 disponible en [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl) ).

Blanca Terry Berro (especialista en higiene y epidemiología, investigadora auxiliar del Instituto de Nutrición e Higiene de los alimentos de la Habana, Cuba), realizó una revisión actualizada de la literatura nacional e internacional con énfasis en la magnitud y severidad de la deficiencia de yodo, y su repercusión a la salud. En dicho documento menciona que ciertos alimentos de la dieta de muchos países subdesarrollados que normalmente son saludables contienen los llamados “bociógenos”, sustancias que pueden interferir con la absorción de Yodo o con la secreción hormonal del tiroides y agravan la deficiencia. Expresa que el consumo de coles como la col repollo, las coles de Bruselas, el brócoli y la coliflor entre otros, aumentan la necesidad de Yodo. Esto se debe a que contienen glucósidos cianogénicos, capaces de liberar cianuro por hidrólisis y actúan bloqueando la bomba tiroidea de captación de yoduros e incrementando su eliminación. (Los desordenes por deficiencia de Yodo, Naturaleza, severidad y situación actual. Disponible en [www.bus.sld.cu](http://www.bus.sld.cu) ).

El Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología de Cuba a través del Dr. Gilberto Fleites González, (especialista en cirugía e investigador), ha realizado una revisión de los principales vínculos entre la alimentación y los tumores malignos del tiroides, entre los cuales menciona la posible interferencia de las sustancias bociógenas con la captación de yodo por el tiroides. Si bien dicha interferencia tiene evidencia experimental, por otra parte estos vegetales contienen sustancias que inhiben el desarrollo de cáncer en general, incluso el tiroideo según estudios de caso-control. Dichos estudios han propuesto que la dieta rica en los llamados vegetales bociógenos se asocia a una disminución del riesgo de cáncer tiroideo, concluyendo que estos vegetales no parecen tener relevancia en el desarrollo de un cáncer de tiroides, y pueden incluso prevenirlo por su contenido en otras sustancias protectoras. (Preston-Martin S, Jin F, Duda MJ, Mack WJ. Cancer Causes Control 1993).

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación a través del documento Nutrición en el Desarrollo describe en sus capítulos a los trastornos por carencia de yodo. Establece que la carencia de yodo es responsable no solo de la extensión del bocio y del cretinismo endémico, sino también del retraso en el crecimiento físico y en el desarrollo intelectual, y de una variedad de otras condiciones. Estas condiciones que se denominan ahora en conjunto como trastornos por carencia de Yodo (TCY), son muy importantes debido a que alrededor de una cuarta parte de la población del mundo consume cantidades insuficientes de Yodo y sus consecuencias tienen un importante impacto sobre la persona y en la sociedad. Expresa que la educación en nutrición y otros métodos para estimular un cambio de conductas se pueden emplear para reducir el consumo de alimentos que contienen bociógenos, como el repollo y otras hortalizas del género Brassica. (Michael C. Latham. Nutrición Humana en el desarrollo. Capítulos 14, 39 disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org) ).

Dentro de las recomendaciones dietéticas en el tratamiento de los trastornos por deficiencia de Yodo se halla que es recomendable disminuir el consumo de los alimentos que contengan sustancias bociógenas. Estas sustancias se encuentran en algunos alimentos como: semilla de colza, verduras crucíferas (col, col de Bruselas, brócoli, coliflor), el maíz, los camotes, el frijol blanco y ciertos tipos de mijo. Hacen referencia a la disminución del consumo no así a su exclusión total. (Laura Ivette Gallegos, Itzel Rosas Gutiérrez, Martín Serrano Sánchez. Recomendaciones dietéticas en el hipotiroidismo. ImFARMAte 6 Pág. 1, 2006).

Por otra parte, se han hallado estudios sobre los glucosinolatos e isotiocinatos presentes en especies de la familia Brassica, y su importancia biológica y farmacológica en la salud de los individuos.

Una tesis doctoral presentada a La Universidad Nacional de San Luis Gonzaga en Perú, los disertantes han realizado un análisis de dichas sustancias expresando que en la actualidad estas especies son utilizadas como fuentes de compuestos quimio-protectores, por tener un valor farmacológico potencial detallado para el cáncer. Estudios epidemiológicos recientes han demostrado que la ingestión en la dieta de cantidades considerables de vegetales con glucosinolatos,

como coles, coles de Bruselas, brócoli, coliflor, rábano, colinabo, nabo y berro; proporcionan una protección natural frente a los agentes cancerígenos, al disminuir el riesgo de desarrollar cánceres en el páncreas, hígado, colorectal y próstata. (Gutierrez Parvina, José Luis. Montaña Fuentes, Katyusca. Métodos analíticos para el control de calidad de la materia prima y de los diversos productos procesados de la Maca).

Por lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo general de investigación: indagar si se justifica la exclusión parcial o total del Repollito de Bruselas en el tratamiento dietoterápico para enfermedades de la glándula tiroides.

Para esto previamente se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Analizar si los glucosinolatos presentes en el Repollito de Bruselas se encuentran en concentraciones suficientes para inhibir la captación de Yodo por parte de la glándula tiroides.
- Determinar si es conveniente o no el consumo habitual del Repollito de Bruselas dentro del tratamiento dietoterapico del bocio.
- Explorar los costos beneficios del consumo del alimento en cuestión, en relación a su contenido de sustancias protectoras de la salud.

Para cumplir dichos objetivos se procederá a:

- Realizar una revisión general de las características nutricionales del Repollito de Bruselas, y su influencia en el tratamiento dietoterapico del bocio.
- Analizar la interacción de las sustancias bociogenas en relación a la captación de yoduros por parte de la glándula tiroides.

- Realizar un análisis de la biodisponibilidad de dichas sustancias bociógenas presentes en el Repollito de Bruselas sometidos al tratamiento térmico.
- Comparar la relación costo beneficio del consumo habitual del Repollito de Bruselas en relación a su contenido de sustancias preventoras de enfermedades y promotoras de la salud.

## **2-METODOLOGIA**

La metodología del presente trabajo se basa en la recolección y análisis de datos de fuentes secundarias provenientes principalmente de páginas científicas de internet, para profundizar temas específicos planteados en el presente trabajo de investigación.

Se realiza una revisión de datos de tipo cualitativo utilizando criterio científico a bases teóricas obtenidas de capítulos de libros, segmentos de artículos, revistas científicas, tesis doctorales.

El presente trabajo de investigación, esta dirigido hacia un detallado análisis de los efectos que provocan las sustancias bociógenas sobre la tiroides y la disminución o exclusión total de las mismas del tratamiento dietoterápico.

Como punto de partida, se procede a analizar la composición del repollito de Bruselas, haciendo hincapié en el contenido de sustancias fitoquímicas y su implicancia sobre la salud; para ello se ha analizado estudios realizados por centros de investigación agrícolas de Venezuela; de la Universidad Autónoma de Madrid, de Barcelona; Fundación Española de Nutrición; Revista Española de Salud Publica; Tesis Doctoral de la Universidad de Laguna; otras. Se ha hecho una revisión del contenido de sustancias saludables y tóxicas presentes en las plantas crucíferas destacando el repollito de Bruselas y su relación con el desarrollo del bocio.

Partiendo de la base de dicho análisis, con el sustento teórico de artículos científicos referidos al tema, tales como Dieta y Cáncer de Tiroides elaborado por el Instituto Nacional de Oncología y Radiología de Cuba; Los desordenes por deficiencia de Yodo, artículo de la revista Vigilancia en Salud de la Habana Cuba; Consenso de

diagnóstico y manejo de nódulos tiroideos no palpables, artículo de la Revista de Medicina de Chile; La Organización Mundial de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación a través del documento Nutrición en el Desarrollo; Deficiencia de Yodo y otros posibles bociógenos en la persistencia del bocio endémico en México; Instituto Nacional de Salud Pública y Centro Nacional de Salud ambiental de Argentina a través de un documento de Toxicología de Alimentos; Tesis Doctoral de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga Perú; fue posible analizar y sacar conclusiones propias acerca de la inclusión de este tipo de vegetales en tratamientos dietoterapicos para aquellas personas que padezcan bocio.

### **3-ANTECEDENTES.**

Según el CAA art. 819 clasifica al Repollito de Bruselas dentro de hortalizas, "...toda planta herbácea producida en la huerta de la que una o mas partes pueden utilizarse como alimentos en su forma natural...". La parte comestible de esta hortaliza son las hojas.

#### **3.1 Definición.**

Según el artículo 848 del C.A.A las coles pertenecen a la familia de las crucíferas y todas las variedades proceden de la Brassica Oleracea. Las partes comestible son:

Hojas:

- 1- Coles repolladas que dan en un solo repollo de hojas lisas (blancas o coloradas o crespas o rizadas: coles de Milán).
- 2- Coles de repollos múltiples, en el tallo (coles de Bruselas).
- 3- Coles sin repollos (coles verdes o berzas y coles chinescas).

Inflorescencias:

- 4- Coliflores (pella blanca o conjunto de tallitos).
- 5- Brócolis (pella verde o violácea).
- 6- Nabiza y grelos (inflorescencias del Brassica Napus L).

Tallo carnoso: col rábano (blanco y violeta).

Raíz carnosa: coli-nabo (raíz blanca) y Ruitabaga (raíz amarilla).

### **3.1.2 Origen del Repollito de Bruselas. Descripción de la planta. Condiciones para su desarrollo. Siembra y plantación. Cultivo.**

El repollito de Bruselas es una variedad relativamente moderna de Brassica Oleracea. Algunos autores del siglo XVI hicieron mención a un tipo con brotes axilares compactos, sin embargo parecería ser que se trataría de plantas de repollo cuyo punto de crecimiento fue removido o abortado, con el resultado que sus yemas axilares inicien brotación.

El centro de origen exacto del repollito de Bruselas es desconocido, pero derivaría del repollo tipo Savoy. Se hizo conocido en el norte de Francia y principalmente en Bélgica, lo que explicaría su nombre vulgar, que hace referencia a la capital de dicho país.

Se trata de una planta bianual que llega a alcanzar hasta un metro de altura. Posee un tallo robusto a lo largo del cual, crecen hojas ovaladas y de largo peciolo.

En la axila de cada hoja lateral, se encuentran unas yemas de crecimiento muy desarrollado, formando cogollos de pequeño tamaño y de colores verdosos. Tiene una raíz bien desarrollada y en el segundo año de vida produce inflorescencias en el extremo superior del tallo.

Figura 1- planta del repollito de Bruselas



En cuanto a la variedad, estas giran en torno con la función de precocidad en la formación de cogollos. Las hay de ciclo precoz de unos 140 a 150 días de ciclo de siembra a cosecha, los medios de 180 a 190 días y los tardíos que necesitan unos 200 días o más. Además existen otras variedades agrupadas de acuerdo a la longitud de los tallos.

Para lograr un óptimo desarrollo, necesitan una atmósfera con alto contenido de humedad y ambiente fresco. Por el contrario, las altas temperaturas perjudican la calidad de la cosecha. Es una hortaliza típica de invierno, resistiendo el clima frío y heladas. El suelo necesita tierras bien fertilizadas y con gran cantidad de materia humificada. La textura y un pH ácido, son otras de las condiciones requeridas que ayudarán al crecimiento y desarrollo de las plantas.

La siembra puede comenzar al inicio de la primavera, para las producciones de verano, y al final de la primavera para las de otoño, puede realizarse en semilleros o directamente sobre el terreno. El terreno estará distribuido en surcos espaciados a unos 50 centímetros de distancia aproximadamente.

Las tareas de mantenimiento que tendrá que llevar a cabo antes de la recolección consiste en el aclareo, si las plantas estuviesen muy juntas, el despuntado y el deshojado de las hojas externas cuando estas se encuentren secas y las escardas con el objetivo de eliminar las malas hierbas. De los controles químicos, se aplican insecticidas contra la

cuncuna o isoca, la plaga más común. En cuanto a nutrición, se usan fertilizantes fosforados de base y se le ayuda con algunos foliares. Todos ellos se utilizan en sus formas legales autorizados por el ANMAT.

Son necesarios tres meses, como mínimo para la cosecha. Se debe tener en cuenta la apariencia de los cogollos, si estos se encuentran lo suficientemente apretados. Como no todos crecen y maduran al mismo tiempo, los inferiores son los primeros en alcanzar el punto justo.

### **3.1.3 Cosecha y cadena de producción. Procesos de elaboración y prácticas de manufactura.**

El repollito de Bruselas se encuentra dentro de las hortalizas que se clasifica como CUARTA GAMA, se lo denomina así al procesado de estos frescos para su consumo casi de inmediato.

Dicho procesado incluye labores de limpieza o lavado, trozado o cubeteado (no en este caso) y envasado.

En Argentina ha tenido un fuerte crecimiento, en principio orientada hacia la demanda institucional (restaurantes, servicios de catering, etc.) y luego extendida a consumidores individuales quienes encuentran en este tipo de productos la forma de poder incorporar en la dieta vegetales que por razones de tiempo y de cambios de hábitos de consumo de estas épocas ya estaban siendo dejado de lado.

El proceso de obtención de un producto cuarta gama comienza con la elección del material más adecuado dentro de la especie, siendo importantes características como la variedad, el grado de madurez, las condiciones higiénicas de recolección y los daños mecánicos que presentan.

En cuanto a la calidad deben buscarse ejemplares sanos, sin amarilleo de nervaduras y hojas, de buena compacidad (es muy importante una alta relación peso-tamaño).

Esta especie se conserva muy bien, inclusive se mantiene bajo la nieve y si bien no es una práctica común lo ideal es guardarlo en frío a 0° C y 98% de humedad relativa (entre 90 y 180 días).

En la heladera se guarda muy bien y conviene acondicionarla en bolsas de polietileno para evitar la desecación que produce el frío y sobre todo los sistemas no frost.

En el almacenamiento absorbe y transmite olores y es sensible al etileno por lo tanto no debe estar en una misma cámara con especies productoras del mismo como por ejemplo bananas, peras, manzanas, etc.

### **3.1.4 Tecnología de conservación.**

Durante el procesamiento se producen daños mecánicos sobre el vegetal donde se produce la rotura de paredes celulares y la de sus contenidos, aumentando exponencialmente la velocidad de reacción de la actividad enzimática y la respiración. Aumenta en gran medida la percibibilidad del producto, deteriorándose rápidamente y manifestándolo en cambios texturales, de apariencia y también de sabor.

Estas tecnologías de conservación son:

- Conservación a bajas temperaturas.
- Almacenamiento en atmósferas modificadas.
- Uso de preservantes químicos.
- Modificación del pH.
- Reducción de la actividad de agua.
- Empleo de radiación ionizante.

Como casi todos los productos comercializables, estos deben hacerse en un envase reglamentado, que será la barrera de protección del alimento respecto a la contaminación externa. Mediante el empleo de materiales adecuados (film) que poseen una permeabilidad selectiva a los gases (dióxido de carbono, oxígeno).

De esta manera se crea en el interior de los mismos una atmósfera modificada, con una concentración de dióxido de carbono más elevado y de oxígeno mas baja, deteniendo prácticamente la respiración y haciendo más lento los procesos de senescencia.

Congelado.

De los distintos tipos de conservación el congelado es uno de los que más se asemeja al estado natural del producto original.

El congelado se diferencia del producto refrigerado por su complejo proceso de conservación.

Estos formatos comerciales cuentan con infraestructura adecuada para mantener el producto a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Las plantas industriales de congelados se ubican en las regiones productoras de las materias primas. Esto permite una cosecha rápida y pronto ingreso de los vegetales, evitando pérdidas de calidad y frescura.

Al entrar la materia prima a la planta se realiza un muestreo para determinar su calidad y selección. Una vez seleccionados y lavados con un gran flujo de agua para eliminar los microorganismos propios del suelo y del manipuleo, los vegetales son blanqueados o recocidos antes de congelar. Este proceso, conocido también como escaldado, consiste en un lavado a altas temperaturas para enfriar inmediatamente después.

El blanqueado se puede realizar por vapor directo sobre el producto o indirectamente. En el segundo caso, el vapor calienta el agua por donde pasa el producto sumergido en ella. Estos dependen del vegetal, en el caso del repollito de Bruselas es conveniente el blanqueo indirecto, porque permite una cocción más pareja.

Luego de este paso se procede inmediatamente a congelar. Los procesos de congelación rápida (ultra congelación) someten a los alimentos a un enfriamiento brusco para exceder rápidamente la temperatura de máxima cristalización, en un tiempo menor a las 4 horas.

A nivel mundial los alimentos congelados se caracterizan por guardar la imagen de productos seguros, sanos, fáciles de consumir, adaptables a las necesidades de los consumidores. Tienen mayor calidad que el producto fresco, debido al corto tiempo que transcurre entre la cosecha y el procesamiento industrial. Además, son productos que pueden ser conservados entre 12 y 18 meses en freezer, sin que pierdan sus propiedades. No tienen desperdicios, facilitando así el consumo de pequeñas porciones.

### Reglamentación según Código Alimentario Argentino.

Las hortalizas mínimamente procesadas y empaquetadas deben encuadrarse según lo establecido por el Código Alimentario Argentino, en la resolución M.S y A.S N° 34/36. En la misma se encuentran los datos que deben figurar en el etiquetado de la mercadería, siendo estas:

- Denominación de venta del producto y su composición.
- Contenido neto.
- Nombre y domicilio del productor y/o distribuidor o comprador.
- Indicación de la fecha de elaboración o embasamiento.
- Se indicará el día, mes y año de embasamiento o la fecha de elaboración y la fecha de duración máxima.
- N° de certificado de autorización del producto otorgado por la autoridad sanitaria.
- N° de inscripción del establecimiento elaborador.

### 3.1.5 Principales productores.

El repollito de Bruselas es cultivado predominantemente en países europeos, entre ellos Inglaterra, donde se ha convertido en uno de los vegetales mas cultivados. Fuera de Europa, no se encuentran mayores productores. En Argentina se hacen pocas hectáreas, y aun no se conocen con exactitud la superficie cultivada. Se conocen producciones continuas en Mar del Plata, Rosario, Córdoba, Mendoza, Buenos Aires y en Santa Cruz según datos recabados a través de consultas en las Agencias de Extensión Rural del INTA.

### 3.2 Composición química,

**Tabla 1- Composición química cada 100 gr de porción comestible.**

<b>Contenido energético</b>	<b>150 KJ</b> <b>35 kcal</b>
<b>Agua</b>	85 gr
<b>Proteínas</b>	4,5 gr

<b>Grasa total</b>	0,3 gr
<b>Hidratos de Carbono</b>	3,2 gr
<b>Ácidos orgánicos</b>	0,6 gr
<b>Fibra</b>	4,4 gr
<b>Sodio</b>	7 mg
<b>Potasio</b>	410 mg
<b>Magnesio</b>	20 mg
<b>Calcio</b>	30 mg
<b>Manganeso</b>	260 ug
<b>Hierro</b>	1100 ug
<b>Cobre</b>	90 ug
<b>Cinc</b>	870 ug
<b>Fosforo</b>	85 mg
<b>Cloro</b>	40 mg
<b>Yodo</b>	1 ug
<b>Selenio</b>	18 ug
<b>Carotenos</b>	400 ug
<b>Vit. E</b>	880 ug
<b>Vit. K</b>	250 ug
<b>Vit. B1</b>	150 ug
<b>Vit. B2</b>	140 ug
<b>Nicotinamida</b>	670 ug
<b>Acido pantotenico</b>	1400 ug
<b>Vit. B 6</b>	280 ug
<b>Biotina</b>	Trazas
<b>Ácido fólico</b>	80 ug
<b>Vit. C</b>	115 mg

**Fuente: Tabla de composición de alimentos. El pequeño “Souci-Fachman-Kraut”.**

### **3.2.1 Características de sus nutrientes. Clasificación y función de los mismos.**

El repollito de Bruselas se encuentra dentro de la familia de las crucíferas, es un vegetal tipo A por su bajo aporte energético, de gran valor alimenticio por su riqueza en vitaminas, minerales y fibra.

Los vegetales que componen la familia de las crucíferas, en la cual el repollito de Bruselas forma parte, poseen ciertos compuestos azufrados que actúan en el ser humano como elementos protectores contra cierto tipo de enfermedades.

Estas sustancias denominadas fitoquímicos, son compuestos orgánicos constituyentes de alimentos de origen vegetal; que no son nutrientes y que proporcionan al alimento ciertas propiedades fisiológicas que van más allá de las nutricionales propiamente dichas. En los alimentos se encuentran en cantidades muy pequeñas: miligramos, microgramos, entre otros. No aportan calorías, se puede mencionar como su mecanismo de acción a que contribuyen a la formación de enzimas de desintoxicación, aportan substratos para formar sustancias anti cancerígenas, participan en la dilución y unión de carcinógenos en el aparato digestivo e intervienen en la alteración del metabolismo hormonal.

En cuanto a la clasificación y variedad de fitoquímicos se han establecido siete clases: polifenoles, flavonoides, antocianos, carotenoides, taninos, licopenos y la luteína. Estas sustancias ejercen un papel importante en la prevención y/o tratamiento de diversas enfermedades asociado al consumo de este tipo de vegetales.

Los glucosinolatos son los que están presentes en las hortalizas de la familia Brassicaceae (brócoli, coles, etc.). Estas sustancias son las responsables del sabor y aroma característicos de estas hortalizas y sufren transformaciones químicas durante su cocción y la digestión en el tracto gastrointestinal humano, que dan lugar a la liberación de metabolitos responsables de su actividad biológica.

Los glucosinolatos son compuestos glicosídicos que, al ser hidrolizados por la enzima mirosinasa, liberan una serie de productos entre los que se encuentran los isotiocinatos, tiocinatos, sustancias volátiles y biológicamente activas que son responsables del sabor amargo y picante de estas hortalizas.

Otros de los fitoquímicos presentes en las crucíferas son los flavonoides, que son pigmentos que confieren el color. Se encuentran en las partes de la planta que está expuesta al sol, ya que la luz favorece su síntesis. Estos pigmentos actúan como antioxidantes, de manera que neutralizan moléculas reactivas llamadas "radicales libres", las cuales reaccionan con células del organismo deteriorándolas, previniendo enfermedades cardiovasculares. Además se le confiere un efecto protector contra el cáncer, perturbando la actividad de los cancerígenos y facilitando su eliminación. También intervienen impidiendo el crecimiento y la proliferación de las células cancerígenas. En la circulación sanguínea actúan sobre las plaquetas y la fluidez de la sangre aumentando la resistencia de los vasos sanguíneos.

Además de lo expuesto anteriormente, este vegetal es fuente de vitaminas:

- Vitamina A: siendo esta una vitamina liposoluble. En los vegetales está presente en forma de carotenoides, y es importante para el mantenimiento de la piel, dientes, huesos, cartílagos, tendones y su acción se destaca en la mejoría de la visión. Contribuye a la formación de colágeno, sustancia que mantiene la elasticidad de la piel.
- Vitamina C o Ácido Ascórbico: es una vitamina hidrosoluble, contribuye a la formación de colágeno, interviene en el metabolismo del ácido fólico y el triptófano. Ayuda a la producción de hormonas tiroideas. Colabora con la biodisponibilidad y absorción de hierro. Bloquea la formación de ciertas aminas con una acción anti cancerígena. Entre otras funciones, contribuye a la utilización de hidratos de carbono, grasas y proteínas.
- Ácido Fólico: vitamina hidrosoluble, participa en la síntesis de células (ADN, glóbulos rojos, etc.). Su inclusión es indispensable en la prevención de ciertos tipos de anemia, mejora el funcionamiento cardiovascular. Es una vitamina fundamental para la prevención de malformaciones congénitas (defecto del tubo neuronal y anencefalia). Participa en la prevención de algunos tipos de cáncer, especialmente del tejido epitelial, cuello uterino, colon y estómago.

Dentro de los minerales presentes en el repollito de Bruselas, este es fuente de:

- Calcio: es un mineral indispensable para el desarrollo del organismo. Tiene como función principal la formación y fortalecimiento de huesos y dientes, en menor proporción interviene en la coagulación de la sangre, en la permeabilidad de las membranas celulares favoreciendo la libre entrada y salida de diversas sustancias; y en la regulación de la función muscular incluida la cardíaca.
- Hierro: es imprescindible para el correcto funcionamiento del organismo, cumple un rol fundamental en la formación de hemoglobina, pigmentos de los glóbulos rojos de la sangre que son necesarios para el transporte de oxígeno a cada célula que forma el cuerpo humano. El tipo de hierro de los vegetales es no hémico por lo que se absorbe y se asimila en menor cantidad que el hierro proveniente del reino animal.
- Sodio: es el principal catión del líquido extracelular, es indispensable para la regulación del volumen de dicho líquido, la osmolaridad, el equilibrio ácido-base y el potencial de membrana de las células. Es también necesario para la transmisión de los impulsos nerviosos. Participa además en el mecanismo de absorción de varios nutrientes y forma parte de las secreciones digestivas.

### **3.2.2 Concepto de alimentación funcional. Rol que ejerce el repollito de Bruselas como alimento funcional.**

Para comprender la importancia de los alimentos funcionales es conveniente conocer los cambios que ha experimentado la ciencia de la nutrición en el último siglo.

La relación entre dieta y salud es un tema conocido desde la antigüedad. De hecho, las culturas indígenas y orientales ya utilizaban ciertos alimentos con finalidad medicinal. En la Edad Media, predominan los textos que confieren propiedades curativas a los alimentos. Sin embargo con el descubrimiento y empleo de los fármacos, la utilización de los alimentos como agentes preventivos o paliativos de diferentes enfermedades pierde su importancia. Esta tendencia fue revirtiéndose a medida que se avanzó en la investigación en relación con los beneficios que contienen o ejercen ciertos componentes de los alimentos sobre el estado físico y mental de los individuos.

En épocas pasadas se consideraba que una alimentación equilibrada desde el punto de vista nutricional era la que prevenía las carencias. Hasta fines del siglo XX, los

objetivos principales de las políticas nutricionales eran la lucha contra el hambre y la erradicación de las enfermedades carenciales. Una vez alcanzados dichos objetivos o al menos en parte, surge una política de evitar alimentos por motivos de salud, como por ejemplo la sal (prevención de la hipertensión).

Actualmente las sociedades prosperas han avanzado de tal forma que el concepto de alimentación equilibrada ha pasado a significar el consumo de una dieta optima a base de alimentos que promuevan la salud y disminuyan el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación. (Margaret Ashwell. Concepto sobre los alimentos funcionales. ISLI).

A raíz de la evolución en el concepto actual de nutrición, la nutrición adecuada entendida como suficiente dirigida a evitar déficits ha dejado de ser la meta en las sociedades desarrolladas. Emerge el concepto de la alimentación como nutrición optima. Su objetivo es la calidad de vida y el bienestar integral de las personas, participando en la promoción de la salud y considerándola como factor de protección ante circunstancias patológicas. De manera que la nutrición adquiere un nuevo enfoque terapéutico y preventivo. (Silveira Rodríguez, M.B. Alimentos funcionales y nutrición optima ¿cerca o lejos? Revista española Salud Publica. 2003).

A Comienzos del siglo XXI los países industrializados se enfrentan con nuevos desafíos: un enorme incremento del costo de la atención de salud, mayor esperanza de vida, aumento del conocimiento científico, aparición de nuevas tecnologías y grandes cambios en el estilo de vida. Los nutricionistas, al encarar decididamente estos desafíos han preconizado la idea de “nutrición optima”, basada en la optimización de la calidad de la ingesta diaria en términos de nutrientes y no nutrientes, al igual que en otras propiedades de los alimentos que favorecen el mantenimiento de la salud. Basado en estos conceptos tiene lugar la aparición y desarrollo de los alimentos funcionales. (Margaret Ashwell. Concepto sobre los Alimentos funcionales. ISLI).

El Documento de Consenso del proyecto FUFOSÉ (“Funcional Food Science in Europe”) (Ciencia de los alimentos funcionales en Europa), propuso una definición operativa; *“un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o mas funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que*

*resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas”*. Los alimentos funcionales deben seguir siendo alimentos, y deben demostrar sus efectos en las cantidades en que normalmente se consumen en la dieta. No se trata de comprimidos ni capsulas, sino de alimentos que forman parte de un régimen normal. (Margaret Aswell. Concepto sobre los Alimentos Funcionales. ISLI).

Los alimentos funcionales no constituyen una entidad única, bien definida y correctamente caracterizada. De hecho una amplia variedad de alimentos y de productos alimenticios se incluyen en la categoría de alimentos funcionales.

El interés en la relación entre alimentación y salud, va más allá de la acción preventiva de los nutrientes en los déficits nutricionales, se explica por las asociaciones que se han evidenciado entre el consumo de alimentos de origen vegetal esencialmente frutas y verduras, en este último se encuentra el repollito de Bruselas entre otros alimentos y sus efectos preventivos sobre cierto tipo de cáncer y otras enfermedades. (Milner, J.A. Functional Foods: the perspective. American Journal Clinical Nutrition. 2000).

Por lo expuesto se considera que el repollito de Bruselas forma parte del grupo de alimentos que promueven la salud, teniendo en cuenta su composición en nutrientes y no nutrientes, lo habilita para ser considerado un alimento funcional, ya que los componentes del mismo intervienen en las funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico, contribuyendo a la mantención de la salud y bienestar o a la disminución del riesgo de padecer algún tipo de enfermedad.

### **3.2.3 Recomendación para su consumo. Clasificación y ubicación dentro de la grafica de alimentación saludable**

El tercer de los diez mensajes de las Guías Alimentarias Argentina, recomienda consumir verduras de todo tipo y color. Dentro del ovalo de las guías alimentarias para la población argentina, las verduras se encuentran dentro del segundo grupo de “alimentos fuente”, este conjunto de alimentos se encuentran agrupados teniendo en cuenta las sustancias nutritivas que poseen.

Se recomienda consumir 5 (cinco) porciones entre frutas y verduras por día. Respetar la porción recomendada es de vital importancia ya que estos alimentos ofrecen al organismo vitaminas, minerales, fibra y agua muy necesarios para el correcto funcionamiento del mismo.

Figura 2. Ovalo Nutricional. Guías Alimentarias Argentinas.



### **3.2.4 Fitonutrientes presentes en el repollito de Bruselas, sabor amargo y el consumidor**

El repollito de Bruselas no es un alimento que es aceptado y conocido por la mayor parte de la población, en general no se tiene conocimiento de sus propiedades nutricionales y la importancia de su incorporación en una alimentación saludable. La población conoce los beneficios que obtiene consumir verduras frescas o cocidas en las diferentes etapas de la vida de un individuo, sin embargo su incorporación no resulta en cantidades y variedades existentes.

La ciencia sale en defensa de los alimentos que muchos consideran tienen “mal sabor”, pues con sólidos argumentos demuestran que la mayoría de estos nutrientes, que suelen ser vegetales, tienen propiedades beneficiosas para la salud.

Los fitonutrientes son las sustancias causantes del sabor y olor tan particular de la coliflor, brócoli, repollito de Bruselas, pero a cambio estas están relacionadas con bajos índices de cáncer y enfermedades del corazón. (La bondad de los amargos. Revista dominical de últimas noticias. Disponible en [www.ultimasnoticias.com.ve](http://www.ultimasnoticias.com.ve) ).

Los fenoles de las plantas, flavonoides, isoflavones, terpenos, glucosinolatos y otros compuestos que están presentes en la dieta habitual diaria han demostrado tener propiedades antioxidantes, anti carcinogénicas y un amplio espectro de actividades bloqueadoras de tumores.

A muchas personas no les agrada consumir vegetales y el sentimiento es mutuo; las plantas se protegen a sí mismas de ser comidas secretando pesticidas naturales y otras toxinas. Los fenoles de las plantas, flavonoides, isoflavones, terpenos y glucosinolatos son amargos, acres y astringentes. Estos tienen actividad bactericida, biológica, y pueden proporcionar una defensa contra predadores al hacer que la planta tenga un sabor desagradable.

Estudios de mercado y con consumidores han demostrado que el sabor, al contrario del valor nutricional, es el factor principal para la selección de un alimento.

El trabajo llevado a cabo por el Doctor Adam Drewnowski, director del National Sciences Program en la Universidad de Washington y la investigadora española Carmen Gómez Carneros han planteado el dilema al que se enfrenta tanto el consumidor como la industria alimentaria, y han formulado si se debe escoger entre sabor y salud por un lado, por el otro, si es posible unir ambas a la hora de la comida sea un martirio para el paladar. (Adam Drewnowski. Carmen Gómez Carneros. Sabor amargo, fitonutrientes y el consumidor. Mundo alimentario. Agosto 2000).

Estudios sobre fitonutrientes y la salud raramente consideran el sabor amargo de los vegetales. Los investigadores del cáncer han propuesto que un sabor más amargo puede ser una característica positiva, lo que le permite al consumidor seleccionar brócoli, coles de Bruselas por su mayor contenido de glucosinolatos. Este punto de vista contrasta con la práctica de la industria de alimentos de medir el contenido de glucosinolatos solo como una manera de predecir el sabor amargo excesivo de la brócoli y la col de Bruselas, característica que afecta al consumidor. Por otro lado, algunos científicos han propuesto elevar los glucosinolatos en brócolis y col de Bruselas para un

mayor beneficio a la salud, mientras que los estándares de la industria son eliminar los glucosinolatos de la col de Bruselas para mejorar el sabor. Respecto del sabor amargo de los fitonutrientes, las demandas de un buen sabor y beneficios para la salud son totalmente incompatibles. (Adam Drewnowski. Carmen Gómez Carneros. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 72, nº 6. Diciembre 2000).

El sabor amargo es la razón principal para el rechazo de varios alimentos. El amargor de los vegetales crucíferos se ha relacionado a su baja aceptación.

Grupos analizados del proyecto “5-al-dia” encontraron que el disgusto a ciertos vegetales era la barrera principal para el consumo de los mismos. ([www.5aldia.com](http://www.5aldia.com)).

El nivel para lo que es o no aceptable puede variar de persona a persona, debido a que la respuesta individual al sabor amargo varía enormemente.

Probablemente la población no tenga en cuenta que el repollito de Bruselas es un alimento que resulta interesante por sus características nutricionales y que la incorporación a diario aporta beneficios saludables. También es probable que se desconozcan las diferentes formas de preparación, cocción y presentación para lograr su incorporación.

En general, se dificulta su inclusión al consumirlos solos como único plato, se recomienda prepararlo y combinarlo junto con otros alimentos para mejorar su palatabilidad. Puede utilizarse en preparaciones como: rellenos de canelones, tartas, croquetas, budines, salsas acompañando pastas; en ensaladas, al escabeche y muchas otras empleando creatividad e ingenio.

Por otro parte, otro de los factores a tener en cuenta es que el repollito de Bruselas suele tener costos elevados y para algunos individuos cuyos ingresos no es suficiente, son inaccesibles, a todo esto se suma que por tratarse de un alimento no muy conocido, con poca difusión ya sea por sus costos, por su sabor particular o por el simple hecho que no existe hábito de consumo, los profesionales nutricionistas no suelen recomendarlo en forma particular.

### **3.2.5 Enfermedades transmitidas por el repollito de Bruselas**

Se desconocen enfermedades transmitidas por esta hortaliza en especial, salvo aquellas que ocurren como en otros vegetales por sustancias químicas que se incorporan a ellos de modo accidental, incidental o intencional, desde su producción hasta su consumo. Las enfermedades transmitidas por alimentos generalmente se presentan como intoxicación. Para evitar todo tipo de intoxicación la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolla cinco claves de inocuidad de los alimentos cuya implementación constituye una accesible manera de evitar las enfermedades transmitidas por alimentos.

Estas son:

1. Conservar la higiene.
2. Separar los alimentos crudos y cocidos.
3. Cocinar completamente los alimentos.
4. Mantener los alimentos a temperaturas seguras.
5. Usar agua potable y materias primas seguras.

### **3.3 Mercado: oferta y demanda del repollito de Bruselas**

El ingreso de esta hortaliza en el Mercado Central se produce principalmente desde el cinturón hortícola de Buenos Aires, siendo otras procedencias Santa Fe y Mendoza.

El repollito de Bruselas es muy buscado por los sectores altos de la sociedad, también un sector reducido de gente mayor y esta entrando en los mas jóvenes por sus excelentes propiedades nutricionales.

#### **Oferta.**

La oferta de un bien depende de un conjunto de factores: tecnología, los precios de los factores productivos y el precio del bien que se desea ofrecer.

En este caso los productores cuanto mayor sea el precio del vegetal mayor será la cantidad ofrecida. Al tratarse de un vegetal de estación, los productores utilizan métodos para su conservación, uno de ellos es someterlos al congelamiento para poder

ofrecerlos en épocas del año en donde no hay producción y poder comercializarlos a un precio elevado.

Los consumidores no son los únicos que condicionan la evolución del mercado; los productores también influyen. El mercado recoge un conjunto de interrelaciones en las que los vendedores responden a los deseos de los compradores, a la vez que estos también reaccionan ante la voluntad de los productores.

Las alteraciones que la curva de oferta muestra exclusivamente son los efectos de variaciones en los precios de la cantidad ofrecida, además las variables más significativas son:

- El precio de los factores productivos.
- Los precios de los bienes relacionados.
- La tecnología existente.

Para el repollito de Bruselas que es un híbrido que demanda de mucha mano de obra por las sucesivas recolecciones, además de tener que darse las condiciones de clima y suelos para un buen rendimiento; es por eso que los productores ofrecen más cantidad en los meses que su precio es más elevado.

### **Demanda.**

La cantidad de cualquier bien demandado por cada individuo no dependerá solo del precio del bien, sino también de una serie de factores entre los que cabe destacar: los gustos, preferencias, el ingreso que dispone y los precios de los bienes relacionados.

El promedio de comercialización de este vegetal es bajo con respecto a otros vegetales, las razones son:

- Tiene precio elevado.
- Se trata de un vegetal poco común, con características organolépticas particulares, con poca difusión en la forma de preparación para su consumo habitual.

- Se trata de un vegetal de estación, aunque se comercializa fuera de su época pero con modificaciones en el precio.

De los factores que producen desplazamiento en la curva de demanda los más importante son:

- El ingreso de los consumidores.
- Los precios de los bienes relacionados.
- Los gustos o preferencias de los consumidores.

Aplicado al repollito de Bruselas: cuando se tienen lugar aumentos en el ingreso, o los ingresos de por si son altos, los individuos pueden consumir mas, cualquiera sea el precio, es el caso de esta crucífera, que es justamente consumido por aquellos individuos cuyos ingresos son altos.

El desplazamiento de la curva de la demanda de este vegetal puede ocurrir en los meses de invierno ya que se trata de un vegetal de estación y su precio es más accesible en esta época del año.

Ocurre lo contrario en los sectores en donde el ingreso es menor y directamente no se producen ventas del repollito de Bruselas porque su precio es elevado y se trata de un bien de lujo, además de no responder a hábitos y gustos de la población.

### **3.3.1 Mercado y competencia**

Para el mercado del repollito de Bruselas se trata de un mercado de competencia imperfecta, se relaciono con este porque en Argentina se cultivan pocas hectáreas, y son prácticamente dos las zonas que lo hacen, al mercado central ingresan los productos cosechados cuya procedencia son Buenos Aires y Mendoza.

La razón de que son pocos los productores, en su alto costo de cultivo, necesita de la inversión de mucha mano de obra para su recolección, además de tener que darse las condiciones climáticas y de suelos adecuadas.

### **3.3.2 Canasta básica de alimentos**

El repollito de Bruselas, es un vegetal que no se incluye dentro de los vegetales que responden a la canasta básica. No cumple con los requisitos que necesita para formar parte de la misma.

Los alimentos que componen dicha canasta deben cubrir los requerimientos calóricos y nutritivos al mínimo costo.

Si bien es una crucífera con excelentes propiedades nutricionales, poseen compuestos que actúan como protectores, con poderes curativos y de prevención de diferentes tipos de enfermedades entre ellas el cáncer de colon, su precio es elevado para el costo de dicha canasta, el hecho de incluirlo reduciría el dinero disponible para la compra de otros alimentos que son mas disponibles con similares características nutricionales. Además no es un vegetal que responda a los gustos y hábitos de la población.

### **3.3.3 El repollito de Bruselas y la Seguridad alimentaria**

El objetivo de la Seguridad Alimentaria es garantizar a todos los seres humanos el acceso físico y económico a los alimentos básicos que necesitan. Comprende 3 aspectos diferentes: *disponibilidad, estabilidad y acceso*.

Argentina es un país con amplia y variada disponibilidad de alimentos, pero sin embargo las condiciones sociales y económicas de un amplio sector de la población muestra un franco deterioro comprometiendo el derecho a la seguridad alimentaria y la salud publica presente y futura.

Los cambios macroeconómicos, el crecimiento del precio de los alimentos, la devaluación del peso y el crecimiento de la pobreza e indigencia tienen repercusiones directas en la seguridad alimentaria.

Para relacionar el vegetal asignado con la seguridad alimentaria, este tiene propiedades nutricionales que responden a la seguridad alimentaria, pero que con su precio no puede garantizarse el acceso y disponibilidad para todos los que integran la población argentina.

### **3.4 Técnica dietética y arte culinario aplicado al repollito de Bruselas**

El conocimiento sobre los alimentos y su utilización, lo cual incluyen muchas disciplinas, han adquirido gran importancia en los últimos años. No alcanza con saber la composición en los nutrientes y su estructura química. La compleja naturaleza de los alimentos y los cambios que ocurren en ellos espontáneamente por la manipulación y manejo producen una diversidad de reacciones que determinan una multiplicidad de efectos, por lo que para comprender el tema es necesario el aporte que brindan las ciencias, como la matemática, la física, la biología y también la bromatología y la tecnología alimentaria. Para integrar la información, se contempla las formas de manejo adecuadas y las modificaciones que se producen en los alimentos antes de su ingestión.

Las verduras son apreciadas en la alimentación por su textura, sabor, color y valor nutritivo. Deben ser manipuladas, almacenadas y cocidas de tal forma que conserven sus características. La calidad de una verdura cuando se cocina y se sirve, esta condicionada por su calidad en el estado crudo. En general las verduras deben verse claras, brillantes y no presentar puntos de pudrición u otros tejidos muertos. Otras características deseables dependen del producto en particular. Los cogollos del repollito de Bruselas deben lucir firmes, con las hojas externas muy juntas y cerca de la base. El color es verde brillante y no deben lucir opacos ni amarillentos.

#### **4-MARCO TEORICO**

##### **4.1 Anatomía de la glándula tiroides.**

La glándula tiroides es un órgano situado en la región anterior del cuello; esta localizada justo debajo de la laringe y tiene forma de mariposa. Esta compuesta por dos lóbulos simétricos laterales (derecho e izquierdo), adosados a los lados de la tráquea y la laringe, que están unidos entre si por una parte de la estructura glandular situada sobre la tráquea llamada istmo. La glándula, constituye una de las estructuras endocrinas de mayor tamaño, pesa alrededor de 20 gramos en el adulto sano. (Figura 3).

La glándula tiroides esta muy vascularizada, recibe de 80 a 120 ml de sangre por minuto, a partir de las dos arterias tiroideas superiores que nacen de las carótidas externas, y de las dos arterias tiroideas inferiores procedentes de la subclavia.

El tiroides es innervado por los sistemas adrenérgico y colinérgico, con ramas procedentes, respectivamente, de los ganglios cervicales y del nervio vago. Esta

inervación regula el sistema vasomotor y, a través de este, la irrigación de la glándula. Una fina red de fibras adrenérgicas finaliza en las células tiroideas, conectadas por medio de receptores específicos, determinan una función directa de este sistema en la regulación de la función tiroidea. (Farreras Rozman. Medicina Interna, 16. Enfermedades del Tiroides. Pág. 2053).

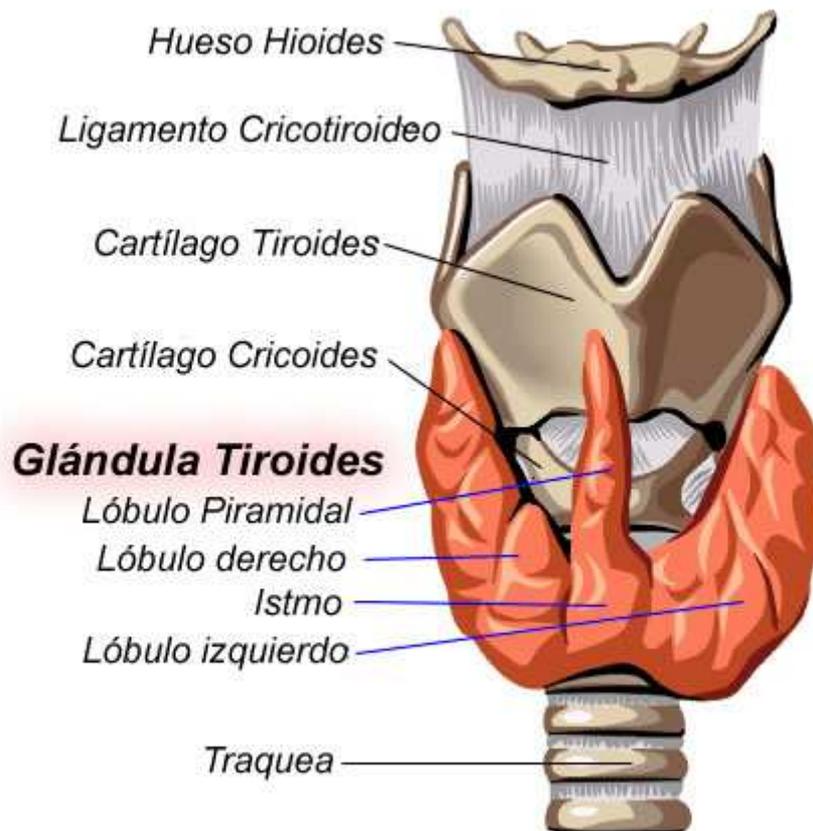
La glándula tiroides establece relaciones anatómicas con los nervios recurrentes y con las glándulas paratiroides. Los nervios recurrentes surgen del nervio vago a diferentes niveles en los dos lados. El recurrente derecho nace cuando el vago cruza la primera porción de la arteria subclavia, pasa por detrás de esta arteria y desciende a 1 o 2 cm de la tráquea junto al tiroides hasta penetrar en la laringe posterior de la articulación cricotiroidea. El recurrente izquierdo, nace del vago cuando este nervio cruza el cayado aórtico, pasa por detrás del cayado y asciende junto al tiroides a 1 o 2 cm de la tráquea hasta alcanzar los músculos de la laringe.

El desarrollo de la glándula tiroides está controlado por una serie de factores de transcripción de desarrollo. Los factores de transcripción de la tiroides (thyroid transcription factors) TTF-1 también denominado NKX2A, y TTF-2 también denominado FKHLI5, se expresan selectivamente aunque no en forma exclusiva en la glándula tiroides. De forma combinada dirigen el desarrollo de las células tiroideas y la inducción de genes específicos de esta glándula, como los que codifican la tiroglobulina (Tg), la peroxidasa tiroidea (thyroid peroxidase, TPO), y el simportador de sodio/yoduro (sodium iodide symporter, NIS), y el receptor de hormonas estimulante del tiroides (thyroid-stimulating hormone receptor, TSH-R).

La glándula tiroides madura contiene numerosos folículos compuestos de células foliculares tiroideas que rodean una sustancia coloidal secretada que contiene elevadas cantidades de tiroglobulina, el precursor proteínico de las hormonas tiroideas. Las células foliculares de la tiroides están polarizadas, es decir, la superficie baso lateral se encuentra en aposición con el torrente sanguíneo, mientras que una posición apical mira hacia la luz folicular. El aumento de la demanda de hormona estimulante del tiroides o tirotrópina (thyroid-stimulating hormone, TSH), a su receptor en la superficie baso lateral de las células foliculares, provoca la reabsorción de Tg de la luz folicular; esta se

somete a un proceso de proteólisis en el interior de la célula para generar hormonas tiroideas, que serán secretadas al torrente sanguíneo.

Figura 3. Anatomía de la glándula tiroides.



## **4.2 Fisiología de la glándula tiroides**

Para comprender el funcionamiento y alteraciones de la glándula tiroides, resulta imprescindible conocer las funciones del Yodo, su metabolismo, el mecanismo de secreción, transporte, metabolismo de hormonas tiroideas y por último los sistemas de regulación funcional de la glándula.

### **4.2.1 El Yodo como nutriente para el ser humano.**

Aproximadamente el 99,6% de la masa del planeta está constituido por 32 elementos químicos. El restante 0,4% resulta de diferentes cantidades de otros 64 elementos, todos ellos presentes a nivel de trazas, entre los que se encuentra el Yodo,

ocupando el puesto 62 en un orden decreciente de abundancia (Lauterbach y Ober 1995).

Esta pequeña cantidad de yodo se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza en rocas, suelos, plantas, tejidos animales y aguas. El yodo esta presente tanto en animales como en los seres humanos, en concentraciones que van a depender de las cantidades presentes en el medio ambiente y en la dieta de cada individuo; de hecho el yodo se considera esencial para los animales y para el hombre.

Todos los tejidos animales y vegetales contienen elementos minerales o inorgánicos en cantidades y proporciones muy variables.

En el organismo humano, siete elementos (C, H, N, O, Cl, P y S), representan aproximadamente el 98,1% del peso, mientras que el 1,9% restante lo constituyen dos grupos de elementos: los minerales y los oligoelementos o elementos trazas (Negretti de Bratter y cols, 1.995; Escaneo 1.997). Siguiendo esta clasificación, los minerales son solo cuatro (Ca, K, Mg y Na), y representan la totalidad del 1,9% del peso del organismo. Por otra parte los oligoelementos tan solo suponen el 0,01% del peso corporal.

Dentro de los oligoelementos, se destacan aquellos que participan en reacciones bioquímicas necesarias (oligoelementos esenciales), y los que no lo hacen (oligoelementos no esenciales). Además, dentro de estos es habitual nombrar elementos trazas tóxicas y no tóxicas según sean perjudiciales o no para la materia viva en las concentraciones que se encuentran normalmente en el medio ambiente.

En el caso particular del yodo, este es para el hombre un oligoelemento esencial, dicha esencialidad esta dada por su participación en la síntesis de hormonas tiroideas.

#### **4.2.2 Requerimiento de yodo**

La ingesta recomendada de yodo esta relacionada de acuerdo con las necesidades fisiológicas de dicho nutriente, que varían según la edad, el sexo o el estado de gestación en las mujeres. La ingesta mínima necesaria para mantener la excreción urinaria en cifras superiores a los 50 ug/gr de creatinina varia entre 50 y 75 ug/día. Con la finalidad de adicionar un margen de seguridad, se ha estimado que la recomendación diaria para los adultos de ambos sexos es de 150 ug/día. En un informe la FAO ha

sugerido expresar necesidades de yodo en relación al peso corporal, proponiendo para los adolescentes y adultos una recomendación de 2 ug/kg/día.

**Tabla 2 – Ingesta dietética de referencia (IDR): Ingestas recomendadas de yodo.**

<b>Grupo de Edad</b>	<b>Yodo (ug/día)</b>
<b>Lactantes.</b>	
<b>0 – 6 meses.</b>	110
<b>7 – 12 meses.</b>	130
<b>Niños.</b>	
<b>1 – 3 años.</b>	90
<b>4 – 8 años.</b>	90
<b>Varones.</b>	
<b>9 – 13 años.</b>	120
<b>14 – 18 años.</b>	150
<b>19 – 30 años.</b>	150
<b>31 – 50 años.</b>	150
<b>51 – 70 años.</b>	150
<b>&gt;70 años.</b>	150
<b>Mujeres.</b>	
<b>9 – 13 años.</b>	120
<b>14 – 18 años.</b>	150
<b>19 – 30 años.</b>	150
<b>31 – 50 años.</b>	150
<b>51 – 70 años.</b>	150
<b>&gt;70 años.</b>	150
<b>Gestantes.</b>	
<b>&lt; o = 18 años.</b>	220
<b>19 – 30 años.</b>	220

<b>31 – 50 años.</b>	220
<b>Mujeres lactantes.</b>	
<b>&lt; o = 18 años.</b>	290
<b>19 – 30 años.</b>	290
<b>31 – 50 años.</b>	290

Fuente: Datos tomados de Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: Dietary reference for iodine (2001).

#### **4.2.3 Fuentes de yodo**

La fuente principal de yodo para el hombre es su alimentación, siendo el yoduro inorgánico la especie en la que mayormente se encuentra el yodo en los alimentos y en el agua.

El contenido de yodo en los alimentos y en las aguas, depende del contenido del mineral en los suelos. En las zonas costeras, los mariscos, como almejas, langostas y ostras, y las sardinas y otros peces de aguas saladas y el agua potable, constituyen las fuentes más importantes. Los peces de aguas saladas contienen de 300 a 3000 ug/kg de carne; los peces de agua dulce contienen de 20 a 40 ug/kg, pero siguen siendo buenas fuentes. El contenido en yodo de la leche de vaca y de los huevos esta determinado por los yoduros disponibles en la dieta del animal; el contenido de yodo de las verduras varia de acuerdo con el contenido de yodo del terreno en el que crecen. En aéreas con escaso contenido de yodo en los suelos, el aporte con los alimentos no es el adecuado.

Los yodoferos, agentes utilizados como desinfectantes en la producción láctea, llevan el contenido de yodo en los lácteos. De igual manera, los yodatos que se emplean como oxidantes en los procesos de panificación, se comportan como un aporte adicional del oligoelemento. En los países que han adoptado la yodación de la sal como medida preventiva para la deficiencia, la sal de mesa constituye el aporte dietético más importante.

En la Argentina, desde 1.967, por ley nacional 17.259, se exige que la sal destinada al consumo humano y animal sea enriquecida con yodato de potasio sin estabilizadores o con yoduros adicionados con los estabilizadores admitidos por las autoridades sanitarias.

**Tabla 3 – contenido en yodo de alimentos seleccionados**

<b>Alimento</b>	<b>Contenido (ug)</b>
<b>Sal, yodada, 1 cucharadita (5g)</b>	400
<b>Pan, hecho con acondicionador de masa yodado y proceso de mezclado continuo, 1 rebanada (25g)</b>	142
<b>Abadejo</b>	104 – 145
<b>Pan, hecho con el proceso habitual, 1 rebanada (25g)</b>	35
<b>Gambas, 90 g</b>	21 – 37
<b>Huevo, 1 unidad</b>	18 – 26
<b>Queso, Cheddar, 30 g</b>	5 - 23
<b>Carne de buey picada, 90 g</b>	8

Fuente: Tomado de U.S Department of Agriculture: Composition of foods, USDA. Handbook n°8 Series, Washington, DC, 1976 – 1986, Agricultural Research Service, The Department.

#### **4.2.4 Metabolismo del yodo**

La importancia biológica del yodo deriva del hecho de ser un constituyente esencial de las hormonas tiroideas. Se considera esa su principal función en el organismo humano.

El yodo es absorbido en el intestino delgado proximal tanto en forma orgánica como inorgánica, aunque la mayor parte lo es en esta última forma, tras un proceso de hidrólisis de los compuestos orgánicos que se producen en el tracto gastrointestinal. La liberación del yoduro tras la hidrólisis enzimática, se completa posteriormente en el hígado y riñón. Así el yoduro forma parte del pool de yoduros del fluido extracelular, que en condiciones de elevadas concentraciones yódicas, alcanzan una concentración de 1 – 1,5 ug/dl. Este yoduro al pasar al torrente circulatorio, es captado por el riñón, el tiroides, las células gástricas y las células de las glándulas salivales.

La concentración de yoduros en el torrente sanguíneo, lo que se denomina yoduro plasmático inorgánico, oscila entre 0,4 y 5 ug/l, en función del aporte externo, y

tiene una vida media de 8 horas, siendo depurado por dos mecanismos competitivos: su concentración en el tiroides y su eliminación renal. La glándula tiroides puede almacenar yodo hasta una concentración de 20 a 40 veces mayor que la concentración plasmática, y en función de la concentración en sangre, se concentra en más o menos en la tiroides, para mantener los niveles adecuados.

Por su parte, la vía renal es la más importante en cuanto a la eliminación de yodo. Considerando una ingesta diaria de 500 ug de yodo, la eliminación del elemento se realiza sobre todo en el riñón en forma de yoduro (480 ug), mientras que el resto (12ug) se eliminan por las heces en forma de yodo orgánico.

#### **4.2.5 Deficiencia de yodo.**

La deficiencia de yodo constituye uno de los trastornos endémicos de origen nutricional más prevalentes del mundo, que afecta tanto a poblaciones en vía de desarrollo como aquellos que conforman el primer mundo. En su mayoría se localiza en aéreas con escaso contenido en yodo en los suelos cerca de cadenas montañosas, también en zonas de llanura como es el caso de China y Asia, que presentan altas tasas de deficiencia debido a la erosión que sufrieron los suelos por inundaciones.

Cuando el aporte diario de yodo es insuficiente, el organismo se adapta aumentando el tamaño de la glándula tiroides y su avidéz por el yodo, provocando lo que se denomina bocio. Existen otras alteraciones provocadas por la deficiencia de yodo que reciben el nombre de “Trastornos por deficiencia de yodo” (TDI).

**Tabla 4 – Características de los trastornos por deficiencia de yodo.**

<b>Trastornos por deficiencia de yodo (TDI)</b>	<b>Características</b>
<b>Bocio grado 0.</b>	Hipertrofia de la tiroides palpable con la cabeza en hiperextensión.
<b>Bocio grado 1.</b>	Hipertrofia visible con la cabeza en posición normal. Palpable.
<b>Bocio grado 2.</b>	Hipertrofia que deforma el cuello, visible desde una distancia de 10 metros. En algunos casos puede asociarse a

	dificultades mecánicas para la respiración.
<b>Cretinismo endémico.</b>	Es la forma más frecuente de cretinismo, se produce por la deficiencia de yodo durante la vida fetal o neonatal, se caracteriza por retraso mental irreversible, sordomudez y diplejía espática que respeta los extremos distales de las extremidades.
<b>Cretinismo mixedematoso.</b>	Forma menos frecuente, que se presenta con retraso mental, enanismo, y las manifestaciones clínicas características del hipotiroidismo severo.

Fuente: Filman, E. Principios de nutrición clínica. El Manual Moderno. México, 1990.

Durante el embarazo la deficiencia de yodo produce un aumento en la mortalidad neonatal, aborto, complicaciones perinatales y ante una deficiencia crónica puede comprometer la fertilidad de la mujer. Durante los primeros años de vida, la deficiencia afecta al desarrollo del encéfalo debido a que la hormona tiroidea es sumamente necesaria para su crecimiento. El cretinismo representa la forma más grave de los TDI, afecta a los recién nacidos y constituye la causa de mayor prevalencia de retraso mental, enfermedad que puede y debe ser prevista.

Las comunidades con deficiencia endémica se caracterizan por un menor desarrollo intelectual, en la capacidad de trabajo y como consecuencia en los ingresos per cápita. La descripción de las patologías asociadas a la deficiencia de yodo, queda fuera del alcance del presente trabajo, sin embargo a posteriori se hará mención en forma detallada del hipotiroidismo y bocio que incumbe al desarrollo del mismo.

Cabe destacar que no todas las enfermedades que son provocadas por la deficiencia de yodo son igual de graves y perceptibles. Así el bocio y el hipotiroidismo pueden subsanarse por medio de la suplementación de yodo en la dieta de forma adecuada, sin embargo los efectos del cretinismo son irreversibles, al ser resultado de un déficit de aporte de yodo en etapas críticas para el desarrollo tanto físico como mental durante la gestación y/o primeros momentos de la vida del niño. (Manuel Aboal Somoza. Tesis de Doctorado. Importancia biológica y toxicológica del Yodo. Cap. 1. Pág. 25 2001).

Por otra parte, los efectos de una deficiencia de yodo en la dieta pueden verse exacerbados por la ingesta de sustancias que perjudiquen la síntesis de las hormonas tiroideas ya sea por impedir la captación de yoduro, o bien por dificultar la reacción entre el yodo y la tirosina, esto se desarrollara detalladamente mas adelante en un apartado. (Hetzl y Marberley 1986. Pennington 1988).

La prevención y tratamiento de dichas patologías está en la adición de yodo en los alimentos. El enriquecimiento de la sal con yodo constituye la medida más efectiva para la prevención de la deficiencia de yodo. (Venkatesh Mannar y Dunn 1995). Por otro lado, cuando la legislación no es estricta, es frecuente que el contenido en yodo en la sal fortificada no sea uniforme. Cuando la yodación de la sal no es efectiva ya sea por tratarse de casos muy graves o urgentes, se recomienda la administración de aceites yodados por vía oral o intramuscular. (International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders ICCIDD 2001).

El agregado de yodo a los suministros de agua y a otros alimentos como la harina o refrigerios, forman parte de otras medidas de prevención factibles.

#### **4.2.6 Exceso de yodo**

En personas con ausencia de deficiencia de yodo, la toxicidad es rara y son bien toleradas cantidades de hasta 2 mg diarios. Los efectos adversos son, más frecuentes en zonas con deficiencia endémica, cuando aumenta la cantidad de yodo adicionado en los alimentos o administrada mediante los programas de prevención.

El principal efecto tóxico del yodo se debe a su acción anti tiroidea. Dicha acción se denomina efecto Wolff-Chaikoff en honor a los que describieron este fenómeno y su mecanismo (Wolff y Chaikoff 1948). La acción anti tiroidea se presenta de dos formas: una relacionada con la síntesis de las hormonas tiroideas y otra con la segregación de las mismas, ocasionando hipotiroidismo.

La ingesta excesiva de yodo puede provocar una sobre estimulación de la tiroides provocando hipertiroidismo, conocido como tirotoxicosis de Jod-Basedow. Generalmente este tipo de toxicidad afecta a personas de edad avanzada y se manifiesta con nerviosismo, irritabilidad, hiperreflexia, intolerancia al calor, piel caliente y

húmeda, adelgazamiento y taquicardia. (Laura Beatriz López. Marta María Suarez. Fundamentos de nutrición Normal. Cap. 11. Pág. 296).

El efecto adverso que fue tenido en cuenta por la Academia Nacional de Ciencias de EEUU para establecer el nivel superior de ingesta tolerable para el yodo han sido los cambios en el funcionamiento de la hormona tiroidea que constituyen la primera respuesta al aporte excesivo del oligoelemento. Esta disfunción se manifiesta con una elevación por encima de los valores basales en las cantidades circulantes de TSH, lo que conforma un factor de riesgo para el desarrollo de hipotiroidismo. El límite máximo de ingesta se ha fijado para los adultos en 1.100 mg de yodo por día (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board 2001).

Estas enfermedades inducidas por un exceso de yodo en la dieta son pasajeras y curables, siempre que se diagnostiquen y traten a tiempo adecuadamente.

#### **4.2.7 Síntesis de hormonas tiroideas.**

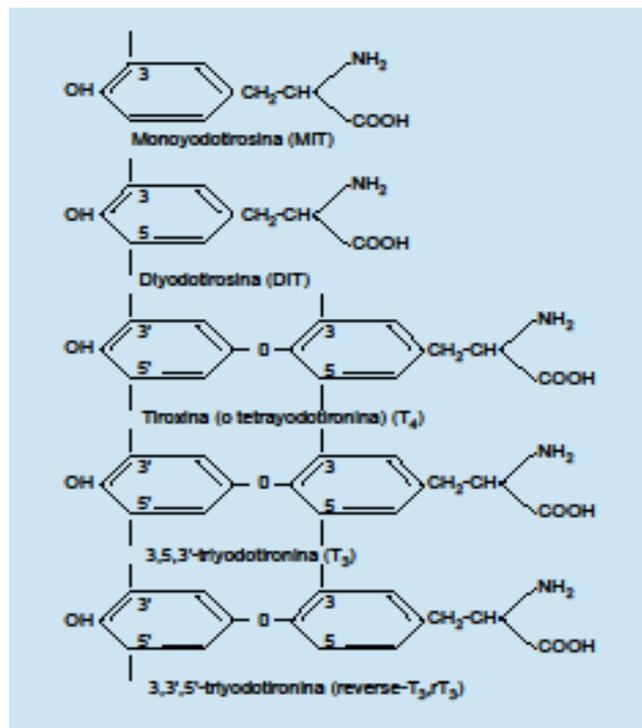
La función de la glándula tiroides consiste en la elaboración de hormonas tiroideas que luego pasan a sangre. (Figura 2 y 3). Estas hormonas son: Tiroxina (T4), Triyodotironina (T3). Para la biosíntesis de dichas hormonas, es esencial la captación de yoduro de la sangre circulante que constituye la fase inicial del proceso. Una vez elaboradas, las hormonas se almacenan en el coloide, en la molécula de tiroglobulina y desde allí son volcadas a la sangre según la necesidad del organismo.

El mecanismo de la biosíntesis de hormonas tiroideas se esquematiza de la siguiente manera:

- a) Captación del yodo plasmático, que es transportado activamente desde la sangre a la célula de la tiroides. Este proceso es estimulado por la TSH, que se conoce como la bomba de yoduro o mecanismo de concentración de yoduro o mecanismo de atrapamiento de yoduro, que tiene como resultado una concentración de yoduro en la glándula.
- b) Organización del yodo por medio de las peroxidasas. Se produce oxidación de este yoduro a yodo por medio de la catalización enzimática de peroxidasas tiroideas.

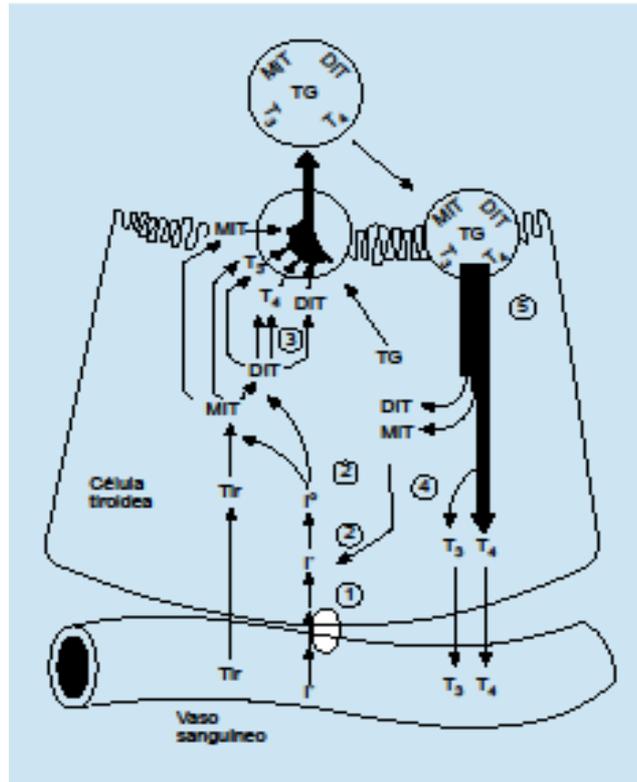
- c) Yodación de los componentes de la tiroglobulina, previamente formada en la célula tiroidea, para la elaboración de monoyodotirosina (MIT) y diyodotirosina (DIT).
- d) Acoplamiento de las yodotirosinas para formar la triyodotironina (T3) y tetrayodotironina o tiroxina (T4), a través de la acción de las peroxidasas que aun siguen estando unidos en la cadena peptídica de tiroglobulina. Mientras no se hace necesaria la liberación de T3 y T4, estas permanecen almacenadas de este modo en la glándula como resto de la tiroglobulina.
- e) Cuando el organismo necesita T3 y T4 en un proceso de captación de gotitas de coloide por parte de la célula tiroidea por pinocitosis o endocitosis, y, tras la rotura proteolítica de los enlaces tiroglobulina-hormonas tiroideas, se produce la liberación de estas últimas a sangre. Cabe añadir que estas hormonas no se transportan libres en plasma, sino que en su mayoría van unidas a globulinas y albuminas. Según lo expuesto anteriormente, en la tiroides se puede encontrar distintas especies de yodo: yoduro, yodo libre, T3 y T4, además tiroglobulina con restos de T1, T2, T3, y T4 en menor concentración.

Figura 4: Representación de las formulas de triyodotironina y hormonas tiroideas.



Fuente: Farreras Rozman, Medicina Interna. Sec 16. Endocrinología.

Figura 5: Esquema de la biosíntesis de las hormonas tiroideas: MIT monoyodotirosina; DIT diyodotirosina; TG tiroglobulina; T3 triyodotironina; T4 tiroxina.



Fuente: Farreras Rozman, Medicina Interna. Sec 16. Endocrinología.

#### **4.2.8 Regulación de la función tiroidea**

La regulación de la función de la glándula tiroides está íntimamente relacionada con el sistema hipotálamo hipofisario. La síntesis y secreción de T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> están reguladas por la TSH, hormona que estimula la mayoría de los aspectos de la función tiroidea, incluyendo el transporte de yoduro, su oxidación a yodo y la unión del yodo a la tiroxina. La síntesis de hormonas tiroideas se regula por el nivel de T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> en la sangre por un mecanismo de retroalimentación negativa, que actúa directamente sobre las células secretoras de TSH (en la glándula pituitaria), e indirectamente sobre el hipotálamo, y su factor liberante de tirotropina (TRH). Así el descenso en la concentración de T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> en sangre, da lugar a la liberación de TRH en el hipotálamo, y esta a su vez provoca la liberación de TSH en la hipófisis. (N. Peláez Torres. J. Álvarez

Hernández. C. Blanco Carreras. Nutrición en las enfermedades Tiroideas. Cap. 4. Pág. 1043).

Otro aspecto importante en la regulación de la glándula, que no esta vinculada a la secreción de TSH, es la denominada autorregulación tiroidea, íntimamente relacionada con la cantidad de yodo del organismo. (N. Peláez Torres. J. Álvarez Hernández. C. Blanco Carreras. Nutrición en las enfermedades Tiroideas. Cap. 4. Pág. 1043).

Cuanto más yodo ingresa por la dieta, menos capta la tiroides y viceversa. La administración brusca en elevadas cantidades de yodo reduce de forma notoria la organización del yoduro. No obstante, dicho efecto del yodo es transitorio, ya que si se continúa el aporte, la glándula se adapta a dicha situación y se produce un “escape” de la función tiroidea por encima de lo normal.

La tiroxina (T4), circula casi en su totalidad unida a diversas proteínas, de las cuales, las principales son 3: la globulina, que suele designarse con las siglas TBG (Thyroxine binding-globulin), la pre albúmina TBPA (Thyroxine binding-prealbumin) y la albumina, se desarrollan respectivamente un 70-75%; el 15-20%; y el 5-10% de la función transportadora. (Farreras Rozman, Medicina Interna, 16 pág. 2054).

La acción biológica en los tejidos periféricos no lo realizan las hormonas unidas a proteínas, sino la fracción libre. Del total de tiroxina circulante, solo el 0,03% lo hace en forma libre. En cambio, el porcentaje de T3 libre es mayor alcanzando el 0,3% de la hormona total.

La secreción diaria de tiroxina es de alrededor de 80 ug. Aproximadamente el 35% de esta producción se convierte en la periferia en tryodotironina, constituyendo el origen del 80% de la T3 circulante. Asimismo, alrededor del 35% de la T4 producida, es transformada en la periferia en T3 inversa (rT3), cuyos efectos metabólicos son nulos. El 95% de la cantidad de rT3 se lleva a cabo en la periferia mediante una desyodinación sea del anillo externo o fenólico, en el caso de la T3, o del anillo interno o tirosilico, en el caso de la rT3. La T3 y la rT3 a su vez, sufren procesos de desoyodinación que las convierte en diyodotironinas y monoyodotironinas, las cuales, como la rT3, carecen de efectos metabólicos.

Se han identificado dos tipos de 5'-desoyodinasas que convierten la T4 en T3. La de tipo I, se encuentra más activa en hígado y riñón y es la que da origen a la mayor parte de T3 circulante. La tipo II actúa en el SNC, en la hipófisis, el tejido adiposo pardo y la placenta aportando T3 a dichos tejidos. Entre las diferencias que existen entre ambas enzimas, cabe destacar que la tipo I es rápidamente inhibida por el propiltiouracilo y disminuye en el hipotiroidismo, mientras que la tipo II es resistente a dicho fármaco y su actividad aumenta en disminución de la función tiroidea. Este aumento de la tipo II en el hipotiroidismo actúa como un mecanismo de compensación para mantener niveles adecuados intracelulares de T3 en los tejidos correspondientes, ante la disminución de la tiroxinemia. También se ha identificado una desoyodinasa tipo III que inactiva la T3 y transforma la T4 en rT3 cuya actividad aumenta en el hipertiroidismo. Esta enzima se halla en el SNC, la placenta y la piel. (Farreras Rozman, Medicina Interna, 16 pág. 2055).

La actividad biológica de la T3, es mayor que la T4, y sus efectos metabólicos más acelerados. El recambio de la T3 es cinco veces mayor a la de la T4. Estos hechos fisiológicos revelan la importancia de la transformación periférica de T4 en T3 y en rT3 en la situación metabólica del individuo, conformando dicho proceso metabólico en un mecanismo de regulación extra glandular de la función tiroidea.

En lo que se refiere a las funciones que realizan las hormonas T3 y T4 en los tejidos periféricos no está totalmente aclarado pero se han hecho avances en el conocimiento. En general se puede nombrar que ejercen una influencia fundamental en la diferenciación, el crecimiento y el desarrollo del feto, de los recién nacidos, y de los niños. A su vez estimulan el consumo de oxígeno y el metabolismo basal en los tejidos, activando al metabolismo energético, incrementando el consumo calórico. Regulan el crecimiento y maduración de los tejidos y el recambio en casi la totalidad de sustratos, vitaminas y hormonas. Luego de haber cumplido con su función, las hormonas tiroideas son catalizadas dando aminoácidos y yoduro, que se recicla en la tiroides.

### **4.3 Fisiopatología de la glándula tiroides**

#### **4.3.1 Pruebas diagnósticas**

Las afecciones de la glándula tiroidea, consideradas en su globalidad, presentan alta incidencia en la clínica diaria.

Con mucha frecuencia, una anamnesis y una exploración física correctas orientan el diagnóstico en la afección tiroidea. La historia familiar puede aportar datos de interés relativos a la posible alteración tiroidea que puede presentar un individuo. Las preguntas deben dirigirse claramente a los trastornos tiroideos, respecto si algún familiar directo ha padecido bocio con o sin intervención quirúrgica, o algún otro tipo de afección de la tiroides. Es bien conocido que un antecedente familiar puede tener relación con algún factor etiológico del bocio simple, o con una predisposición familiar a padecer algunas enfermedades tiroideas de patogenia auto inmunitario. (Farreras Rozman. Medicina Interna, 16 pág. 2055).

La anamnesis personal aporta datos valiosos, como nerviosismo, hábitos de sueño, ritmo evacuatorio, tolerancia al frío, y al calor, variaciones en el peso, nivel de apetito y sensación de sed que serán de gran valor en el momento de evaluar la posible presencia de una hipofunción o hiperfunción tiroidea.( Farreras Rozman. Medicina Interna, 16 pág. 2055).

La práctica de una exploración física correcta y detallada en un individuo que se sospecha una tiroidopatía posee un extraordinario interés. Tanto es así, que en diversos casos, tras la recolección de los síntomas en una correcta historia clínica, y la realización de una cuidadosa exploración física, el diagnóstico queda establecido y los métodos de exploración complementaria solo deben utilizarse con el modesto propósito de confirmar el diagnóstico clínico.

Las pruebas diagnósticas de las enfermedades del tiroides pueden clasificarse en cuatro grupos:

- Pruebas funcionales.
- Estudio de los trastornos inmunológicos.
- Diagnóstico morfológico.
- Diagnóstico citológico.

En la tabla N° 5 se resumen las exploraciones complementarias utilizadas en el diagnóstico de las tiroidopatías.

**Tabla N° 5: Exploraciones complementarias en el diagnostico de las tiroidopatias.**

***Pruebas de función tiroidea.***

- **Determinación de las concentraciones plasmáticas de hormonas tiroideas, otros compuestos yodados y proteínas transportadoras.**
- **Determinación de la concentración sérica de T4 libre.**
- **Determinación de la concentración sérica de T3 libre.**
- **Determinación de los niveles plasmáticos de tiroxina y triyodotironina totales.**
- **Determinación de las concentraciones séricas de TBG y TBPA.**
- **Determinación plasmática de T3 inversa.**
- **Determinación de tiroglobulina.**
- **Pruebas de metabolismo tiroideo in vivo utilizando isotopos radiactivos.**
- **Captación tiroidea de radioyodo.**
- **Prueba de descarga del Yodo con perclorato.**
- **Medición de los efectos periféricos producidos por las hormonas tiroideas.**
- **Exploración de la regulación hipotálamo-hipofisotiroidea.**
- **Determinación de la TSH plasmática basal.**
- **Prueba de estimulación con TRH de la secreción del TSH hipofisaria.**

***Estudios de los trastornos inmunológicos.***

- **Determinación de anticuerpos anti tiroideos circulantes.**
- **Anticuerpo antiperoxidasa y antitiroglobulina.**
- **Anticuerpo antireceptor de la TSH.**

***Estudio de la morfología tiroidea.***

- **Gammagrafía tiroidea.**
- **Ecografía cervical.**
- **Tomografía computarizada cervical.**

### ***Estudio citológico.***

- **Citología tras la punción aspirativa con aguja fina.**

TBG: transportador de tiroxina; TBPA: prealbumina transportadora de tiroxina.

Fuente: Farrera Rozman, Medicina Interna, sec 16 Endocrinología, pág. 2057.

### **4.3.2 Bocio Simple**

Se denomina bocio a todo aumento de tamaño de la glándula tiroides. Habitualmente se refiere a los agrandamientos de la glándula tiroidea producidos por un aumento de producción de TSH, como consecuencia de un defecto de la secreción de hormonas tiroideas. El papel central del incremento de la TSH en la génesis del bocio es real en la mayoría de las ocasiones, aunque con frecuencia resulta difícil de objetivar.

Se aplica la denominación de Bocio simple, al aumento de la glándula que no se acompaña de hipertiroidismo, hipotiroidismo, ni proceso inflamatorio, ni neoplásico. Es la enfermedad más común de la tiroides.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el bocio como un agrandamiento del lóbulo lateral del tiroides superior al tamaño de la falange distal del dedo pulgar del individuo, lo que supone aproximadamente un aumento de 4 a 5 veces del tamaño normal de la glándula; o también, durante la infancia, como la presencia de tiroides palpable.

Continuando las recomendaciones de la OMS, el bocio se puede clasificar en distintos grados (tabla 6), de una forma sencilla y sin necesidad de equipo especializado.

**Tabla 6: Clasificación del bocio según la OMS.**

<b>Grado 0: no hay bocio.</b>
<b>Grado 1: tiroides palpable.</b>
<b>Grado 1a: Bocio palpable pero no visible.</b>
<b>Grado 1b: Bocio palpable y visible con el cuello extendido, pero no visible con el cuello en posición normal. Se incluyen los nódulos tiroideos.</b>

**Grado 2: Bocio palpable y fácilmente visible con el cuello en posición normal.**

**Grado 3: Bocio voluminoso reconocible a distancia.**

Fuente: J.P. López Sigüero. Sección endocrinología pediátrica. Sesión plenaria. Pág. 49.

Según la edad de aparición, se lo denomina bocio congénito, infantil o juvenil; cuando la etiología es definida, puede designarse de acuerdo con dicho factor (bocio por déficit de yodo o por defecto de peroxidasas), y, según la morfología, puede clasificarse de bocio difuso, nodular o multinodular, según que el agrandamiento de la glándula sea difuso o se acompañe de nódulos en el seno del parénquima.

La nomenclatura del bocio es compleja ya que las múltiples denominaciones son fruto de visiones parciales y siempre incompletas. La American Thyroid Association, utiliza para clasificar el bocio simple o no tóxico aspectos morfológicos (difuso, nodular o multinodular), epidemiológicos (endémicos o esporádico) y etiológicos.

Desde el punto de vista funcional, el bocio simple se designa atóxico, no tóxico, eutiroideo o normofuncionante. Aunque pueda resultar de interés definir estas características, estas no son, en general, denominaciones necesarias en el caso del bocio simple. (Farreras Rozman. Medicina Interna, 16 pág. 2062).

De las diferentes clasificaciones de tipo anatomopatológicas, como bocio coloide, adenomatoso, tampoco aportan datos de interés para la comprensión del proceso, ni de los factores etiológicos responsables. Otra denominación utilizada muy a menudo, es la que hace referencia a las características de presentación, distinguiéndose el bocio endémico y el esporádico.

La frecuencia del trastorno varía según las diferentes series y según se estudie en zonas con endemia o sin ella. La prevalencia general en zonas no endémicas es de 4-7% con un predominio en la mujer de 7-13:1. En cualquier caso, la modularidad y el peso de la tiroides aumentan con el paso de los años, de forma que, en la octava década de la vida, casi todas las personas tienen varios nódulos tiroideos. Estos se encuentran, según los estudios necroscópicos, en el 15-50% de las mujeres mayores de 50 años. En las zonas con endemia, la frecuencia es mayor y, cuando la endemia es grave, la

prevalencia se iguala en ambos sexos y la enfermedad suele aparecer en la infancia. (Farreras Rozman, Medicina Interna, sec 16, Endocrinología. Pág. 2061).

La base de la fisiopatología del bocio, es la secreción insuficiente de hormonas tiroideas. Este déficit de hormonas produce un aumento de la secreción de TSH, que ocasiona hipertrofia e hiperplasia de las células foliculares tiroideas, determinando el crecimiento de la glándula. En varias ocasiones, el aumento de tejido tiroideo consigue la secreción de una cantidad suficiente de T4 y T3, y se normaliza los niveles de TSH. El individuo está eutiroides y presenta bocio. En algunos casos, pese al mecanismo compensador, persiste el déficit de función tiroidea. Al conseguirse el eutiroidismo, pueden desaparecer la hipertrofia y la hiperplasia de las células y producirse acumulación de coloide en los folículos de manera que se denomina bocio coloide. Si el trastorno en la síntesis de hormonas es de corta duración, el tamaño de la glándula puede volver a la normalidad de forma espontánea. En cambio, si la alteración ha sido duradera o es permanente, la glándula queda definitivamente aumentada de tamaño. Ciclos sucesivos de hiperplasia e involución de los folículos, originan la formación de los distintos nódulos que caracterizan al bocio multinodular.

#### **4.3.3 Principales factores etiológicos del Bocio simple**

Los factores etiológicos del bocio simple son múltiples y en ocasiones pueden asociarse dos o más de ellos. (Tabla 7). Estos factores pueden agruparse de la siguiente manera:

- a) Déficit o exceso en el aporte yódico y aumento del aclaramiento renal del yodo.
- b) Ingestión de bociógenos.
- c) Defectos congénitos de la síntesis de hormonas.
- d) Fenómenos autoinmunes.

**Tabla 7: Factores etiológicos del bocio simple.**

#### ***Alteración en la disponibilidad del yodo por la tiroides.***

- **Déficit en el aporte yódico.**

- **Aumento del aclaramiento renal del yodo.**
- **Aumento en el aporte yódico.**

***Ingestión de bociógenos.***

**Por alteración de la captación tiroidea del yodo.**

- **Aniones monovalentes (tiocianato, perclorato).**
- **Tioglicosidos aislados de las Berza y otras Brassicae.**
- **Glucósidos cianogenicos y linamarina (mandioca).**

**Por alteración de la organización intratiroidea del yodo.**

- **Fármacos del grupo tiouracilico (propiltiouracilico, metimazol, carbimazol).**
- **Otros fármacos (sulfonilureas, salicilatos).**
- **Goitrina y C-glucosil flavonas.**

**Por interferencia en la liberación de hormonas tiroideas.**

- **Exceso de yodo.**
- **Litio, vinilblastina, colquicina.**

**Por aumento de la excreción fecal de tiroxina.**

- **Harina de soja, nueces y sus aceites.**
- **Aceite de girasol, cacahuete y algodón.**

***Defectos congénitos de la hormono síntesis tiroidea.***

- **Defectos en la captación tiroidea de yodo.**
- **Alteración en la organización.**
- **Defecto de acoplamiento de las yodotirosinas.**
- **Defectos de las deshalogenasas.**
- **Defectos en la síntesis y secreción de la tiroglobulina.**

***Fenómenos autoinmunes.***

Fuente: Farreras Rozman, Medicina Interna. Sec 16 Endocrinología. Pág. 2063.

### Déficit o exceso en el aporte yódico y aumento del aclaramiento renal del yodo.

El déficit de aporte yódico es el factor etiológico más importante del bocio simple y, constituye la causa principal en la mayoría de las veces como única causa del bocio endémico. Este es definido, cuando más del 10% de la población general, de una determinada zona geográfica, presenta bocio. (Farreras Rozman. Medicina Interna, 16 pág. 2063).

La situación inversa, el exceso de aporte de yodo, también puede originar la formación de bocio aunque esta causa es menos frecuente.

Otro factor bociógeno importante es el aumento del aclaramiento del yodo por el riñón, que puede observarse en la pubertad, el embarazo, la lactancia y el climaterio, en especial cuando dichas situaciones se asocian con cierta insuficiencia en la ingestión de yodo.

### Ingesta de bociógenos.

Los bociógenos son sustancias capaces de producir bocio por interferir en alguna fase del metabolismo de las hormonas tiroideas, y que intervienen tanto en la génesis del bocio cuando se suma a un déficit parcial de la ingesta yódica, como a algún defecto de la biosíntesis hormonal.

Los bociógenos pueden alterar la captación tiroidea de yodo, su organización intratiroidea, interferir en la liberación de las hormonas o aumentar la excreción fecal de tiroxina.

### Defectos congénitos de la síntesis de hormonas.

Se conocen una serie de defectos congénitos y genéticamente determinados de la hormonosíntesis tiroidea, que pueden originar la aparición de bocio, acompañado o no de hipotiroidismo. Estas alteraciones son muy poco frecuentes y presenta gran heterogeneidad tanto bioquímica como clínica. Se han descrito defectos en la captación tiroidea del yodo, alteraciones en su organización, defectos de acoplamiento de la yodotirosinas, defecto de las deshalogenasas y anomalías en la síntesis y secreción de tiroglobulina. Estas formas de alteraciones contribuyen a la aparición de bocio en diversas situaciones.

### Fenómenos autoinmunes.

Varios datos apoyan la posibilidad de que alteraciones autoinmunes desempeñen un papel coadyuvante en el desarrollo del bocio simple. Entre ellos se destacan: el hallazgo en el suero de algunos pacientes tanto de anticuerpos antitiroideos como la existencia de infiltración linfoide (tiroiditis linfocitaria focal) en algunas glándulas y la mayor incidencia de este tipo de lesiones en familiares de individuos con enfermedades tiroideas autoinmunes.

#### **4.4 Alimentos que pueden alterar la función tiroidea.**

Se han descrito diferentes tipos de alimentos que pueden interferir en algún punto en la síntesis de hormonas tiroideas, disminuyendo la formación de las mismas y favoreciendo la formación del bocio.

El agua y los alimentos constituyen las principales fuentes de ingresos de sustancias bociogénicas.

Existen dos tipos de bociógenos alimentarios:

- Compuestos orgánicos sulfurados y flavonoides; tiocianatos, isotiocianatos y tioxazolidonas (goitrina), estos se encuentran en los vegetales de la familia de las crucíferas, tales como repollo, brócoli, coliflor, repollito de Bruselas entre otros. Siendo los isotiocianatos inhibidores del transportador de yodo (simporter), y por otro lado reaccionan con grupos amino formando derivados con actividad antitiroidea, inhibiendo la organificación y el acoplamiento del yodo. Por su parte los flavonoides son compuestos polihidroxifenólicos, constituyentes orgánicos de una variedad de plantas (soja, habas, mijo, maníes) que alteran en forma compleja la economía tiroidea; inhibiendo la tiroperoxidasa y actuando sobre las desoyodinasas, afectando la síntesis y el metabolismo de las hormonas tiroideas.

El repollito de Bruselas y otros vegetales del género Brassica presente en este grupo, contienen progoitrina, la cual al hidrolizarse en el intestino se convierte en goitrina actuando como las tioxazolidonas que inhiben de

manera irreversible la peroxidasa tiroidea, impidiendo la oxidación de yoduro a yodo, así como el transporte del yodo a las células tiroideas, disminuyendo la producción de tiroxina, de manera que la actividad de la glándula tiroidea se encuentra alterada.

- Los glucósidos cianocidos presentes en la mandioca, brotes de bambú, maíz, batata, habas.

Con respecto al agua, (Gaitán 1973, 1978) son numerosos los compuestos con actividad anti tiroidea y bociogena que contaminan la misma; sustancias como el litio en altas concentraciones, algunos microorganismos que actúan como intermediarios y biodegradan compuestos con acción anti tiroidea, fenoles (resorcinol), disulfuros, hidrocarburos policíclicos aromáticos forman parte de la lista de compuestos. La mayoría de ellos inhiben la peroxidasa tiroidea, otros aceleran además el metabolismo de la T4, disminuyendo sus valores en sangre, estimulando así la TSH.

## **5-ANALISIS**

### **5.1 Rol del repollito de Bruselas en la salud**

#### **5.1.1 Sustancias nutritivas presentes en el repollito de Bruselas**

Para determinar la función que cumple un alimento en la salud, se debe tener en cuenta: la composición, calidad y cantidad de nutrientes y anti nutrientes presentes en el mismo. Los alimentos naturales deben formar parte de la alimentación habitual de todos los individuos, ya que proporcionan las vitaminas, minerales necesarios para el buen mantenimiento de la salud.

Más allá de la nutrición básica, el descubrimiento de que determinados alimentos poseen compuestos biológicamente activos y beneficiosos para la salud, abrió una nueva etapa en la ciencia de la nutrición. Estos compuestos se derivan de ingredientes de manera natural por lo que se han llevado a cabo numerosas investigaciones, y aun se continúa investigando acerca de su potencial para promover la salud.

Este tipo de compuestos denominados **fitoquímicos**, son sustancias químicas que se encuentran en alimentos de origen vegetal en su mayoría, y, se presentan en

pequeñas cantidades (miligramos, microgramos) de forma muy variada según el vegetal, siendo los responsables del color y sabor de estos.(O. Bonafine. A. Cañizares. D. Laverde. Importancia de los fitoquímicos en la alimentación. Nutrición humana pág. 9 2006).

La ingesta de este tipo de sustancias en pequeñas cantidades, ejercen un potencial para modular el metabolismo humano de manera favorable y prevenir ciertas enfermedades. Así mismo, se puede afirmar que, no son nutrientes puesto que no se ha demostrado que su carencia produzca síntomas patológicos, pero pueden proporcionar al alimento propiedades fisiológicas que van más allá de las nutricionales (Dielbrich K. Leitzmann C. 1998). La presencia de sustancias anti nutritivas naturales en los vegetales, si bien no implica en general un problema de toxicidad aguda, pueden interferir en la utilización y/o función de nutrientes esenciales, considerándose sustancias tóxicas naturales, siendo definidas como “aquellos compuestos que están presentes de forma natural en algunos alimentos y actúan provocando una pérdida de nutrientes esenciales o interfiriendo en su utilización y función metabólica”.<sup>1</sup>(Patearroyo et al 1995). Esta acción anti nutritiva puede tener lugar a nivel del tracto gastrointestinal, en los tejidos, y en algunos casos incluso fuera del organismo, en el mismo alimento. Aunque su presencia no implique un riesgo serio para la salud, no deben ser ignorados, especialmente en dietas desequilibradas. Los factores anti nutritivos en plantas, según revelan diversos estudios, parece tener un fin específico, ya que son sustancias capaces de perturbar procesos metabólicos de microorganismos o insectos y así proteger a la planta de su posible ataque y favorecer el crecimiento y desarrollo de la misma. Siendo necesario, por lo hasta aquí expuesto, conocer en que alimentos pueden encontrarse y cual es su mecanismo de acción para poder predecir y prevenir sus efectos adversos.

En general los fitoquímicos o sustancias antinutritivas son un grupo de compuestos muy numerosos, se sabe que existen cientos de estos elementos, aunque hasta el momento se han investigado las propiedades saludables y no de algunos de ellos. (Tabla 8. Algunos fitoquímicos y sus fuentes).

---

<sup>1</sup> Definición extraída de Tesis Doctoral de Universidad de la Laguna, área medicina preventiva y Salud Publica. Área toxicología.

**Tabla 8- Fitoquímicos y sus fuentes.**

Nombre químico	Fuentes alimentarias	Acciones
<b>Isotiocianatos</b>	Familia de las crucíferas (brócoli, repollito de Bruselas, col de hoja, coliflor, col rizada, colinabo, hojas de mostaza, nabos, berros) y aceites de mostaza, contienen índoles e isotiocianatos, los cuales son productos de las hidrólisis de glucosinolatos formados durante el procesamiento, cocción y masticación.	Diferentes compuestos varían en su vía de acción inhibitoria. Los índoles bloquean los carcinógenos antes de que alcancen sus sitios de acción en células; los isotiociantaos pueden suprimir el crecimiento de tumores mediante bloquear las enzimas de la Fase II. (Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos. 1998).
<b>Polifenoles</b>	Ajo, te verde, granos de soja y de cereales, plantas crucíferas, semillas de lino.	Antioxidante. Puede reducir la peroxidación de los lípidos.
<b>Flavonoides</b>	Frutas, vegetales, vino, te verde. Los bioflavonoides más activos se encuentran en las frutas cítricas. Las cebollas, manzanas, col rizada, crucíferas y chauchas también son buenas fuentes.	Reducen el riesgo de cáncer por su acción antioxidante, bloqueando el acceso de los carcinógenos a las células, suprimiendo los cambios malignos en las células, interfiriendo con el enlace de las hormonas a las células, quelando los metales, induciendo a las enzimas a modificar su carcinogenicidad, estimulando la respuesta inmune o combinación de estas acciones.(Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos. 1998).
<b>Organosulfurados</b>	Vegetales del superorden Liliflorae. Cebolla (Alliaceae) que contiene el genero Allium como ajo, cebollas, puerro, cebollín. La mayor parte de los sulfuros están en el ajo y	Bloquean o suprimen la carcinogénesis. También pueden alterar los lípidos séricos y la agregación plaquetaria. (Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos.

	las crucíferas	1998).
--	----------------	--------

Fuente: Modificada de: Dwyer, J. Is there a need to change the American Diet? In: Dietary Phytochemicals in Cancer Prevention and treatment. Adv. Experim. MED. Biol. 401:192-193.1996.

Dentro de las funciones que ejercen los fitoquímicos, los fisiólogos han investigado las acciones que estos desempeñan en la salud humana:

- Mejoran el sistema inmunológico.
- Son antioxidantes (por esta razón disminuyen la aparición de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares).
- Previenen la aparición de cáncer.
- Disminuyen los contenidos de lípidos sanguíneos.
- Algunos estimulan sistemas enzimáticos y alteran la producción de hormonas, activando el sistema inmunológico o con efecto antibacterial y/o antiviral.
- Ayudan a retardar el proceso de envejecimiento.
- Son reguladores del crecimiento.
- Contribuyen en la formación de enzimas de desintoxicación
- Aportan substratos para formar sustancias anti cancerígenas
- Participan en la dilución y unión de carcinógenos en el aparato digestivo.
- Intervienen en la alteración del metabolismo hormonal.

**Tabla 9-Beneficio potencial de los fitoquímicos**

<b>Alimento</b>	<b>Fitoquímico</b>	<b>Beneficio potencial</b>
<b>Brócoli, coles, repollito de Bruselas, ajo, cebolla.</b>	Isotiocianatos.	Cáncer de pulmón.
<b>Brócoli, repollito de Bruselas, repollo, berro,</b>	Índoles.	Cierto tipo de cáncer.

<b>rábano.</b>		
----------------	--	--

Fuente: Modificada de: INIA Divulga. Nutrición Humana. Importancia de los fitoquímicos en la alimentación. Pág. 11

Dentro de las numerosas clases de fitoquímicos presentes en los vegetales, en el repollito de Bruselas se destacan los siguientes:

- **Polifenoles:** estos pigmentos son muy abundantes, son los responsables de los aromas y colores particulares. Los polifenoles constituyen una de las principales clases de metabolito secundarios, se conocen miles de estructuras, y, son de difícil clasificación. Se pueden dividir en cuatro grandes grupos: ácidos fenólicos, lignanos, taninos y flavonoides, que a su vez se dividen en subgrupos como flavonas, isoflavonas, antocianos entre otros. Los polifenoles limitarían el desarrollo del proceso canceroso, impidiendo la formación de cancerígenos, facilitando su eliminación o inhibiendo el crecimiento de tumores. La acción beneficiosa de estos fitoquímicos sobre las enfermedades cardiovasculares, estaría dada por la protección de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) contra la oxidación provocada por los radicales libres. (Bonafine, O. Cañizares, A. Laverde, D. Importancia de los fitoquímicos en la alimentación. Revista Inía. Nutrición Humana 2006).
- **Flavonoides:** (del latín flavus: amarillo). El de mayor importancia presente en el repollito de Bruselas son los flavones: la quercetina. Se encuentran en las partes de la planta más jóvenes y más expuestas al sol, ya que la luz solar favorece su síntesis. Son conocidos también como bioflavonoides debido a que actúan como antioxidantes y neutralizan las moléculas reactivas, denominadas **radicales libres**, los cuales reaccionan con células del organismo, deteriorándolas. Dichos fitotóxicos flavonoides reaccionan con numerosas enzimas del organismo constituyendo un efecto protector contra:
  - El cáncer, al modificar la actividad de enzimas perturbando la actividad de los cancerígenos y facilitando su eliminación, e

impidiendo el crecimiento de células cancerígenas. (Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos. 1998).

- Las enfermedades cardiovasculares. Neutralizan radicales libres y aumentan la resistencia del colesterol de baja densidad al oxidarse. . (Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos. 1998).
  - En la circulación sanguínea, aumentan la resistencia de los vasos sanguíneos actuando sobre las plaquetas y la fluidez de la sangre. (Dittrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos bioactivos. 1998).
- **Sustancias azufradas:** La característica de las plantas crucíferas, es la síntesis de compuestos ricos en azufre, entre ellos los **glucosinolatos**. Se trata de sustancias aromáticas picantes que conceden un sabor particular a las coles (repollito de Bruselas), que cuando se cortan o se desmenuzan, se liberan dichos compuestos bioactivos, isotiocianatos, tiocianatos e índoles. Son muy diversos los tioglucosidos o glucosinolatos producidos por estas hortalizas. (tabla 10: principales glucosinolatos de las hortalizas). Los isotiocianatos existen como sus glucosinolatos conjugados en una amplia variedad de vegetales crucíferos. La enzima mirosinasa es liberada, cataliza la hidrólisis de los glucosinolatos formando isotiocianatos y estos son responsables del sabor agudo de estos vegetales. Los isotiocianatos están entre los agentes quimiopreventores más efectivos conocidos, se le atribuyen efectos anti cancerígenos, principalmente en neoplasias de los tracto digestivo y respiratorio. Estudios epidemiológicos han demostrado que la ingesta en la dieta de cantidades considerables de vegetales con glucosinolatos, como el repollito de Bruselas entre los coles, proporcionan una protección natural frente a los agentes cancerígenos, al disminuir el riesgo de desarrollar cáncer en el páncreas, hígado, colorectal, pulmón, glándula mamaria, esófago, vesícula biliar.(Gamet-Payrastre, L.Cancer Research, 60 1426-1433.2000). La actividad esta relacionada con los isotiocianatos, la cual se forma después de su ingestión con la

participación de la flora microbiana comensal, la cual posee enzimas como la mirosinasa. Los mecanismos por el cual los isotiocianatos actúan como inhibidor del cáncer en humanos, están encaminados por neutralizar un amplio número de carcinógenos y/o supresión de la proliferación de células neoplásicas activas expresado como:

- **Acción inhibitoria sobre la Fase I:** la cual representa enzimas responsables para la bioactivación de carcinógenos.
- **Actividad inductora de la Fase II:** la cual representa el más importante sistema de enzimas desintoxicadoras en el organismo humano.

**Figura 6. Mecanismo de actuación frente al cáncer.**



**Tabla 10-Principales glucosinatos de las hortalizas.**

Nombre corriente	Hortalizas que lo contienen
<b>Glucoalisina</b>	Nabo, colza, rábano.
<b>Glucobrasicina</b>	Nabo, colinabo, coles (repollito de Bruselas), rábano.
<b>Glucobrasicapina</b>	Nabo, rábano, colza.

<b>Glucocaparina</b>	Alcaparra.
<b>Glucoleomina</b>	Alcaparra.
<b>Glucorberina</b>	Coles, alcaparra, rábano, nabo, colza.
<b>Gluconapina.</b>	Coles, rábano.
<b>Gluconasturtina</b>	Nabo, col, berro, rábano, colza.
<b>Glucorratanina</b>	Col, rábano.
<b>Glucotropeolina</b>	Papaya.
<b>Progoitrina</b>	Rábano, coles (repollito de Bruselas), nabo, colza.
<b>Sinalbina</b>	Mostaza blanca, colza.
<b>Sinigrina</b>	Coles (repollito de Bruselas), mostaza negra, alcaparras.

Fuente: Modificada de: Bernabé Sanz Pérez. Nuevos alimentos y nuevas tecnologías emergentes de la industria alimentaria.

Lo cierto es que el repollito de Bruselas contiene sustancias no nutritivas; no obstante ello, constituye uno de los vegetales con una gran riqueza en elementos nutritivos.

### **5.1.2 Sustancias tóxicas presentes en el repollito de Bruselas**

Ciertas evidencias epidemiológicas (Diettrich, K. Leitzmann, C. Los alimentos Bioactivos. 1998) sugieren que el consumo frecuente de coles (brócoli, repollito de Bruselas, coliflor, etc.), disminuye el riesgo de padecer algunos tipos de cáncer, como se ha descrito en el apartado anterior. Dichos beneficios no deberían conducir a consumir grandes cantidades de estas hortalizas, ya que los compuestos fitoquímicos presentes son capaces de tener interacciones con proteínas, péptidos, y minerales presentes en la alimentación, los cuales modifican la disponibilidad e impiden su absorción.

Tanto los tioglucosidos, como sus derivados (nitrilos, isotiocianatos, tiocianatos), han sido muy estudiados por su capacidad tóxica, dentro de este grupo se encuadran los elementos que interfieren en la utilización de minerales esenciales. Los

isotiocianatos formados de glucosinolatos indólicos son generalmente inestables y se descomponen espontáneamente para formar compuestos cito tóxicos, en cambio los isotiocianatos de los glucosinolatos alifáticos, reaccionan intermolecularmente formando agentes antitiroideos, manifestando efectos bociogenico. Su acción se debe a que inhiben la disponibilidad del yodo para la glándula tiroides, causando hipertrofia de esta glándula. Además este tipo de tioglucosidos son los responsables de la naturaleza picante o pungente característica de cada especie vegetal que los contiene. (Figura 7- formula general del glucosinolato). (Acosta Isabel Clara. Sustancias antinutritivas en alimentos de origen vegetal. Pág. 12.1998).

**Figura 7- estructura general de un glucosinolato**



Fuente: Wikipedia.org. Estructura de un glucosinolato.

La actividad anti tiroidea de estos alimentos fue descubierta a raíz de las observaciones accidentales sobre el peso de la tiroides en conejos sometidos a un régimen rico en hojas de col, así, el primer tioglucosido que se aisló fue la **sinigrina**. Desde el punto de vista químico, estos compuestos son glucósidos, pero tienen la particularidad de que la unión a la parte aglucon es a través de un átomo de azufre, por lo que generalmente el azúcar es la **b-D-tioglucosa**, la cual se une al radical tihidroxamato-O-sufonato. (Haeney y Fenwick, 1987).

Este tipo de compuestos con actividad antitiroidea se pueden presentar en algunos alimentos de origen vegetal, y como se ha mencionado anteriormente, son particulares del género Brassica; sin embargo, otra característica de estos compuestos,

es que en la planta que los contiene, se pueden encontrar varios tipos a la vez, o sea, que no hay un determinado glucosinolato que asocie a cada especie. (Tabla 11- contenido de glucosinolatos en algunos alimentos).

**Tabla 11- Contenido de glucosinolatos del repollito de Bruselas.**

Alimento	A	B	C	D	E	F	G	Total
Repollito de Bruselas	11-1560	30-500	-	-	-	40-990	220-1110	600-3900
Expresado en ug/g de alimento fresco.				D= 3-metil-sulfinil-propil-glucosinolato.				
A= 2-propenil-glucosinolato.				E= 4-metil-sulfinil-butil-glucosinolato.				
B= 3-butenil-glucosinolato.				F= 2-hidroxi-3-butenil-glucosinolato.				
C= 3-metil-tiopropil-glucosinolato.				G= 3-indol-metil-glucosinolato.				

Fuente: Modificado de: Toxicología de alimentos. Dr. Pedro. Valle Vega. Bernardo Lucas Florentino. Instituto Nacional de Salud Pública. México 1998.

Por lo expresado anteriormente, los glucosinolatos se encuentran en forma natural en diferentes plantas, de igual manera se presentan con la enzima que los puede hidrolizar. La actividad enzimática se lleva a cabo hasta que haya una pérdida de la integridad de los tejidos, de tal forma que los sustratos y enzima entren en contacto. La enzima responsable de esta acción es la **mirosinasa**, que corresponde a una tioglicosidasa. En el proceso de hidrólisis de los glucosinolatos puede manifestarse la obtención de varios productos lo cual dependerá de las condiciones de hidrólisis y del tipo de glucosinolato. (Van Etn y Wolff, 1973; Daun y Mc Gregor, 1991).

De acuerdo a las condiciones de hidrólisis, así como la estructura del glucosinolato, son de vital importancia en la obtención de los diferentes productos de la hidrólisis enzimática. (Figura 8- Hidrólisis general de un glucosinolato).

**Figura 8- Hidrólisis general de un glucosinolato**



Cada vegetal tiene un valor nutritivo diferente y su importancia desde el punto de vista nutricional depende de diferentes factores:

- Del grado en que se modifican (ganan o pierden) los nutrientes durante el transporte, almacenamiento, preparación o cocinado doméstico o industrial y de la adición de otros nutrientes durante su elaboración. El tipo de preparación empleado puede aumentar la absorción de vitaminas rompiendo paredes celulares y solubilizándolas. Algunos nutrientes y especialmente las vitaminas son muy sensibles a la luz, calor, oxígeno, ácidos y álcalis y su contenido puede verse sensiblemente disminuido cuando se ven sometidos a estos tipos de agentes. Las vitaminas hidrosolubles pueden también perderse en el agua de cocción, si esta no se consume.
- De la interacción de los nutrientes con otros componentes de la dieta. El repollito de Bruselas no solo es importante nutricionalmente por su contenido en vitamina C, sino también porque esta vitamina C aumenta la absorción del hierro inorgánico de origen vegetal, y por tanto su biodisponibilidad, reduce el hierro de estado férrico a ferroso, mucho más soluble. Por otro lado el contenido de glucosinolatos que compite con el yodo produciendo o provocando alteraciones en la glándula tiroidea, impidiendo la absorción del mismo.
- De la cantidad que se consuma y de la frecuencia de consumo. Todos los alimentos son igualmente importantes por muy pequeñas cantidades de nutrientes que contengan, pero la cantidad y frecuencia de consumo son determinantes del valor nutritivo y funcional del alimento. Los fenoles, flavonoides, glucosinolatos de las crucíferas presentes en la dieta diaria, han mostrado ejercer propiedades antioxidantes, anti cancerígenas, y un amplio espectro de actividades bloqueadoras de tumores. (Carabajal, A. factores que condicionan el valor nutritivo de los alimentos. Manual de nutrición). Estos compuestos conocidos como fitoquímicos o sustancias no nutritivas, son los más prometedores para la creación de fórmulas de alimentos que prevengan enfermedades crónicas. La característica de

estos compuestos es su sabor amargo, acre, o astringente, por lo cual algunos individuos rechazan los alimentos que se perciben como amargos. Estudios de mercado, y con consumidores, han demostrado que el sabor, al contrario del valor nutricional, es el factor principal para la selección de un alimento. Actualmente con algunas excepciones, los estudios sobre fitonutrientes y la salud, raramente consideran el sabor amargo de los vegetales crucíferos y de otras plantas comestibles. Los investigadores del cáncer han propuesto que un sabor más amargo puede resultar una característica positiva, lo que permite al consumidor seleccionar brócolis, repollito de Bruselas, por su mayor contenido en glucosinolatos. Este punto de vista contrasta con la práctica de la industria de alimentos de medir el contenido de glucosinolatos solo como una manera de predecir el sabor amargo de estas hortalizas, característica que afecta al consumidor. Por otro lado, algunos científicos han propuesto elevar la concentración de glucosinolatos en brócoli para un mayor beneficio a la salud, mientras que los estándares de la industria, son eliminar o disminuir los glucosinolatos del repollito de Bruselas para mejorar el sabor. Respecto al sabor amargo de los fitonutrientes, las demandas de un buen sabor y beneficios para la salud, son totalmente incompatibles. El sabor amargo de los vegetales crucíferos se ha relacionado repetidamente a su baja aceptación. Grupos analizados por el National Cancer Institute antes del proyecto *5 al día*, encontraron que el disgusto a ciertos vegetales era la barrera principal para el consumo de los mismos.

- De las necesidades nutricionales de cada individuo y la medida en que estas hayan sido cubiertas por otros alimentos de la dieta.
- De múltiples factores corporales.

### **5.2.1 Procesos que modifican el contenido de sustancias anti nutritivas presentes en el repollito de Bruselas**

En la década del 50/60 estudios (Greer 1962), luego (Dr. Gonzáles Gilberto, 1993, Berro Blanca, 2002, la ONU a través de un documento de Nutrición en

Desarrollo, 2002, Dra. Campusano, 2004) entre otros, demostraron que ciertos alimentos podrían causar una reducción significativa en la captación de yodo por la glándula tiroides. Se especulaba con la posibilidad de que el bocio endémico en determinadas zonas pudiera no ser debido completamente a la deficiencia de yodo, sino también a determinados hábitos alimenticios. Se ha sugerido una correlación entre el consumo prolongado y consistente de alimentos con contenido de sustancias bociógenas y la aparición de bocio.

Dichos estudios científicos han determinado que los vegetales crucíferos, entre ellos el repollito de Bruselas, contienen sustancias que impide el aprovechamiento orgánico del yodo, en consecuencia este oligoelemento no se emplea para la síntesis de hormonas tiroideas y esta puede ser la causa del desarrollo de bocio u otras alteraciones de la glándula tiroides.

También se han identificado compuestos químicos naturales que limitan la óptima absorción y aprovechamiento del hierro y calcio. A todos estos componentes se les conoce con el nombre de *sustancias anti nutritivas*.

Estas sustancias anti nutritivas en el repollito de Bruselas, se presentan como glucosinolatos, progoitrina. Los glucosinolatos por degradación enzimática (al machacar o cortar las verduras crudas), dan lugar a la rodanidas (tiocianatos), que inhiben la incorporación de yodo a la glándula tiroides, este paso es necesario para la síntesis de hormonas tiroideas. La goitrina se forma a partir de su precursor, la progoitrina en el aparato digestivo, e inhibe la síntesis de tiroxina o T4.

Se ha determinado un factor favorable que puede evitar el efecto anti nutritivo de estos compuestos en el organismo. La cocción o la forma de preparación (fermentación) de los vegetales, es la clave para eliminar los compuestos problemáticos y para convertir estos alimentos potencialmente tóxicos en saludables. Las sustancias bociógenas desaparecen por completo con la cocción, que además constituye la forma habitual de consumir la mayoría de los vegetales crucíferos.

El calor destruye la enzima responsable de la formación de los compuestos tóxicos, por ende inhibe la acción de las enzimas glucosidasas impidiendo la liberación de sustancias bociógenas. Otro factor de protección frente a estas sustancias, es el hecho de que en el hombre el contenido de ácido clorhídrico proveniente del estómago, inhibe

la acción de las enzimas de la planta, de manera que no se produce el contacto entre enzima y los tioglucosidos, como resultado no hay liberación de sustancias anti nutritivas. Por ello el consumo de estas verduras cocidas no supone riesgo para la salud, ni siquiera para quienes tienen trastornos del tiroides, aunque el consejo medico-dietético recomienda, por precaución, no consumirlas con frecuencia en caso de presentarse alteraciones de la glándula tiroides.

### **5.3 Tratamiento Dietoterapico del Bocio.**

Dentro de los desordenes metabólicos que pueden presentarse si el individuo no sigue un tratamiento adecuado, son los siguientes:

- Se presenta alteraciones en el metabolismo de las grasas, ya que la lipolisis, reacción mediante la cual los lípidos del organismo son degradados para producir ácidos grasos y glicerol con el objetivo de cubrir las necesidades energéticas, se encuentra alterada, de igual manera la termogénesis (regulación del calor) del organismo, lo que provoca que la grasa del cuerpo que esta almacenada no se utilice como fuente de energía; por otra parte, los lípidos que se encuentran en sangre, van a estar aumentados, así individuos que presentan esta patología pueden desarrollar un cuadro de colesterol elevado.
- El proceso de síntesis de proteínas, esta también alterado. Las proteínas son inestables, habrá degradación de estas y dificultad para su síntesis lo que conllevara a una repercusión en el correcto funcionamiento de muchos órganos del cuerpo.
- Con respecto a la utilización de los hidratos de carbono, en general no parece encontrarse afectada. Pueden presentarse problemas en la absorción de los hidratos de carbono, pero están relacionados con alteraciones del tubo digestivo.

### **Objetivos del tratamiento dietoterápico.**

El objetivo primordial del tratamiento del bocio consiste en normalizar al individuo mediante la administración de hormonas tiroideas, y este esta a cargo del medico clínico que analice cada caso.

Desde el rol del profesional de la nutrición, los objetivos serán:

- Contribuir al control de peso normal, teniendo en cuenta los aumentos del mismo, que resulta por un índice metabólico de un 15 a 40% menor, sobre todo en personas no tratadas. Los individuos deben pesarse con frecuencia para detectar pérdida o retención de líquidos. (Escott Stump Sylvia. Nutrición Diagnostico y Tratamiento. pág. 419).
- Corregir las razones para el desequilibrio, el cual puede deberse a ingestas inadecuadas de yodo, aumento de ingesta de bociógenos o desequilibrio congénito.
- Contribuir a revertir las anemias por deficiencia de vitamina B12 o hierro, si están presentes.
- Contribuir a mejorar los niveles de energía, reducir la fatiga.
- Realizar educación alimentaria, al paciente.
- Fomentar cambios de hábitos saludables en el estilo de vida del individuo para mejorar su calidad de vida.

#### Recomendaciones dietéticas y nutricionales.

- Incidir en la necesidad de implementar el consumo de sal yodada.
- Diagramar un plan alimentario equilibrado, con el correcto control de calorías adecuadas a la edad, sexo, estatura y actividad física del individuo, teniendo en cuenta la distribución de nutrientes. No es necesario someter al individuo a un régimen alimentario extremo, ya que el tratamiento que el medico le recete será suficiente para normalizar el ritmo metabólico de la persona.

- Asegurar un aporte adecuado de fibra, a través de una selección de alimentos ricos en esta.
- Recomendar el consumo de alimentos con elevado contenido de yodo, destacando en la selección cuales son dichos alimentos. Hacer hincapié en el aumento de la frecuencia de consumo de pescados y otros productos de mar, ya que estos estimulan la absorción de yodo por parte de la glándula.
- Recomendar disminuir el consumo de aquellos alimentos que aumentan la excreción fecal de tiroxina, destacándose la soja, harina de soja, nueces, aceite de girasol, maní y sus aceites. La soja pueden interferir con la función tiroidea y bloquear la absorción de medicamentos tiroideos.
- Recomendar la disminución y en algunos casos la exclusión del consumo de alimentos que contengan sustancias bociógenas, estas alteran la captación de yodo por parte de la glándula e interfieren en la síntesis de hormonas tiroideas. Estas sustancias bociógenas se encuentran en alimentos como: semilla de colza (la que se utiliza para elaborar el aceite de canola), vegetales crucíferos (coles, repollito de Bruselas, brócoli, coliflor), el maíz, nabos y mandioca. Esto no significa excluirlos totalmente, simplemente se recomienda la disminución del consumo, teniendo en cuenta la frecuencia, cantidad, modificaciones que se realicen al momento de su consumo. **En el caso de los vegetales crucíferos, cabe hacer mención especial ya que diversos estudios han demostrado que los compuestos bociógenos presentes en dichos vegetales, desaparecen por completo con la cocción de los mismos. El calor destruye la enzima responsable de la formación de estos compuestos tóxicos (tioglucosinolatos), convirtiéndolos en compuestos saludables.** Por lo expuesto se debe recomendar el consumo de vegetales crucíferos cocidos, con la previa aclaración al paciente en la forma de consumirlos. Es importante la inclusión de los mismos ya que se han comprobado la presencia de sustancias promotoras de la salud y

preventoras de ciertas enfermedades entre las cuales se encuentra el cáncer, y dentro del mismo el cáncer de tiroides. **La inclusión de este tipo de vegetales en la dieta habitual diaria resulta necesaria, por lo que justifica su recomendación, aun tratándose de individuos con trastorno de la tiroides, tomando en cuenta las respectivas recomendaciones de cantidades, frecuencia de consumo y formas culinarias de preparación.**

- Recordar que los cambios en la dieta de la persona con bocio y otra alteración de la tiroides son solo un complemento del tratamiento y que no pueden, ni deben sustituir a los medicamentos.
- Fomentar la ingesta adecuada de líquidos, la realización de actividad física en forma regular sistemática y programada.
- Se debe hacer hincapié en tener especial cuidado de no auto medicarse con suplementos vitamínicos y minerales con yodo, sin la prescripción medica.

*“...que vuestra medicina sea vuestro alimento, y que vuestro alimento sea vuestro medicamento...” Hipócrates 500 años AC*

## **6-CONCLUSION**

La relación entre alimentación y salud es un tema conocido desde la antigüedad, de hecho, desde épocas ancestrales se conoce la vinculación entre alimentación y buena salud. Sin embargo, la ciencia ha enfocado y quizá limitado, la relación alimentación-salud, atendiendo solo a los aspectos nutritivos de la comida. El extraordinario desarrollo de la bioquímica a principios del siglo XX y su gran impacto en las ciencias biológicas, probablemente han sido la causa de que los alimentos se hayan estudiado desde la perspectiva de la nutrición. La función principal de los alimentos era en ese entonces, y lo es actualmente, cubrir las necesidades metabólicas del individuo en cuanto al aprovisionamiento de combustibles y de materiales plásticos para la renovación de tejidos. A comienzos del siglo XXI, la ciencia reconoce dicha afirmación pero amplía sus horizontes en el planteo del estudio de la promoción de la salud a través

de la alimentación, teniendo en cuenta a la nutrición en función de los alimentos, y en otras funciones que pueden obtenerse a través de una alimentación adecuada.

A raíz de la evolución del concepto actual de nutrición, la nutrición adecuada entendida como suficiente dirigida a evitar déficits, ha dejado de ser la meta de las sociedades desarrolladas. Emerge la concepción de la alimentación como nutrición óptima. Los esfuerzos van dirigidos a la prevención de las enfermedades crónico-degenerativas desde un enfoque positivo, lo que implica incluir aquellos alimentos que ejercen una influencia activa y positiva sobre la salud. Su objetivo es la calidad de vida y el bienestar general de los individuos. De manera que la nutrición como ciencia adquiere un nuevo enfoque terapéutico y preventivo. Así nace el concepto de alimentación funcional.

Los objetivos de la ciencia de la alimentación funcional son identificar las interacciones beneficiosas entre un alimento concreto y una o más funciones del organismo, además obtener evidencias sobre los mecanismos implicados en la interacción. Los efectos beneficiosos para la salud de los alimentos vegetales en general, se han puesto de manifiesto por diferentes estudios epidemiológicos. Las bondades de una dieta rica en vegetales y de otros grupos de alimentos, también han sido objeto de reconocimiento.

Los vegetales pertenecientes a la familia de las crucíferas, entre los cuales el repollito de Bruselas forma parte, cuenta con un gran valor alimenticio por su bajo aporte energético, por su riqueza en vitaminas, minerales, fibra y compuestos inorgánicos confiriéndole al mismo **“propiedades saludables”**. Estos alimentos que promueven la salud, han sido denominados **“alimentos funcionales”**. (Alimentos Funcionales y saludables. Revista chilena de Nutrición. 30).

Las hortalizas de este tipo, poseen ciertos compuestos azufrados responsables del sabor y aroma picante, estos actúan en el ser humano como elementos protectores contra cierto tipo de enfermedades. Dentro de estas sustancias, denominadas **fitoquímicos** o sustancias anti nutritivas, los **glucosinolatos** son los presentes en las plantas del género Brassica (brócoli, coles, repollito de Bruselas, coliflor). Estas sustancias son potentes efectores de los sistemas biológicos en humanos. Estudios experimentales han demostrado la capacidad de estos vegetales y de sus constituyentes

para modificar rutas metabólicas, antioxidantes, enzimas de detoxificación, el sistema inmunitario, así como sus propiedades que proporcionan una protección natural frente a los agentes cancerígenos, al disminuir el riesgo de desarrollar varios tipos de cáncer.

Se presenta una controversia por la presencia de sustancias fitoquímicas en los vegetales crucíferos, por un lado posee efectos preventores y promotores de la salud y, por el otro lado estas mismas sustancias son capaces de ejercer interacciones con proteínas, péptidos, minerales presentes en la alimentación, los cuales modifican la disponibilidad e impiden su absorción.

Tanto los tioglucosidos como sus derivados (nitrilos, isotiocianatos, tiocianatos), han sido muy estudiados por su capacidad tóxica; dentro de este grupo de sustancias se encuadran los elementos que interfieren en la utilización de minerales esenciales. Su acción se debe a que inhiben la disponibilidad del yodo de la alimentación para la glándula tiroidea, causando hipertrofia de la misma, llamado comúnmente **bocio**.

En efecto, como objetivo general del presente trabajo de investigación, se planteo indagar si se justifica la exclusión total del repollito de Bruselas en el tratamiento dietoterápico para enfermedades de la glándula tiroidea, a partir de conocer las propiedades nutricionales y medicinales de sus componentes, el efecto ejercido en la prevención y promoción de la salud por un lado, y por el otro la influencia que determinados componentes ejerzan acción negativa en el tratamiento de patologías tiroideas.

Se realizó un análisis de las sustancias nutritivas presentes en el repollito de Bruselas, mediante el mismo se ha comprobado que la ingestión de este tipo de sustancias en pequeñas cantidades ejercen un potencial para modular el metabolismo humano, de manera que resulta favorable en la prevención de ciertas enfermedades.

En este plano teórico se ha establecido que la presencia de sustancias tóxicas en el repollito de Bruselas interfieren en la utilización del Yodo por parte de la glándula tiroidea causando hipertrofia de la misma.

Los objetivos específicos del presente trabajo fueron en primer lugar, analizar si los glucosinolatos presentes en el repollito de Bruselas se encuentran en concentraciones suficientes para inhibir la captación de yodo por parte de la glándula

tiroides. En segundo lugar, determinar si es conveniente o no el consumo habitual del repollito de Bruselas dentro del tratamiento dietoterápico del bocio y por último explorar los costos beneficio del consumo del alimento en cuestión en relación a su contenido de sustancias protectoras de la salud.

En relación a dichos objetivos específicos se ha logrado establecer que todos los componentes de los alimentos sufren continuos cambios que modifican la composición final del producto. Es decir que en este caso cuando el repollito de Bruselas esta recién recolectado tiene un valor nutritivo potencial que puede modificarse por acción de diferentes procesos antes de ser utilizado por el organismo, teniendo en el momento de ser metabolizado, un valor nutritivo real. Cuando llega el alimento al plato listo para ser consumido, este puede haber sufrido modificaciones industriales y culinarias que pueden haber modificado tanto sus propiedades nutritivas como antinutritivas.

En el presente trabajo se ha demostrado que el repollito de Bruselas contiene sustancias tóxicas en cantidades suficientes que impiden el aprovechamiento orgánico del yodo y en consecuencia este oligoelemento no se emplea para la síntesis de hormonas tiroideas causando el desarrollo del bocio. Sin embargo se ha determinado un factor favorable que puede evitar el efecto antinutritivo de estos compuestos en el organismo. La cocción o la forma de preparación (fermentación) de las crucíferas es la clave para eliminar los compuestos problemáticos y para convertir estos alimentos potencialmente tóxicos en saludables. Las sustancias bociógenas desaparecen por completo con la cocción, que además constituye la forma habitual de consumir el repollito de Bruselas.

Por todo lo expuesto y para responder a los objetivos específicos, se hipotetizó que el repollito de Bruselas debe ser tenido en cuenta su inclusión en el tratamiento nutricional del bocio, formando parte de la dieta habitual diaria de los individuos, ya que se han comprobado la presencia de sustancias preventoras y promotoras de la salud, por lo cual se justifica su recomendación aun tratándose de individuos que padecieran bocio u otro tipo de alteración tiroidea, teniendo en cuenta que estos se encuentren con el respectivo tratamiento médico y farmacológico, además haciendo hincapié en respetar las recomendaciones en cuanto a cantidades, frecuencia de consumo y formas culinarias de preparación.

Finalmente es de destacar que desde la perspectiva nutricional, amén del aporte o efecto que diferentes tipos de vegetales puedan generar, es importante la inclusión de los mismos en su amplia variedad, con el propósito que su incorporación sume en el sentido de una alimentación más variada y saludable.

## **7-BIBLIOGRAFIA**

ACOSTA A. “Repollito de Bruselas, del Médano de Oro a Buenos Aires”, en DIARIO DE CUYO, 7 de agosto 2004.

ACOSTA C.I. (1998). “Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en Canarias”. Tesis de doctorado. España. Universidad de la Laguna.

ALONSO DE LA PAZ F.J., SOUZA V., SANCHEZ E. (2003). “La huerta Fértil”. “Guía de verduras y hortalizas con raíces, tallos y hojas comestibles”. Ed.: Libsa.

ARAYA L.H., LUTZ R. M. (2003). “Alimentos funcionales y saludables”. Revista chilena de nutrición. Vol. 30 N° 1. Disponible en [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl) (consultado en febrero de 2010).

BEECHER C. (1994). “Cáncer preventies properties of varietés of Brassica oleracea”. A review An J Clin. Nutr 59: 1168-1170.

BERRO B. (2000). “Naturaleza, Severidad y situación actual de los desordenes por deficiencia de yodo”. Vigilancia en salud. Vol. 46. Cuba. Disponible en [http://www.bsv.sld.cu/revistas/hie/vol46\\_2\\_08](http://www.bsv.sld.cu/revistas/hie/vol46_2_08). (Consultado 11 de marzo 2010).

BONAFINE O., CAÑIZARES A., DIERMAN L. (2006). “Importancia de los fitoquímicos en la alimentación”. INIA Divulga 7. Sec Nutricion Humana: 9-12.

BOTELLA J.I., VALERO M.A., MARTIN I., ALVAREZ F., GARCIA G., LUQUE M., SANCHEZ A.I., ROA C., PERALTA M., PINES P.J. (2004). “Manual de diagnostico y terapéutica en endocrinología y nutrición”. Servicio de endocrinología Hospital Ramón y Cajal.

BRITOS S. (2002). “La alimentación en tiempo de crisis. Intervenciones sociales en relación con los precios de los alimentos”. Archivo argentino de pediatría: 100 (5)/p 402. Disponible en [www.sap.org.ar](http://www.sap.org.ar) (consultado en mayo 2009).

C.A.A. "Alimentos Vegetales". Capitulo XI en [www.anmat.gov](http://www.anmat.gov) (consultado el 1 de febrero 2010).

CARBAJAL A. "Manual de nutrición". "Factores que condicionan el valor nutritivo de los alimentos". Disponible en [www.lucm.es/info/nutri1/carbajal/presentacionphp](http://www.lucm.es/info/nutri1/carbajal/presentacionphp) (consultado el 2 de febrero 2010).

CERVERA P., CLAPER J., RIGOLFAS R. (2004). "Alimentación y Dietoterapia". 4ª edición. México: Mc Graw Hill.

CHARLEY H. (1997). "Tecnología de alimentos". México: Limusa.

CHU Y.F., SUN J., WU X., LIU R.H. (2002). "Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables". "Journal Agriculture Food". Chem 50: 6910-6916.

CONAWAY C.C., GETAHUN S.M., LIEBES L.L., PUSATERI D., TOPHAM D., BOTERO-OMARY M., CHUNG F. (2000). "Disposition of glucosinolates and sulforaphane in humans after ingestión of steamed and fresh brócoli. Nutricional cáncer. Vol. 38: 168-178.

D`MELOJ., BARBERAN T., ROBINS F.A. (1997). "Toxic compounds from fruit and vegetables" "Phytochemistry of fruit and vegetables". Clarendon press: 331-351. Oxford.

DERGAL S.B. "Química de los alimentos". 4ª edición. México: Pearson Addison Wesley.

DI PEDRO V.V., FLORENTINO B.L. (2000). "Toxicología de alimentos". Instituto Nacional de Salud Pública. Centro Nacional de salud ambiental. México. Disponible en [www.cepis.org.pe](http://www.cepis.org.pe) (consultado el 15 de marzo 2010).

DITTRICH, K. y LEITZMANN, C. "Los alimentos bioactivos". "Guía de los alimentos que curan y protegen de las enfermedades. Editorial Integral. Barcelona (España) 1998.

DRAGO SERRANO M.E., LOPEZ LOPEZ M., SAINZ ESPUÑEZ T. (2006). "Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal". "Revista mexicana de ciencias". Vol. 37. Nº 4 pp. 58-66.

- DRAKE R.L., WAYNE V., MITCHELL A.W.M. (2007). “Gray Anatomía”. España: Elsevier.
- DREWNOSKI A., GOMEZ-CARNERO C. (2009). “Sabor amargo, fitonutrientes y el consumidor”. “Revista El balance de la Naturaleza”. N° 20. México.
- ESCOTT STUMP S. (2005) “Nutrición, diagnóstico y tratamiento”. 5ª edición. México: Mc Graw Hill.
- ESCOTT STUMP S., MAHAN L.K. (2009). “Krause Dietoterapia”. 12ª edición. España: Elsevier.
- FAHEY J.W., YUESHENG Z., TALALAY P. (1997). “Brocoli sprout: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens”. “Medical Sciences”. Vol. 94 pp. 10367-10372.
- FARRERAS R. (2004). “Medicina Interna”. 15ª edición. Cap. 16: 2053-2092. España: Elsevier.
- GAITAN E. (1982). “Toxicidad de la yuca y tiroides: Aspectos de investigación y salud”. “Papel de otros bociógenos naturales en la etiología del bocio endémico”. Trabajo de seminario en Ottawa Canadá. Disponible en [www.idl-bnc.idrc.ca](http://www.idl-bnc.idrc.ca)
- GARDA M.R. (2003). “Técnica de manejo de los alimentos”. Buenos Aires: Eudeba.
- GONZALEZ G.F (1999). “Dieta y cáncer de tiroides”. “Revista Cubana Oncológica” 15 (2): 119-30.
- GUTIERREZ J.B (2005). “Calidad de vida, alimentos y salud humana”. “Crucíferas del género Brassica”. España. Ediciones Díaz Santos. Disponible en [www.googlelibros.com](http://www.googlelibros.com) (consultado el 15 de marzo 2010).
- GUTIERREZ PARVINA J.E., MONTAÑO FUENTES K. (2002). “Métodos analíticos para el control de calidad de la materia y de los diversos productos procesados de la maca”. “Estudios sobre los glucosinolatos e isotiocianatos”. Tesis. Perú. Universidad Nacional de San Luis. Gonzaga.

HETZEL, Basil S. Eliminating iodine deficiency disorders: the role of the International Council in the global partnership. *Bull World Health Organ* [online]. 2002, vol.80, n.5 [cited 2010-10-14], pp. 410-412. Available from: <<http://www.scielosp.org/scielo.php?>

JIMENEZ E., OCAÑA ARENAS A. (2008). "Guía de seguimiento farmacoterapéutico en hipotiroidismo e hipertiroidismo" 1ª edición. ISBN: 84-608-0432-2. Disponible en [www.stada.es](http://www.stada.es) (consultado el 1 de marzo 2010).

JOHNSON T.T. (2002). "Glucosinolates: bioavailability and importance to health". Int.J. Vitam.Nutr.Res. 72: 26-31.

JUAREZ M., OLANO A., MORAIS F. (2005). "Alimentos funcionales". Edición: Fundación Española para la ciencia y la tecnología (FECYT). Madrid: Rumagraf.

KOHEN V., NOGUEIRA T. "Alimentos funcionales de uso más frecuente". Disponible en [www.senba.es](http://www.senba.es) (consultado el 18 de febrero 2010).

LEMA S., LONGO E.N., LOPRESTI (2003). "Guías alimentarias para la población argentina". 1ª edición. Buenos Aires: Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas.

LONGO E., NAVARRO E. (2004). "Técnica Dietoterápica". 2ª edición. Buenos Aires: El Ateneo.

LOPEZ L., SUAREZ M. (2003). "Fundamentos de Nutrición Normal". 1ª edición. Buenos Aires: El Ateneo.

LOPEZ, L.B., SUAREZ M.M. (2005). "Alimentación Saludable". Buenos Aires: Akadia.

MEDIN S.P., MEDIN C. (2003). "Alimentos". 2ª edición. Buenos Aires: ediciones Turísticas de Mario Banchik.

MOCHON F., BECKER V. (1997). "Economía. Principios y aplicaciones". 4ª edición. México: Mc Graw Hill.

NELSON J., MOXNESS K., JENSEN M., GASTINEAU C. (1997). "Manual de Dietética de la Clínica Mayo". Madrid: Hardcourt Brace.

PALENCIA MENDOZA Y. “Sustancias bioactivas en los alimentos”. Disponible en [www.unizar.es](http://www.unizar.es) (consultado el 12 de marzo de 2010).

PERINETTI H. (2000). “Patología Tiroidea”. Edición electrónica. Laboratorio de multimedia. Facultad de Ciencias Medica de Cuyo. Mendoza. Cap. 10.

PIGNATTA A. (2009). “Probable rol de bociogenos ambientales en una localidad de la provincia de Catamarca. Argentina”. “Revista tiroides 18: 16-20. Disponible en [www.revistatiroides.com.ar](http://www.revistatiroides.com.ar) (consultada el 2 de marzo de 2010).

REQUEJO A.M., ORTEGA R.M (2000). “Nutriguia, Manual de Nutrición Clínica en Atención Primaria”. “Disfunción tiroidea”. Cap. 16: 152-155. Argentina: Complutense.

SANTOS.BUELGA C., BARBERAN F.A. (2000). “Sustancias fitoquimicas de frutas y hortalizas, su posible papel beneficioso para la salud”. “Fundación española de nutrición”. Info 2000. Disponible en [www.fruit.veg.com/sp](http://www.fruit.veg.com/sp) (consultado el 15 de febrero de 2010).

SERRA MAJEM L., ARANCETA J. (2008). “Guía de la alimentación funcional”. Cap. 3. España: Elsevier.

SHAPIRO T.A., FAHEY J.W., WADE K.L., STEPEHENSON K.K., TALAY P. (2001). “Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of brócolis sprout”. “Cancer epidemiology bromarkers and prevention”. Assoc. Can. Res. 10: 501-508.

SILVEIRA RODRIGUEZ M.B., MONEREO M., MOKINA B.B. (2003). “Alimentos funcionales y nutrición optima ¿cerca o lejos?”. Revista española Salud Publica. Vol. 77, Nº 3: 317-331.

SORIANO DEL CASTILLO J.M. (2006). “Nutrición básica humana”. “Componentes biológicamente activos de los alimentos”. Universidad de Valencia: Guada impresiones.

SOMOZA M.A. (2001)” Importancia biológica y toxicológica del yodo”. “Contribución al desarrollo de métodos indirectos de análisis por espectrometría de absorción atómica con cámara de grafito: determinación de yodo” Cap. 1. Pág. 15.

SOUCI-FACHMAN K. “Tabla de composición de alimentos”. Alemania: Acribia S.A.

TALALAY P., FAHEY J.W. (2001). "Phytochemicals from cruciferous plants protect against cáncer by modulating carcinogen metabolism". "Journal Nutrition". 131: 30278-30.

TIJHUIS M., WARK P.A., VISKER M., NAGENGAST F.M., KOK F., KAMPMAN E. (2005). "GSTP1 and GSTA1 Polymorphisms interact with cruciferous vegetable intake in colorectal adenoma risk". "Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention". 14:2943.

TORRESANI M.E. (2006). "Cuidado nutricional pediátrico". 2ª edición. Argentina: Eudeba.

TORRESANI M.E., SOMOZA M.I. (2003). "Lineamientos para el cuidado nutricional". 2ª edición. Argentina: Eudeba.

TSCHEUSCHNER KH.D. (2001). "Fundamentos de Tecnología de los alimentos". 1ª edición. España: Acribia.

ZHAO B., SEOW A., LEE E.J., POH W.T., MING T., ENG P., YEE T.W., WU CHENG T., YU M.C., HIN-PENG L. (2001). "Dietary isothiocyanates, glutathione S-transferase. M1, T1. Polymorphisms and lung cancer risk among chinese women in Singapore". "Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention". 10: 1063.

ZUDAIRE M. (2010). "Sustancias biogénicas en vegetales". "Estudios TLA". Disponible en [www.estudio-tla.com.ar](http://www.estudio-tla.com.ar) (consultada el 18 de marzo de 2010).