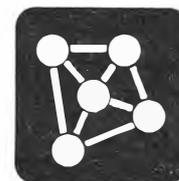


Bocio, yodo y alimentos vegetales



Frederic Viñas (médico)

LA IMPORTANCIA DE LAS ALGAS COMO SUMINISTRADORAS DE YODO

En la Tierra existen enormes extensiones de terreno cuyos suelos carecen por completo de yodo. Estas regiones han sido bien delimitadas, lo cual ha permitido determinar zonas donde el bocio es endémico, precisamente por la ausencia de yodo en sus suelos y en los alimentos. Así por ejemplo, las áreas continentales de Estados Unidos, especialmente alrededor de la región de los Grandes Lagos, son deficitarias en yodo, por cuya razón se las ha venido a denominar en su conjunto «el cinturón del bocio».

Desde hace años, las autoridades sanitarias del país han fomentado el consumo de *sal yodada* con fines preventivos. La sal yodada no es más que sal de mesa simple a la que se le ha añadido *yoduro potásico*. Sin embargo, hay productos más ricos en yodo y que no presentan los inconvenientes que puede representar la sal. Nos referi-

mos a las algas marinas. En la «Review of Nutrition Research» de Boorden se precisa que para obtener 100 microgramos de yodo a través de la dieta sería necesario consumir:

- 2,5 kg. de carne, pescado de agua dulce, volatería, o:
- 15 huevos, o:
- 150 g. de pescado de mar, o:
- 95 g. de marisco.

Es obvio, pues, que no es posible procurarse suficiente yodo a partir de alimentos de origen no marino. Según Boorden, las algas marinas, por su riqueza en yodo, son una buena fuente de este elemento para ciertas poblaciones del planeta. Las algas contienen unos 200.000 microgramos de yodo por kg. La harina de las algas, incluso, unas 10 veces más, o sea, de un 0,1 a un 0,2% de yodo.

Si esta harina se utiliza como condimento proporciona

TABLA I: Sustancia bociógenas en alimentos vegetales

| <i>Vegetal comestible</i> | <i>Sustancia bociógena compuesta de</i> | <i>contenida en</i> | <i>grupo característico de la aglucona (R =)</i> |
|---|---|-----------------------|---|
| Brassica oleracea (colinabo, col rizada, repollo, col roja, etc.) | Sinigrina. Glucobrassicina. Progoitrina. Gluconapin. Neoglucobrassicina | Hojas | Alil-3-Indolilmetil-2-Hidroxi-3-butenil-3-Butenil N-Metoxi-3-Indolilmetil |
| Brassica campestris (nabo) | Progoitrina. Gluconasturtina. 2-Hidroxi-4-pentenil-glicosinolato | Raíz, hojas, semillas | 2-Hidroxi-3-butenil -Feniletil-2-hidroxi-3-butenil |
| Brassica napus (colza de verano) | Progoitrina. Glucobrassicina. Neoglucobrassicina. | Raíz, hojas | 3-Indolilmetil-N-Metoxi-3-Indolilmetil. |
| Lepidium sat. (berro, mastuerzo) | Glucotropaeolina | Hojas | Bencil- |
| Tropaeolum majus (capuchina) | Glucotropaeolina | Hojas | Bencil- |
| Manihot utilissima (cassava) | Glucósido con un grupo CN | Raíz | Bencil- |
| Raphanus sativus (rábano) | 4-Metiltio-3-butenilo Glucosinolato. Glucobrassicina | Raíz | 4-Metiltio-3-butenilo 3-Indolilmetil |
| Allium cepa (cebolla) | | Bulbo, hojas | Propildisulfuro. Alil-propildisulfuro |
| Armoracia laphatifolia Armoracia rusticana | Sinigrina. Gluconasturtina | Bulbo | Alil- -feniletil |
| Brassica carinata (colza de Etiopía) | Sinigrina | Semillas | Alil- |
| Brassica juncea (mostaza marrón o india) | Sinigrina | Semillas | Alil- |
| Brassica nigra (mostaza negra) | Sinigrina | Semillas | Alil- |
| Sinapis alba (mostaza blanca) | Sinibina | Semillas | p-hidroxibencil- |
| Sinapis arvensis («cherlock») | Sinigrina | Semillas | Alil- |

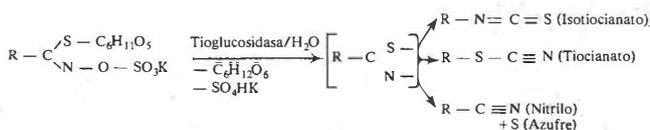
10 veces más yodo que la sal yodada. Hay que considerar, pues, a las algas marinas como uno de los mejores suplementos minerales dietéticos, aparte de ser una fuente abundante de yodo, mejor incluso que el pescado de mar y el marisco. Por otra parte, su contenido en potasio y magnesio es elevado, a la vez que en su composición se hallan prácticamente todos los elementos minerales que son importantes en la nutrición humana.

SUSTANCIAS BOCIÓGENAS EN ALIMENTOS VEGETALES

Existe una amplia gama de vegetales comestibles o utilizados como condimentos culinarios que contienen sustancias bociógenas. Éstos se exponen fundamentalmente en la tabla 1.

Tales sustancias son tioglucósidos, Por regla general cada una de estas especies vegetales contiene varios tipos diferentes de tioglucósidos, si bien sólo suelen destacar uno o dos como máximo.

En estas plantas se encuentran también enzimas (tioglucosidasas) que los desintegran. Sólo actúan cuando las plantas son trituradas o aplastadas. A partir de las moléculas de aglucona resultantes se pueden formar moléculas de isotiocianato, tiocinato, así como grupos nitrilo y azufre^{6,7}.

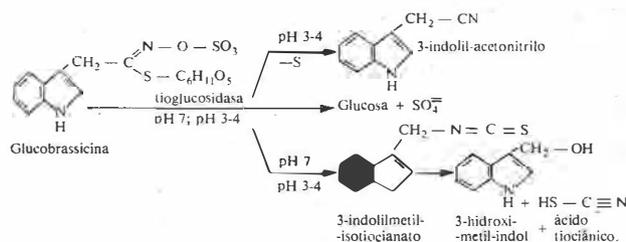


En la actualidad se conocen unos 50 tioglucósidos diferentes. Los más importantes son los citados en la tabla 1. Los isotiocianatos que presentan como radical (R) un grupo alilo, 3-butenil-, 4-pentenil-, bencil-, feniletil-, o 4-tiometilbutil-, se volatilizan al calentarlos y son los responsables del sabor y olor característicos de los aceites de la mostaza.

El tioglucósido existente en la mostaza es la sinigrina, tras cuya disolución se produce alil-isotiocianato. En las coles, en cambio, se presentan los tioglucósidos «progoitrina» y «epi-progoitrina», si bien en pequeñas cantidades, mientras que en las llamadas «colzas de invierno y verano», así como en la «col de Abisinia», se hallan en cantidades mayores.

Las agluconas resultantes son tioureas que sólo se diferencian en la configuración del átomo de carbono asimétrico. Tras la escisión de los azúcares se forma goitrina a partir del inestable isotiocianato. Se pueden formar también 1-ciano-2-hidroxi-3-butenol y azufre, o bien, 1-ciano-2-hidroxi-3,4-epitibutanol^{2,3}. La formación de un compuesto u otro depende de la temperatura y del pH de la papilla alimenticia.

Según van Etten:

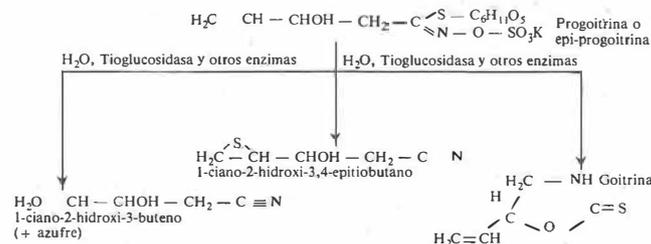


Se forma preferentemente goitrina cuando la temperatura es superior a los 50 °C y el pH está por debajo de 7¹⁶. El contenido de tiocianato en el género brassica es máximo en primavera, si bien algo diferente en las distintas plantas.

En las colzas de invierno y verano (*Brassica napus*) el contenido en tioglucósidos oscila alrededor de un 7%.

En las coles se halla en mayor proporción el tioglucósido «glucobrassicina», cuya aglucona contiene un grupo indolil-metil. Esta aglucona es también una tiourea que tras escisión de la glucosa se transforma, en gran parte, en 3-indolil-metil-isotiocianato, del que, a su vez, resulta tiocianato y 3-hidroxi-metilindol. En un medio ácido, a partir de la glu-

cobrassicina se puede obtener también la hormona de crecimiento 3-indolilacetónitrilo^{17,18}.



En la col rizada (*Brassica oleracea*, variedad sabauda) se encuentran de 27-31 mg. de tiocianato por 100 g. planta fresca, por lo que si se llega a consumir 1 kg. de dicha hortaliza la cantidad de tiocianato ingerida será de unos 300 mg.

El contenido en tiocianato de otras variedades de coles (*Brassica oleracea*) resulta ser bastante más reducido (alrededor de 4 mg./100 g.).

Si la alimentación se hace parcial o unilateral (esencialmente a base de coles) y se mantiene durante largo tiempo, como suele ocurrir en casos de pobreza, en situación de guerra o en campos de concentración se puede favorecer la aparición de bocio entre la población, lo cual se refuerza si además existe un insuficiente aporte de yodo y de vitamina A o carotenos en la dieta.

Por otra parte, estas sustancias bociógenas apenas pasan a la leche de vaca, lo cual reduce, si cabe, el problema.

Las sustancias «goitrógenas» se pueden clasificar en varios grupos, según su mecanismo de acción. Las moléculas de tiocianato ejercen una acción competitiva con el yodo a nivel de las estructuras receptoras o captadoras de las células epiteliales de la glándula tiroidea, por lo que se dificulta la captación del yodo por el tiroides.

La tiourea y los medicamentos derivados de ella (derivados del tiouracilo) usados como inhibidores en casos de hiperfunción tiroidea impiden la yodización de la tirosina, con lo que se verá mermada, también, la producción de tiroxina y triyodotironina.

Un mayor aporte de yodo en la dieta no puede impedir la acción de estas sustancias inhibitoras, por lo que la superación de este estado anómalo sólo podrá resolverse administrando directamente los productos finales de síntesis (tiroxina y triyodotironina)^{4,10,17}.

Por otra parte, hay una serie de sustancias extrañas al organismo que se acumulan y pueden yodarse en la glándula tiroidea, inhibiendo, con ello, la yodización de la tirosina.

En este caso, sin embargo, un mayor aporte de yodo en la dieta puede neutralizar la acción inhibitora de dichas sustancias. Éstas las encontramos, por ejemplo, en la cutícula roja de los cacahuetes, la cual contiene un glucósido que se yodiza en la tiroides¹⁵. Así mismo, en la cutícula del anacardo («Cashew-Nut» o «Anacardium occidentale») se ha encontrado un glucósido parecido.

El berro o mastuerzo (*Lepidium savitum*) y la capuchina (*Tropaeolum majus*)¹⁸ contienen glucósidos que por acción enzimática pueden dar lugar a bencil-tiocianato o bien a bencil-lisotiocianato. También la cebolla presenta una acción goitrógena, tal como se ha puesto de manifiesto en estudios realizados en el Líbano, en donde su gran consumo va ligado a un déficit de yodo. La cebolla con-

tiene el volátil N-propil-disulfuro, cuya acción ha sido probada en ratas. Incluso a pequeñas dosis se observa una disminución en la captación de yodo radiactivo por parte del tiroides, en la misma proporción como lo hace el propiltiouracilo¹⁴.

La *cassava* (*Manihot utilissima*) ejerce también una cierta acción bociógena. Experimentos realizados en ratas han puesto de relieve que la *cassava* desecada y libre de fermentación actúa de forma bastante rápida desencadenando la formación de bocio, a la vez que vacía con prontitud los reservorios de yodo del tiroides. Tampoco aquí un mayor suministro dietético de yodo soluciona el problema. La estructura química de la sustancia responsable es una buena parte desconocida^{5,12}.

Una *dieta abundante y predominante* a base de *soja* impide buena parte de la reabsorción en el tracto gastrointestinal de la tiroxina suministrada por vía oral. Pinchera y colaboradores han demostrado que un 25-30% de la tiroxina producida por el propio organismo es enviada al tubo digestivo por vía biliar y vuelta a reabsorber. Esta reabsorción puede verse alterada, con las consecuencias que esto presupone, si se practica una alimentación fundamentalmente a base de *soja*.

Así mismo, un *consumo regular* de *grandes cantidades* de *nueces* es responsable de la alta frecuencia de bocio en ciertas regiones de España¹¹. Alimentando a base de *nueces* a ratas, durante 75 días se observó cómo la captación de yodo radiactivo por parte de sus tiroides era el doble de las del grupo de control. Sus tiroides presentaban histológicamente el aspecto de glándulas estimuladas, como sucede tras la administración de hormonas tireotropas. Se sospecha que al igual que ocurre con la alimentación monocrorde a base de *soja*, se produce una gran pérdida de tiroxina por las heces, lo que daría lugar a la instauración de bocio. Lo mismo se supone que ocurre con una tribu india de Chile que se alimenta básicamente de unas *piñas de abeto* de la región donde habitan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beckers, C., J. Barzellato, C. Stevenson, A. Glanetti, A. Pardó, T. Bobadilla, M. De Visscher: *Dynamic aspects of iodine metabolism in endemic goiter in the isolated Indian reservation of Pedregoso* (Chile). Int. Thyroid Confer. Rom, 24-26. Mai 1965.
2. Daxenbichler, M.E., C.H. van Etten, J.A. Wolff: *(S)- and R-1-Cyano-2-hydroxy-3-butene from myrosinase hydrolysis of epo progoitrin and progoitrin*. Biochemistry 5 (1966) 692.
3. Daxenbichler, M.E., C. H. van Etten, J.A. Wolff: *Diastereomeric 1-cyano-2(S)-hydroxy-3, 4-epithiobutanes from epi-progoitrin of crambe seed*. Chem. Commun (1966) 526.
4. Eickhoff, W.: *Die Schilddrüse*. J.A. Barth, München 1965.
5. Ekpechi, O. L., A. Dimitriadou, R. Fraser: *Goitrogenic Activity of Cassava* (A Staple Nigerian Food). Nature (Lond.) 210 (1966) 1137.
6. Ettliger, M.G., A.J. Lundeen: *The structure of Sinigrin and Sinalbin; anenzymetic rearrangement*. J. Amer. chem. Soc. 78 (1956) 4172.
7. Ettliger, M.G. and A.J. Lundeen: *First synthesis of a mustard oil glucoside; the enzymatic Lossen rearrangement*. J. Amer. chem. Soc. 79 (1957) 1764.
8. Editorial: *Soybeans and thyroid*. New Engl. J. Med. 273 (1965) 108.
9. Greer, M.A.: *Nutrition and goiter*. Physiol. Rev. 30 (1950) 108.
10. Grab, W., K. Oberdisse: *Die medikamentöse Behandlung der Erkrankungen*. Thieme, Stuttgart 1959.
11. Linazasoro, J.M., J.A. Sánchez-Martín, C. Jiménez-Díaz: *A goitrogenic factor in walnuts*. Lancet 501 (1966/II), 501.
12. Oke, O.L.: *Chemical studies on some Nigerian foodstuffs-Kpokpogari* (processed cassava). Trop. Sci. 8 (1966) 23.
13. Pinchera, A., M.H. McGillivray, J.D. Crawford, A.G. Freeman: *Thyroid refractoriness in an athyreotic cretin fed soybean formula*. New Engl. J. Med. 273 (1965) 283.
14. Saghri, A.R., J.W. Cowan, J.P. Salji: *Goitrogenic activity of union volatiles* Nature (Lond.) 211 (1966) 87.
15. Srinivasan, V., N.R. Mougald, P.S. Sarma: *Studies in goitrogenic agents in food*. J. Nutr. 61 (1957) 87.
16. Van Etten, C.H., M.E. Daxenbichler, J.E. Peters, H.L. Tookey: *Variation in enzymatic degradation products from the major thioglucosides in «Crambe abyssinica» and «Brassica napus», seed meals*. J. Agr. Food Chem. 14 (1966) 426.
17. Virtanen, A.J.: *Über die Chemie der Brassica-Faktoren, ihre Wirkung auf die Funktion der Schilddrüse und ihr Übergehen in die Milch*. Experientia 17 (1961) 241.
18. Virtanen, A.J.: *Organische Schwefelverbindungen in Gemüse- und Futterpflanzen*. Ang. Chem. 74 (1962) 374.