

El Yodo en la naturaleza

Marissa Fabrezi y Julio C. Cruz¹

¹ Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEIO, UNSa – CONICET). e-mail: mfabrezi@gmail.com; juliocruz13@gmail.com

El yodo (del griego *iodes* = violeta, su color en estado gaseoso) es un elemento químico ubicado en la columna de los halógenos de la tabla periódica (Figura 1). Lleva el número atómico 53 y se identifica con la letra I. En nuestro idioma, yodo o iodo se refieren al mismo elemento.

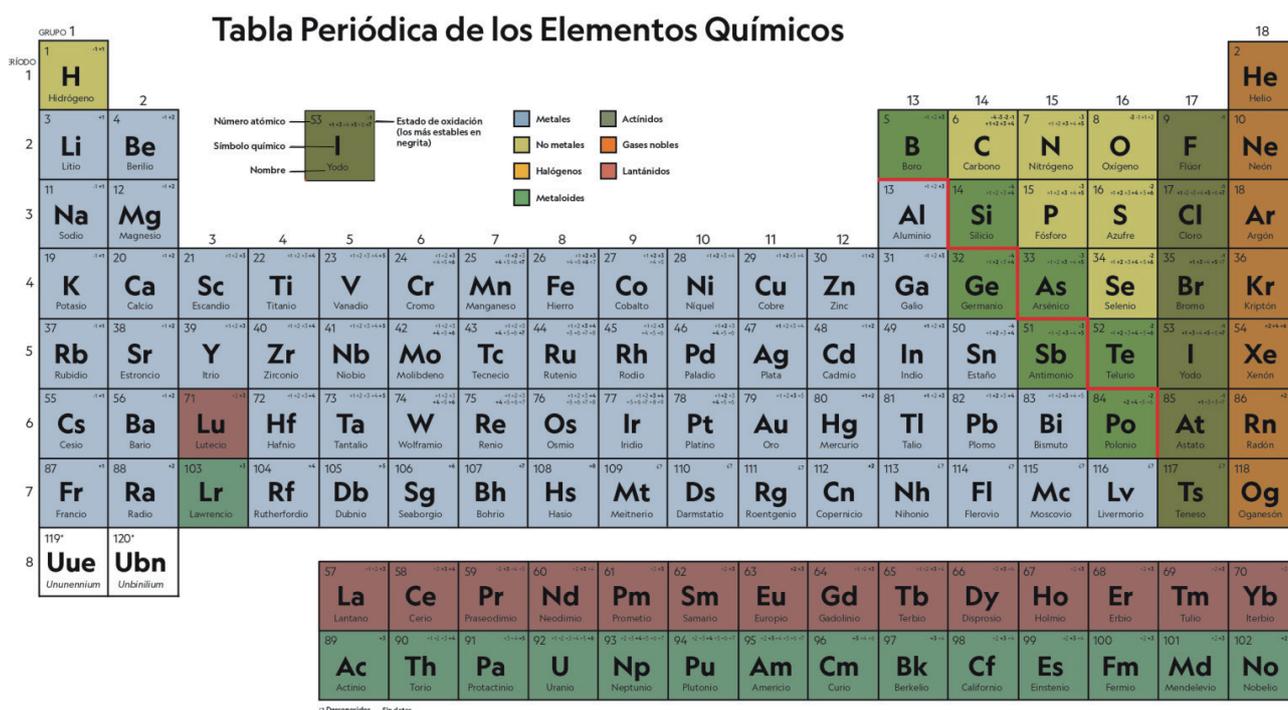


Figura 1. La Tabla Periódica organiza los elementos químicos según su número atómico (número de protones), la configuración de los electrones y las propiedades químicas. El yodo se representa en la columna 17, incluido dentro de los elementos halógenos. El yodo como elemento químico no siempre se comporta igual ya que existen 37 isótopos de yodo que tienen diferente número de protones y por lo tanto se asemejan a otros elementos. Esta particularidad es de importancia para la medicina. Los usos del yodo en salud serán abordados en un próximo artículo.

Su distribución en la naturaleza es bastante heterogénea. Es abundante en los océanos, de donde proviene gran parte del yodo continental. Dada su volatilidad, la temperatura, los vientos y las precipitaciones contribuyen a movilizar el yodo hacia los continentes (Figura 2).

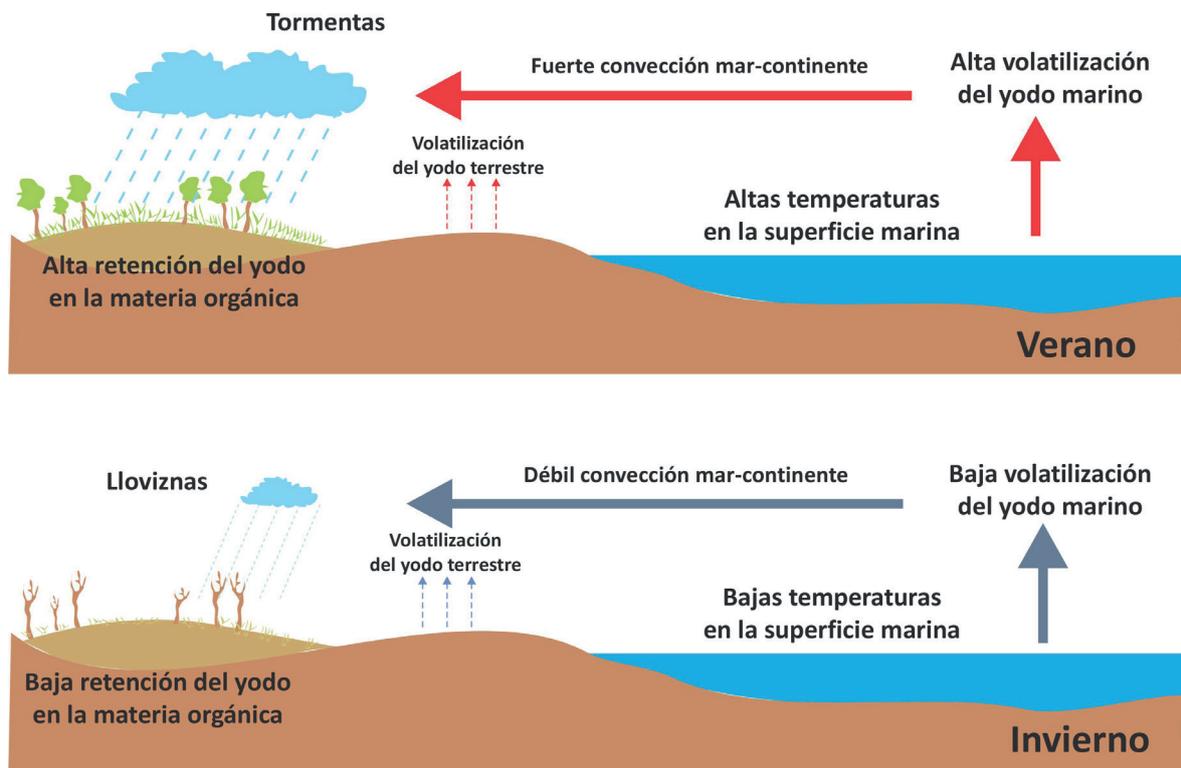


Figura 2. Los esquemas representan la emisión y transporte del yodo marino y su retención en continente según la estación (verano e invierno) y el tipo de sustrato. En los períodos cálidos el yodo marino es liberado en mayor abundancia a la atmósfera y transportado hacia el continente por los vientos. Las lluvias precipitan el yodo atmosférico hacia el suelo y el mismo es preservado en mayor medida con el carbono orgánico. En la estación fría, es menor la cantidad de yodo que llega al continente y en parte se pierde lo depositado en los suelos. La biodisponibilidad de yodo como nutriente para las plantas también disminuye.

Por su comportamiento cíclico y estacional, el yodo va quedando atrapado en los suelos y sedimentos (Figura 3). De manera que su presencia y biodisponibilidad dependerá del tipo de suelo, del clima y las actividades antropogénicas.

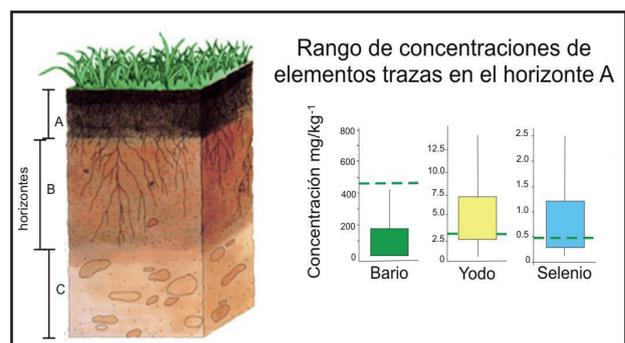


Figura 3: Estudios químicos realizados con Espectrometría de Masas (una técnica analítica de gran precisión) permiten identificar en suelos elementos traza como yodo (I) y selenio (Se), que son micronutrientes esenciales para numerosos procesos biológicos. Además de una caracterización morfológica y física de las propiedades del suelo, los análisis químicos permiten reconocer suelos donde el yodo se encuentra biodisponible por su asociación con el selenio. El selenio es un elemento que se une a determinadas proteínas necesarias como antioxidantes en procesos celulares o a otras encargadas de activar o inactivar a las hormonas tiroideas, por lo cual también está relacionado con el hipotiroidismo. En los gráficos, las líneas verdes representan los valores promedio mundiales de estos elementos. El caso que presentamos es de suelos del Amazonas, donde mediante la misma metodología se determinaron las concentraciones de bario (Ba), un metal que puede tener efectos tóxicos.

El yodo, junto con otros elementos considerados traza (elementos que se encuentran en muy bajas concentraciones en una roca o mineral), es fundamental para numerosos procesos

biológicos. Algunos organismos marinos tienen altas concentraciones de yodo en sus biomoléculas, especialmente proteínas. En los vertebrados es esencial para la síntesis de las hormonas tiroideas, por parte de la glándula tiroidea, que actúan sobre la transcripción genética con efectos en el desarrollo, el crecimiento y en el metabolismo general (ver [Cruz, 2018. Temas BGNOA, vol. 8, n° 1](#)). El papel de estas hormonas en la biología de los organismos ha sido clave en procesos evolutivos. Un ejemplo es la evolución de la carnivoría en ranas (Figura 4), donde la cantidad de yodo proveniente de una dieta rica en proteínas animales, mayor que en una dieta rica en hidratos de carbono y grasas, tiene marcadas consecuencias en el desarrollo.

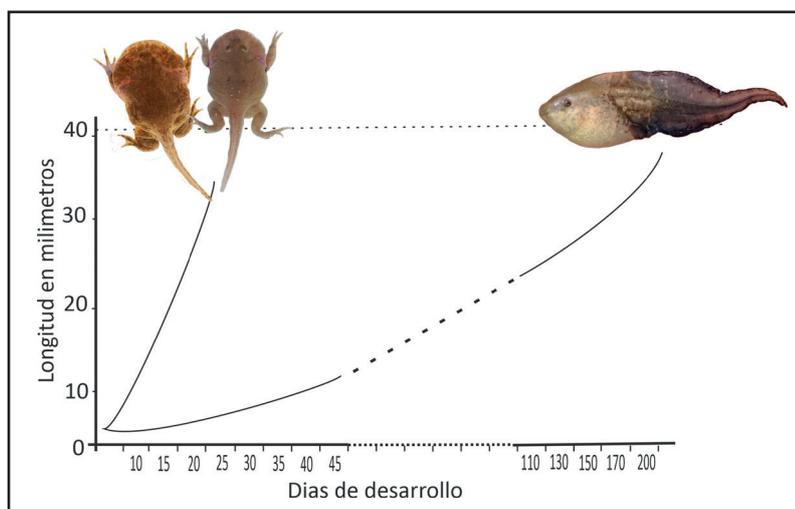
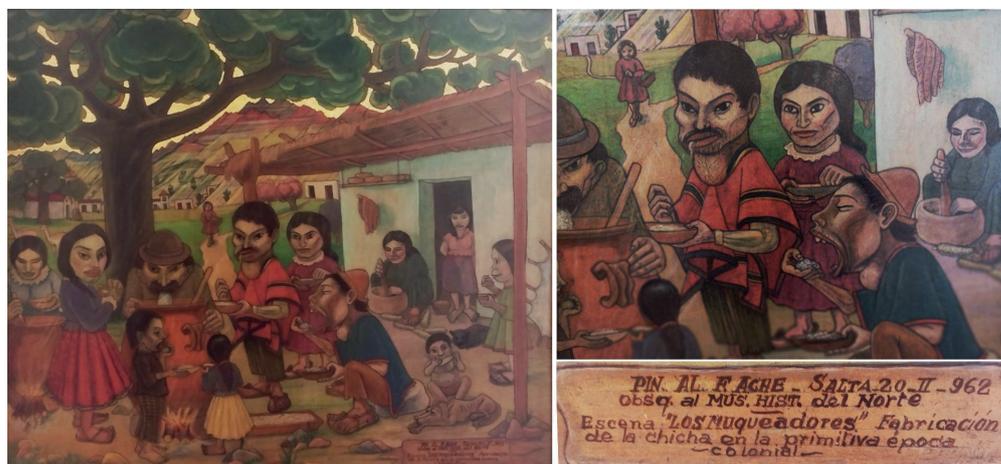


Figura 4: Durante el desarrollo de las ranas del chaco semiárido, la velocidad en que alcanzan la metamorfosis los renacuajos de las especies con dietas carnívoras (a la izquierda) es mucho mayor que en especies con dietas herbívoras (a la derecha). Las especies carnívoras, obtienen yodo o precursores de hormonas tiroideas de sus presas (crustáceos y otros renacuajos por ejemplo). El rol de las hormonas tiroideas en el desarrollo y la metamorfosis de los anfibios ha sido un gran tema de las investigaciones de la biología animal del siglo XX, con experimentos que fueron fundamentales para entender cómo es el mecanismo de señalización de las hormonas.

En algunas áreas continentales, el déficit de yodo o la escasa disponibilidad de yodo en el agua, en los suelos y en los alimentos origina enfermedades endémicas (es decir restringidas a determinadas regiones). Esta escasa disponibilidad del yodo provoca un agrandamiento anómalo o hipertrofia de la glándula tiroidea. Este agrandamiento ocurre cuando la glándula trabaja en exceso para poder suplir las necesidades del organismo. Una glándula tiroidea hipertrofiada se denomina bocio (Figura 5) y refleja la enfermedad conocida como hipotiroidismo.

Figura 5: Escena de la preparación de la chicha en las montañas del NOA. El artista plasma la presencia de bocio en la población. Esta pintura, data de 1962, se encuentra en exposición en el Museo de Bellas Artes de Salta. Su autor fue Alejandro Ache un artista libanés radicado en Salta desde el siglo XIX.



En determinadas regiones del mundo y en nuestro país el hipotiroidismo es una enfermedad endémica que afecta no solamente a la población humana sino también al ganado y fauna silvestre. Hay dos aspectos del hipotiroidismo que preocupan:

a) el hipotiroidismo adquirido: que puede darse por una dieta desequilibrada, por la acción de medicamentos, o tóxicos o como respuesta hormonal en alguna etapa de la vida;

b) el hipotiroidismo congénito: se manifiesta durante el desarrollo larval en peces y anfibios o embrionario en reptiles, aves y mamíferos y afecta los procesos de formación de órganos y tejidos (Figura 6). En el hipotiroidismo congénito la baja incorporación de yodo para la síntesis de hormonas tiroideas tiene serias implicancias en el desarrollo, especialmente del sistema nervioso y musculoesquelético que no logran una diferenciación completa o presentan defectos, afectando de esta manera la supervivencia del organismo.

Figura 6: Durante el desarrollo de las ranas, cambios en la función endócrina de la glándula tiroidea (disrupción endócrina) pueden provocar malformaciones congénitas que se evidencian en las articulaciones con el consecuente desplazamiento o dislocación de los segmentos de las extremidades. Este tipo de alteración en las articulaciones también se evidencia en casos de hipotiroidismo en los mamíferos. Compare en las vistas ventrales de los renacuajos, la posición de las partes de las extremidades en la foto de la izquierda, normal y la de la derecha, malformada.



En el siglo pasado la prevalencia del hipotiroidismo congénito en áreas endémicas de nuestro país fue una gran preocupación, hasta que en 1967 se implementó por ley (17.259) el uso de la sal yodada para el consumo cotidiano. Sumado a esto mediante cirugía se extirparon los bocios prominentes para corregir el hipotiroidismo. No obstante, la ingesta de yodo se debe asegurar por medio del consumo de alimentos (Figura 7) que dispongan de este elemento (mariscos y peces de mar, huevos, leche y quesos, cereales y cítricos), o evitar el consumo frecuente e intensivo de alimentos con características de bociógenos (coles, coliflor, brócoli, soja).

Hasta la década del '50, Salta no fue la excepción en materia de hipotiroidismo congénito, razón por la cual en 1956 se creó un centro especializado en endocrinología que es referente en las investigaciones y tratamientos del bocio. Si bien el actual Hospital Dr. Arturo Oñativia



Figura 7: La dieta es fundamental para prevenir el hipotiroidismo. La incorporación de la sal yodada es un componente esencial en la alimentación porque garantiza la ingesta diaria de yodo. Sin embargo, el consumo de proteínas animales como los frutos de mar, son otra manera de asegurar la incorporación del yodo que nuestro organismo necesita.

lleva el nombre de quien fuera un promotor de la prevención del hipotiroidismo, mucha gente todavía lo identifica en su versión original como Instituto del Bocio (Figura 8).



Figura 8: Vista de la entrada principal del Hospital Oñativia, ubicado en la ciudad de Salta en calle Paz Chaín 30. El Hospital Oñativia es un centro de referencia en Endocrinología.

Actualmente, las nuevas metodologías analíticas para estudiar elementos traza en suelos, aguas, alimentos, sangre y orina permiten realizar la reconstrucción espacial y temporal de la presencia del yodo en diferentes ambientes. Esto es particularmente importante en el NOA, donde existen variaciones geológicas, climáticas y ecorregionales (ver [Fabrezi et al., 2022. Temas BGNOA, vol. 12, nº 2](#)) que hacen necesaria la zonificación de las concentraciones de yodo natural. Esto permitirá identificar áreas con déficit de yodo, evaluar la vulnerabilidad de las poblaciones, todo lo cual representa una herramienta que profundiza y precisa la causalidad de enfermedades endémicas y es el insumo base para planificar acciones en políticas de salud pública.

En 2023, profesionales del Departamento de Sanidad Animal del INTA, la Unidad de Medicina Translacional del Hospital Oñativia y del IBIGEO nos propusimos iniciar una línea de investigación multidisciplinaria para estudiar la presencia del yodo en las ecorregiones del NOA, las condiciones de biodisponibilidad en la fauna silvestre, su relación con el hipotiroidismo congénito en la ganadería (vacuna y caprina), en alimentos derivados (leche, quesos, carnes) y la incidencia de la variación espacial y temporal de las concentraciones de yodo en la salud de las poblaciones urbanas y rurales de la provincia de Salta. Ojalá, los lectores de Temas pronto tengan novedades de los estudios que estamos encarando.

.....

REFERENCIAS Y LITERATURA RECOMENDADA

.....

- CRUZ J. 2018. Metamorfosis: cambio de forma durante el desarrollo. [Temas de Biología y Geología del NOA, 8 \(1\): 13-17.](#)
- FABREZI M, C CAMARDELLI, F HONGN, A ARAMAYO, JC CRUZ, C MONTERO LÓPEZ, G CÓRDOBA, A GUEVARA. 2022. Provincias geológicas, provincias fitogeográficas y ecorregiones del NOA. [Temas de Biología y Geología del NOA, 12 \(2\): 4-19.](#)
<https://www.endoweb.net/index.php/es/endo-global-endoweb/786-el-arte-en-la-endocrinologia>