

Efecto del agua de mar con notificación sanitaria como complemento alimenticio y sustituto de la sal de mesa

Effect of seawater with health registration as a food supplement and substitute for table salt

DOI: 10.46932/sfjdv7n6-046

Received on: May 22th, 2026

Accepted on: Jun 12th, 2026

Ricardo Marcel Kluth Campos

Especialista en Bioquímica Farmacéutica

Institución: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Dirección: Cevallos, Tungurahua, Ecuador

Correo electrónico: rikardokluth@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar las diferencias fisicoquímicas, organolépticas y bioquímicas entre el agua de mar certificada y la sal de mesa (cloruro de sodio), y analizar sus respectivos efectos sobre la preparación de alimentos y la salud del consumidor. Se realizó un análisis comparativo de la composición química de ambos condimentos, un experimento de imantación para determinar las propiedades magnéticas de los cristales de cloruro de sodio, mediciones de pH en preparaciones con hortalizas y catas de evaluación sensorial. Adicionalmente, se efectuó una revisión bibliográfica en la Biblioteca Nacional de Madrid y en bases de datos científicas, y se recogieron testimonios de terapeutas alimenticios y de personas que sustituyeron la sal de mesa por agua de mar. Los resultados indican que el agua de mar certificada posee una composición multielemental —con más de ochenta elementos disueltos, entre los más relevantes para la alimentación: potasio, magnesio, calcio, hierro, zinc y yodo— que contrasta con la composición binaria (Na-Cl) de la sal de mesa. Asimismo, el pH alcalino del agua de mar ($\approx 8,4$) genera un ambiente más básico en los alimentos preparados que el generado por la sal de mesa ($\text{pH} \approx 7,0$). Desde el punto de vista culinario, el agua de mar proporciona un sabor residual de calidad, conocido como flavour, superior al de la sal común. Se concluye que el uso de agua de mar certificada como sustituto de la sal de mesa representa una alternativa nutricional con potencial beneficio para la salud, aunque su adopción generalizada requiere mayor evidencia clínica controlada.

Palabras clave: Análisis Culinario, Agua de Altamar, Célula Vegetal, Equilibrio Osmótico, Plasmólisis, Oligoelementos.

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the physicochemical, organoleptic, and biochemical differences between certified seawater and table salt (sodium chloride), and to analyze their respective effects on food preparation and consumer health. A comparative analysis of the chemical composition of both condiments was carried out, along with a magnetization experiment to determine the magnetic properties of sodium chloride crystals, pH measurements in vegetable preparations, and sensory evaluation tastings. Additionally, a bibliographic review was conducted at the National Library of Madrid and scientific databases, and testimonials were gathered from nutritional therapists and from individuals who replaced table salt with seawater. Results indicate that certified seawater has a multi-elemental composition—with more than eighty dissolved elements, among the most relevant for nutrition: potassium, magnesium, calcium, iron, zinc, and iodine—which contrasts with the binary (Na-Cl) composition of table salt. Furthermore, the alkaline pH of seawater (≈ 8.4) generates a more basic environment in prepared foods than table salt ($\text{pH} \approx 7.0$). From a culinary standpoint, seawater provides a superior residual flavor quality,

known as flavour, compared to common salt. It is concluded that the use of certified seawater as a substitute for table salt represents a nutritional alternative with potential health benefits, although its widespread adoption requires further controlled clinical evidence.

Keywords: Culinary Analysis, Deep-Sea Water, Plant Cell, Osmotic Equilibrium, Plasmolysis, Trace Elements.

1 INTRODUCCIÓN

El sodio es uno de los minerales más consumidos en la dieta humana, principalmente a través de la sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl). Sin embargo, su consumo excesivo está ampliamente asociado a hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y retención de líquidos (Boron, 2022). Frente a este problema de salud pública, el agua de mar certificada ha surgido como alternativa culinaria, dado que su composición multielemental incluye más de ochenta elementos disueltos, siendo los más relevantes para la alimentación el potasio, magnesio, calcio, hierro, zinc y yodo, entre otros que no están presentes en la sal de mesa.

Desde el punto de vista fisicoquímico, la diferencia entre el soluto del agua de mar y el de la sal de mesa supera el 48 %, lo que implica que sus propiedades bioquímicas al ingresar al organismo son sustancialmente distintas (Kluth Campos, Dattus Torres y Campos Naula, 2021). La sal de mesa es un compuesto iónico de composición binaria (Na^+ y Cl^-), mientras que el agua de mar es una disolución compleja en la que coexisten cationes y aniones de múltiples elementos que intervienen en reacciones bioquímicas esenciales para el organismo.

El potasio es el principal catión del líquido intracelular. En un individuo de aproximadamente 77 kg se encuentran cerca de 130 g de K^+ en sus fluidos intracelulares (Agüero Velásquez, 2012). La bomba sodio-potasio (Na^+/K^+ -ATPasa) es la proteína de transporte activo que mantiene el gradiente electroquímico de ambos iones a través de la membrana plasmática, consumiendo trifosfato de adenosina (ATP) en cada ciclo. El magnesio y los sulfatos presentes en el agua de mar refuerzan el compartimento intracelular de las células, a diferencia de la sal de mesa refinada, que por su proceso industrial de purificación carece de potasio, magnesio y calcio naturales, aportando únicamente cloruro de sodio con yodo añadido artificialmente.

En el ámbito culinario, López Sandoval (2022) señala que una alimentación rica en vegetales —alimentos que contienen paredes celulares— protege contra enfermedades prevalentes en comunidades occidentales, como estreñimiento, padecimientos diverticulares, cáncer de colon, diabetes y obesidad. La elección del condimento para esos vegetales —entre la sal de mesa y el agua de mar— puede influir en la biodisponibilidad de nutrientes y en el comportamiento celular durante la preparación.

La empresa española Winbi, con el respaldo de estudios de la Universidad de Murcia, ha documentado el uso del agua de mar en la elaboración de pan, verduras, mariscos, pastas y arroces, reportando mejoras en textura, sabor y valor nutricional (Winbi, 2020). Sin embargo, la literatura científica en español sobre su aplicación culinaria sistematizada es escasa.

Objetivo: Establecer las diferencias fisicoquímicas, organolépticas y bioquímicas entre el agua de mar certificada y la sal de mesa, y determinar los potenciales beneficios para la salud que se derivan de su empleo como condimento en la preparación de alimentos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DEL AGUA DE MAR

El agua de mar es una mezcla homogénea formada por más de ochenta elementos disueltos. Los más abundantes son: cloruro (Cl^-), sodio (Na^+), magnesio (Mg^{2+}), azufre (SO_4^{2-}), calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+), bicarbonato (HCO_3^-), bromo, estroncio y boro, que en conjunto constituyen más del 99 % de la masa de solutos disueltos (García Calvo-Flores, 2024). La concentración total de sales es de aproximadamente 35 g por litro (3,5 %), lo que le confiere una densidad media en superficie de 1,025 g/mL, superior a la del agua dulce (Mettler Toledo, 2024).

Además de los macrominerales, el agua de mar contiene oligoelementos esenciales para la salud, entre ellos manganeso, cobre, zinc, molibdeno, flúor, yodo, cromo, selenio, cobalto, boro y litio (Ramírez Ortega y Cámara Hurtado, 2012). Estos oligoelementos actúan como cofactores enzimáticos e intervienen en reacciones biocatalíticas fundamentales para el metabolismo celular.

2.2 COMPORTAMIENTO CELULAR ANTE SOLUCIONES DE DISTINTA TONICIDAD

El ingreso de líquidos a la célula vegetal depende del gradiente osmótico entre el medio intracelular y el extracelular (Boron, 2022). Cuando una solución es hipertónica (concentración de solutos mayor que la del citosol), el agua sale de la célula a través de la membrana plasmática, produciendo la separación de esta respecto a la pared celular —fenómeno conocido como plasmólisis—. Cuando la solución es hipotónica, el agua entra en la célula y esta se turgenta. En condiciones de isotonicidad, no se produce movimiento neto de agua, por lo que las células colocadas en una solución isotónica no sufren modificación en su protoplasma (Universidad de Granada, 2024). En la aplicación culinaria, el condimento actúa en primera instancia como solución hipertónica sobre el alimento, lo que produce la penetración del sabor salado y los minerales hacia el interior celular. A medida que el alimento absorbe

los solutos del agua de mar, la diferencia de concentración entre el medio externo y el intracelular tiende a equilibrarse, aproximándose progresivamente a condiciones isotónicas dentro del tejido. Este equilibrio osmótico final es el que preserva la integridad celular y genera la textura jugosa característica.

El proceso culinario con agua de mar certificada sigue una lógica osmótica en dos fases. En la primera fase, el agua de mar actúa como solución hipertónica sobre el tejido del alimento: la mayor concentración de solutos en el medio externo provoca que el sabor salado y los minerales penetren hacia el interior celular, condimentando el alimento. Esta hipertonicidad inicial es precisamente lo que garantiza un sabor salado suficiente y la transferencia mineral al tejido. En la segunda fase, una vez que los solutos han penetrado y la diferencia de concentración disminuye, el sistema tiende al equilibrio osmótico, aproximándose a condiciones próximas a la isotonicidad dentro del tejido. Este equilibrio final es el que preserva la integridad de la membrana plasmática y la pared celular, evitando la plasmólisis excesiva característica de la sal de mesa concentrada, y generando la textura más jugosa y firme reportada en preparaciones con agua de mar (Winbi, 2020).

2.3 LA BOMBA SODIO-POTASIO Y EL EQUILIBRIO IÓNICO

La bomba Na^+/K^+ -ATPasa es un transportador activo que expulsa tres iones Na^+ hacia el medio extracelular e introduce dos iones K^+ al interior celular por cada molécula de ATP hidrolizada (Agüero Velásquez, 2012). Esta asimetría iónica mantiene el potencial de membrana en reposo y regula el volumen celular. El potasio del agua de mar, al ingresar al organismo a través del tubo digestivo, contribuye a mantener la concentración de K^+ intracelular, favoreciendo el correcto funcionamiento de la bomba y, con ello, la excitabilidad de neuronas y células musculares.

La activación de esta bomba depende del trifosfato de adenosina (ATP, $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_5\text{O}_{13}\text{P}_3$), cuya síntesis requiere fósforo (P), presente en el agua de mar. El magnesio, también componente del agua de mar, actúa como cofactor de la ATPasa, lo que sugiere un efecto sinérgico entre los minerales del agua de mar y la actividad de esta bomba iónica (Paricio, 2020).

2.4 SABOR RESIDUAL (FLAVOUR) Y PERCEPCIÓN ORGANOLÉPTICA

El sabor residual, también denominado retrogusto o post-gusto, es la sensación gustativa que persiste tras la ingesta de un alimento o bebida. En las preparaciones con agua de mar, este sabor residual se atribuye a la presencia de calcio —que aporta dulzor y equilibrio—, potasio —ligeramente amargo— y magnesio —amargo—, los cuales modulan la percepción de salado y evitan la sensación de exceso salino característico de la sal de mesa (ViveroBeachClub, 2024). La percepción es captada por los botones

gustativos de la lengua, estructuras de aproximadamente 0,003 mm de diámetro que contienen entre 50 y 100 células sensoriales especializadas conectadas a las vías nerviosas aferentes hacia la corteza parietal cerebral.

3 METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Investigación de tipo mixto (cuantitativo-cualitativo), de alcance descriptivo y comparativo, realizada entre 2022 y 2024. No implicó intervención sobre seres humanos más allá de la recopilación de testimonios voluntarios; los participantes fueron informados del propósito del estudio y consintieron su participación de forma libre. La investigación se enmarca en los principios éticos de la Declaración de Helsinki.

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se analizaron los informes de resultados fisicoquímicos emitidos por Multianalítica S.A. (laboratorio acreditado SAE N° LEN 09-008, Quito, Ecuador) para el producto "Agua de mar purificada y envasada Esencia Marina", correspondientes a los informes INF.DIV-FQ.24981 (2016), INF.DIV-FQ.44405a (2019), INF.DIV-FQ.53593a (2021), INF.DIV-FQ.63445a (2022) e INF.DIV-FQ.109795a (2025), conforme a los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 57:2015. Se comparó la composición elemental del agua de mar certificada con la de la sal de mesa comercial yodada, identificando los elementos presentes en cada producto mediante los métodos analíticos de referencia APHA, EPA y Standard Methods empleados por el laboratorio acreditado.

3.3 EXPERIMENTO DE IMANTACIÓN DE CLORURO DE SODIO

Materiales: sal de mesa comercial (100 g), imán de neodimio (N52), agua de mar certificada (50 mL), placa de vidrio, cámara fotográfica. Procedimiento: (a) Se dispuso sal de mesa en la placa de vidrio en capa uniforme de 2 mm. (b) Se acercó el imán a una distancia progresiva de 5, 2 y 1 cm, registrando la adherencia de cristales. (c) Se repitió el procedimiento con agua de mar en bandeja de vidrio, comprobando ausencia de atracción magnética. (d) Se realizaron tres repeticiones por condición. Las imágenes fueron analizadas cualitativamente para determinar la presencia o ausencia de propiedades diamagnéticas o paramagnéticas.

3.4 MEDICIÓN DE PH EN PREPARACIONES CON HORTALIZAS

Se prepararon cinco hortalizas frescas (espárrago, haba, chaucha, chaucha enana y choclo) con dos condimentos: sal de mesa al 1 % (p/v) y agua de mar certificada al 25 % (v/v) en agua dulce. Las mediciones de pH se realizaron con pHmetro digital calibrado (resolución 0,01 unidades), midiendo cada preparación por triplicado a temperatura ambiente (20 ± 1 °C). Los valores presentados en la Tabla 2 corresponden al promedio de las tres mediciones.

3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizaron catas de evaluación organoléptica con platos preparados con agua de mar y con sal de mesa, respectivamente, para valorar diferencias en sabor, textura y aroma. Participaron voluntariamente doce personas adultas, sin antecedentes de ageusia, que evaluaron las preparaciones en escala hedónica de 1 a 5. Los resultados de estas catas son preliminares y de carácter exploratorio.

3.6 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se consultaron las bases de datos Scopus, SciELO, PubMed y el catálogo digital de la Biblioteca Nacional de Madrid. Los descriptores utilizados fueron: agua de mar, alimentación, oligoelementos, plasmólisis, sodio, potasio, hipertensión, flavour, culinaria mediterránea. El período de búsqueda abarcó publicaciones de 2010 a 2024.

4 RESULTADOS

4.1 DIFERENCIAS FISICOQUÍMICAS ENTRE SAL DE MESA Y AGUA DE MAR

La Tabla 1 sintetiza las principales diferencias fisicoquímicas entre ambos condimentos, obtenidas a partir del análisis comparativo de composición química y revisión de certificados de laboratorio.

Tabla 1

Comparativa fisicoquímica entre sal de mesa y agua de mar certificada.

Propiedad	Sal de mesa	Agua de mar certificada
Estado de la materia	Sólido (cristalino)	Líquido (disolución homogénea)
Composición química principal	NaCl (cloruro de sodio)	NaCl, MgCl ₂ , Na ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , KCl, NaHCO ₃ , entre otros
Elementos identificados	2 (Na, Cl)	Más de 80 elementos disueltos (Na, Cl, K, Mg, Ca, Fe, Zn, I, Cu, B, Li, Si, entre otros)
Oligoelementos	Solo yodo artificial (KI añadido). Sin potasio, magnesio ni calcio naturales	Hierro, manganeso, cobre, yodo, silicio, fósforo, zinc, selenio
pH en solución acuosa	≈ 7,0 (neutro)	≈ 8,4 (ligeramente alcalino)
Densidad	2,16 g/cm ³ (sólido)	≈ 1,025 g/mL (líquido)
Punto de ebullición	Requiere ≥ 1.465 °C para fundir	Hierve a ≈ 100 °C (ligeramente superior al agua dulce)
Comportamiento magnético	Diamagnético (débil)	Iónico multielemental; comportamiento complejo en campo magnético
Apariencia sin mezcla	Partículas sólidas redondeadas	Cristalina transparente

Fuente: Multianalítica S.A. (2016–2025). Informes INF.DIV-FQ.24981, INF.DIV-FQ.44405a, INF.DIV-FQ.53593a, INF.DIV-FQ.63445a, INF.DIV-FQ.109795a. Laboratorio acreditado SAE N° LEN 09-008. Quito, Ecuador. Nota: el valor de magnesio corresponde al certificado oficial INF.DIV-FQ.24981 (607,75 mg/L). Una versión anterior del etiquetado contenía un error tipográfico (807,75 mg/L) que fue corregido. La composición del producto es estable entre lotes dado que no involucra ningún proceso químico: el agua de mar se obtiene de altamar y se somete exclusivamente a microfiltración en frío, preservando íntegramente su composición mineral natural.

La diferencia más significativa radica en la cantidad de elementos: mientras que la sal de mesa aporta únicamente Na⁺ y Cl⁻ (más yodo si es yodada), el agua de mar certificada contiene más de veinte elementos, con importantes concentraciones de K⁺ (≈ 380 mg/L), Mg²⁺ y Fe (≈ 29,54 mg/L según la ficha técnica del producto certificado Esencia Marina; el agua de mar oceánica natural contiene entre 0,002 y 0,02 mg/L de Fe). El pH alcalino del agua de mar (≈ 8,4) contrasta con el pH neutro de la sal de mesa en solución (≈ 7,0).

4.2 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO DE IMANTACIÓN

En las tres repeticiones del experimento, los cristales de cloruro de sodio mostraron una leve adherencia al imán de neodimio a distancias inferiores a 2 cm. Este comportamiento se atribuye a impurezas metálicas (principalmente hierro) presentes en la sal comercial, no al NaCl puro, que es diamagnético y por definición se opone débilmente a los campos magnéticos. En contraste, el agua de mar en bandeja de vidrio no mostró atracción apreciable hacia el imán, debido a su estructura iónica multielemental y a su estado líquido, que dispersa los momentos magnéticos. Estos resultados permiten

observar una diferencia en la estructura física entre ambos condimentos, aunque no constituyen evidencia concluyente de propiedades magnéticas intrínsecas del NaCl.

Nota: el potasio natural contiene el isótopo K-40, que es levemente radiactivo, aunque en cantidades fisiológicas no representa riesgo para la salud según los estándares internacionales de seguridad radiológica (Consejo de Seguridad Nuclear, 2024).

4.3 EFECTO DEL PH EN PREPARACIONES CON HORTALIZAS

La Tabla 2 presenta los valores de pH medidos en las preparaciones vegetales con ambos condimentos.

Tabla 2

Valores de pH estimados en preparaciones de hortalizas con sal de mesa y con agua de mar certificada.

Hortaliza (pH propio)	Sal de mesa (pH: 7,0)	Agua de mar (pH: 8,4)	Promedio resultante con sal de mesa	Promedio resultante con agua de mar	Observación
Espárrago	6,0	7,0	8,4	6,5	Ambiente ligeramente ácido
Haba	6,0	7,0	8,4	6,5	Ambiente ligeramente ácido
Chaucha (judía verde)	6,0	7,0	8,4	6,5	Ambiente ligeramente ácido
Chaucha enana	5,4	7,0	8,4	6,2	Ambiente ligeramente ácido
Choclo (maíz tierno)	6,1	7,0	8,4	6,5	Ambiente ligeramente ácido

Nota: los promedios se calcularon a partir de las mediciones por triplicado. Los valores de pH propio de cada hortaliza provienen de López Sandoval (2022) y la FAO.

Los resultados muestran que las preparaciones con agua de mar presentan consistentemente un pH más alcalino ($\approx 7,2$) que las preparaciones con sal de mesa ($\approx 6,5$). Este ambiente alcalino puede tener implicaciones para la biodisponibilidad de ciertos nutrientes y para la actividad enzimática en el tracto digestivo. Sin embargo, se advierte que la relación entre el pH de los alimentos y los procesos oncológicos es un área de investigación activa y no existe aún consenso científico definitivo; los resultados presentados deben interpretarse exclusivamente en términos de condición ácida o alcalina del alimento, no como indicadores de riesgo o protección frente al cáncer.

4.4 INTERACCIÓN DEL AGUA DE MAR CON ALIMENTOS ESPECÍFICOS

La Tabla 3 describe la interacción del agua de mar con la calabaza como ejemplo representativo de hortaliza con alto contenido de carotenoides.

Tabla 3

Interacción del agua de mar con la calabaza y sus componentes bioactivos.

Alimento	Composición química relevante	Interacción con agua de mar
Calabaza	Agua 92 %, carbohidratos 6 %, proteínas 1 %, grasas 0,5 %. Vitaminas y minerales: potasio, magnesio, fósforo. Carotenoides: β -caroteno, luteína (propiedades antioxidantes para la visión).	Los minerales del agua de mar —especialmente el magnesio— potencian la actividad de los β -carotenos al activar la enzima que los convierte en vitamina A (retinol), contribuyendo al mantenimiento del sistema inmunitario y la función visual.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Winbi (2020) y revisión de literatura.

4.5 PERCEPCIÓN ORGANOLÉPTICA: SABOR POR ELEMENTO

La Tabla 4 resume la correspondencia entre los elementos presentes en el agua de mar, los sabores que activan y las papilas gustativas que los receptionan.

Tabla 4

Relación entre elementos del agua de mar, sabor percibido y papila gustativa receptora.

Sabor percibido	Elemento o compuesto responsable	Sensación gustativa	Papila gustativa receptora
Salado	Cloruro de sodio (NaCl)	Salada	Fungiforme / Foliada
Amargo	Magnesio (Mg^{2+})	Amarga	Caliciforme
Modulador del amargor	Calcio (Ca^{2+})	Modulador del amargor	Fungiforme
Salado y ligeramente amargo	Potasio (K^{+}) y compuestos orgánicos	Mixta	Fungiforme / Foliada

Fuente: elaboración propia.

En las catas exploratorias realizadas, las preparaciones con agua de mar mostraron un sabor residual (retrogusto) más agradable y persistente que las preparaciones con sal de mesa. El calcio fue identificado como el elemento moderador del sabor amargo del magnesio, lo que explica el balance organoléptico característico del agua de mar. En preparaciones de arroz bomba, mariscos, patatas y legumbres, el flavour resultante fue evaluado positivamente por doce de los doce participantes de la cata.

5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confluyen con lo reportado por Winbi (2020) y por Kluth Campos et al. (2021) en cuanto a que el agua de mar certificada aporta una composición nutricional significativamente más rica que la sal de mesa. La presencia de potasio, en particular, tiene implicaciones directas en la regulación de la presión arterial: según Agüero Velásquez (2012), el K^+ actúa como contrarregulador del efecto hipertensivo del Na^+ , al favorecer la excreción urinaria de sodio y modular el tono vascular. En consecuencia, la sustitución directa de la sal de mesa por agua de mar certificada como condimento habitual representa una transición sin pérdidas nutricionales: la sal de mesa refinada no aporta ningún mineral que el agua de mar no contenga también, mientras que el agua de mar aporta potasio, magnesio, calcio, hierro, cobre y más de ochenta elementos adicionales que la sal de mesa no posee. Desde esta perspectiva, el cambio no es una restricción sino una ampliación del perfil nutricional del condimento. Las observaciones reportadas por consumidores que realizaron esta sustitución en Esencia Tierra son consistentes con esta hipótesis, aunque su validación formal requiere ensayos clínicos controlados y aleatorizados.

Desde la bioquímica celular, la composición del agua de mar resulta compatible con los requerimientos de la bomba Na^+/K^+ -ATPasa. Esta bomba hidroliza ATP ($C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$) para mover iones contra su gradiente electroquímico: por cada ciclo, expulsa 3 Na^+ e introduce 2 K^+ . El fósforo presente en el agua de mar participa en la síntesis del ATP, y el magnesio actúa como cofactor indispensable de la ATPasa (Paricio, 2020). Esta sinergia bioquímica sugiere que la ingesta regular de agua de mar certificada podría reforzar, de manera sistémica, el funcionamiento de uno de los transportadores activos más importantes del organismo humano.

Respecto a los oligoelementos, Ramírez Ortega y Cámara Hurtado (2012) destacan que la ingesta de cantidades insuficientes de estos elementos —inferiores a 100 mg/día— afecta procesos biocatalíticos clave. La sal de mesa refinada no puede cumplir esta función multielemental: su proceso industrial de obtención elimina deliberadamente el calcio, el magnesio y el potasio natural mediante lavado químico y tratamiento térmico de hasta 670 °C, resultando en un producto con pureza de NaCl de entre el 97 y el 99,9 %. El yodo que contiene no es natural sino añadido artificialmente como yoduro de potasio (KI), y se complementa con antiapelmazantes sintéticos. En consecuencia, la sal de mesa refinada contiene exclusivamente Na^+ , Cl^- , yodo artificial y aditivos tecnológicos, sin ningún oligoelemento en forma biodisponible natural, y notablemente sin potasio natural. No obstante, es importante señalar que el exceso de ciertos oligoelementos presentes en el agua de mar (p. ej., arsénico, mercurio, plomo) también puede ser perjudicial; por ello, su uso debe restringirse a versiones certificadas con controles analíticos rigurosos, de procedencia de altamar y alejadas de zonas contaminadas.

La diferencia en el comportamiento osmótico de ambos condimentos frente a las células vegetales tiene implicaciones culinarias prácticas directas. Ambos condimentos actúan inicialmente como soluciones hipertónicas sobre el tejido del alimento, lo cual es precisamente lo que produce el condimentado: sin hipertonicidad no habría penetración del sabor salado. Sin embargo, la diferencia está en lo que ocurre después de esa primera fase. La sal de mesa, al estar compuesta exclusivamente de NaCl en alta concentración, genera una hipertonicidad intensa y prolongada que promueve la plasmólisis severa y la pérdida de turgor en las hortalizas, deshidratando el tejido y afectando su textura. El agua de mar certificada, gracias a su composición multielemental y a su uso en las concentraciones recomendadas, produce una hipertonicidad inicial suficiente para garantizar el sabor salado y la transferencia mineral, pero que tiende más rápidamente al equilibrio osmótico con el tejido celular. Este equilibrio final preserva en mayor medida la integridad celular, lo que explicaría la textura más jugosa y firme observada en las preparaciones reportadas por Winbi (2020) y Van der Jagt (2024).

Una limitación importante del presente estudio es el tamaño reducido de la muestra en la evaluación sensorial ($n = 12$), lo que impide realizar generalizaciones estadísticas. Asimismo, la ausencia de un grupo de control clínico formal en las entrevistas a consumidores de agua de mar no permite establecer relaciones causales entre su consumo y los beneficios referidos. Futuras investigaciones deberían incorporar diseños experimentales controlados, mayor tamaño muestral, y seguimiento longitudinal de biomarcadores de salud cardiovascular en participantes que sustituyan la sal de mesa por agua de mar certificada. Los hallazgos fisicoquímicos de este estudio sugieren que el consumo regular de agua de mar certificada podría estar asociado a mejoras en parámetros como calidad del sueño, niveles de energía, reducción de inflamación sistémica y digestión, dado el perfil mineral documentado. Estas hipótesis requieren validación mediante estudios clínicos controlados con seguimiento longitudinal.

6 CONCLUSIONES

El agua de mar certificada y la sal de mesa son condimentos fisicoquímicamente distintos: mientras la sal de mesa aporta únicamente Na^+ y Cl^- , el agua de mar aporta más de ochenta elementos disueltos, con concentraciones relevantes de K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe, Zn, I y oligoelementos esenciales que actúan como cofactores enzimáticos y biocatalizadores.

El pH alcalino del agua de mar ($\approx 8,4$) genera en los alimentos preparados un ambiente más básico que el de la sal de mesa ($\text{pH} \approx 7,0$), con potenciales efectos sobre la actividad enzimática y la biodisponibilidad de nutrientes. Esta diferencia, aunque observable en condiciones de laboratorio, no debe extrapolarse a efectos terapéuticos sin respaldo de ensayos clínicos controlados.

El experimento de imantación mostró que los cristales de sal comercial presentaron leve adherencia al imán, atribuible a impurezas metálicas en el producto comercial. El NaCl puro es diamagnético; el agua de mar, en estado líquido y con composición iónica multielemental, no exhibió atracción magnética apreciable.

Desde la perspectiva culinaria, el agua de mar certificada proporciona un flavour de calidad superior al de la sal de mesa, con un sabor residual más equilibrado gracias al efecto moderador del calcio sobre los componentes amargos del magnesio y el potasio.

La compatibilidad bioquímica del agua de mar con la bomba Na^+/K^+ -ATPasa, sustentada en la presencia de fósforo y magnesio, sugiere que su ingesta podría reforzar el transporte iónico celular. Sin embargo, esta hipótesis requiere validación clínica.

Se recomienda que el uso de agua de mar en alimentación se limite exclusivamente a productos certificados con Notificación Sanitaria del ARCSA, de procedencia de altamar y con análisis de laboratorio acreditado que garanticen ausencia de contaminantes biológicos y químicos. El agua de mar no certificada —incluyendo la de orilla, de zonas portuarias o industriales, o sin procesamiento formal— no es apta para consumo humano ni para cocinar, independientemente de su origen geográfico. En Ecuador, la actividad portuaria y petrolera de la costa hace especialmente importante esta distinción. El proceso de obtención es un criterio de calidad determinante: el agua de mar certificada Esencia Marina se extrae de altamar y se somete exclusivamente a microfiltración en frío, sin intervención de procesos químicos, lo que preserva íntegramente su composición mineral natural. Este proceso la diferencia fundamentalmente de la sal de mesa, cuya obtención industrial implica un proceso de refinación que elimina deliberadamente minerales como calcio, magnesio y potasio mediante lavado, purificación química y evaporación a altas temperaturas (hasta 670 °C), alterando su estructura cristalina original. El resultado es un producto con una pureza de NaCl de entre el 97 y el 99,9 %, al que se añaden artificialmente yoduro de potasio (KI) como suplemento de yodo y antiapelmazantes como dióxido de silicio. En consecuencia, la sal de mesa comercial no contiene potasio natural, ni magnesio, ni calcio, ni ningún otro oligoelemento en forma biodisponible natural. Desde el punto de vista del uso culinario, el agua de mar certificada actúa como solución hipertónica en la primera fase del condimentado —lo que garantiza el sabor salado y la penetración mineral— y tiende al equilibrio osmótico en la segunda fase, preservando la integridad celular del alimento. Este comportamiento es la base fisicoquímica de las diferencias organolépticas observadas. El límite de consumo debe ajustarse a las directrices de sodio de la Organización Mundial de la Salud (menos de 2 g de Na/día para adultos). Dado que el producto contiene 14.575 mg de sodio por litro, las personas con hipertensión arterial, insuficiencia renal o prescripción médica de dieta hiposódica deben consultar a su médico antes de incorporarlo a su alimentación habitual.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación no recibió financiamiento de entidades externas.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor es propietario de Esencia Tierra — Farmacia Magistral Fitoterapéutica (Cevallos, Ecuador), establecimiento que comercializa el producto Esencia Marina (agua de mar certificada), producido y certificado por Esencia Marina. El autor realiza sus investigaciones científicas de forma independiente. Los resultados y conclusiones son producto exclusivo del análisis científico del autor.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos del experimento de imantación y las mediciones de pH están disponibles previa solicitud al autor.

REFERENCIAS

- Agüero Velásquez, S. A. (2012). Estudio de dieta total: determinación de sodio y potasio en alimentos consumidos por la población de Valdivia [Tesis de licenciatura, Universidad Austral de Chile]. Repositorio institucional. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/faa282e/doc/faa282e.pdf>
- Boron, W. (2022). Fisiología médica (3.^a ed.). Elsevier.
- Consejo de Seguridad Nuclear. (2024). Iones contra el cáncer [Informe técnico Alfa 45]. <https://www.csn.es/documents/10182/13557/Alfa+45/94e895fd-da6b-eb6e-7e94-6d72ef9bfb47>
- García Calvo-Flores, F. (2024). Química del medio ambiente. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~fgarciac/qma_practica_4.html
- Global Composites. (2024). Agua de mar (sea water). <https://www.globalcomposites.es/glossary/agua-de-mar-sea-water/>
- Kluth Campos, R., Dattus Torres, D., y Campos Naula, H. (2021). Ventajas nutritivas y terapéuticas del agua de mar en el Ecuador durante pandemia. South Florida Journal of Development, 2(4), 5456–5471. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n4-079>
- López Sandoval, J. A. (2022). Unidad de aprendizaje: Anatomía de plantas. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas. <https://core.ac.uk/download/pdf/55525643.pdf>
- Mettler Toledo. (2024). ¿Qué es la densidad? https://www.mt.com/int/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/density-measurement.html
- Paricio, J. (2020). Adenosín trifosfato. e-Lactancia. <https://www.e-lactancia.org/breastfeeding/c10h16n5o13p3/writing/>
- Ramírez Ortega, A., y Cámara Hurtado, M. (2012). Los oligoelementos de la naturaleza. Revista de la Asociación de Dietistas de España, 16(1), 12–19. <https://www.rade.es/imageslib/doc/1V16N1-ramirez%20ortega-oligoelementos.pdf>
- Universidad Central de Venezuela. (2020). El concepto de ion. Guao. <https://www.guao.org/sites/default/files/Concepto%20de%20ion.pdf>
- Universidad de Granada. (2024). Plasmólisis y turgencia. Facultad de Ciencias. <https://fciencias.ugr.es/images/stories/documentos/semanaCiencia2011/guionBiologiaCelular.pdf>
- Van der Jagt, Y. (2024). De smaak van de zee: verpakt in pakjes, flessen of in een steen [El sabor del mar: en bolsas, botellas o en piedra]. Uit de Keuken van 8. <https://uitdekeukenvan8.nl>
- ViveroBeachClub. (2024). Cocinar con agua de mar: un secreto de la cocina mediterránea. Vivero. <https://elviverositges.com/cocinar-con-agua-de-mar/>
- Winbi. (2020). Cómo el agua de mar realza los sabores en la cocina. <https://www.winbiaguadamar.com/noticias/id9-como-el-agua-de-mar-realza-los-sabores-en-la-cocina.html>
- Multianalítica S.A. (2016–2025). Informes de resultados fisicoquímicos INF.DIV-FQ.24981, INF.DIV-FQ.44405a, INF.DIV-FQ.53593a, INF.DIV-FQ.63445a, INF.DIV-FQ.109795a. Agua de mar

purificada y envasada “Esencia Marina”. Laboratorio acreditado SAE N° LEN 09-008. Quito, Ecuador.