

Propuesta de procedimiento para la obtención de sal verde a partir de *Salicornia bigelovii* en la salina El Real

Proposed procedure for obtaining green salt from *Salicornia bigelovii* at the El Real salt mine

Roxana María Ruíz Vega¹ roxana5026@gmail.com <https://orcid.org/0009-0001-0985-7727>

Rosalesmi Rodríguez Odel¹ rosyodel@gamil.com <https://orcid.org/0009-0009-4136-9844>

Yolexis Roberta Cardona Soberao¹ yolexis.cardona@reduc.edu.cu <https://orcid.org/0000-0002-0042-5805>

Liolbys de Miranda Rodríguez¹ liolbysdemiranda@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3464-1135>

William Agustín Corchete Domínguez¹ corchetedominguezwilliam@gmail.com <https://orcid.org/0009-0005-0968-7587>

Mercedes Caridad García González¹ mercedesgarciagonzalez61@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4785-8605>

1 - Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

*Correspondencia: yolexis.cardona@reduc.edu.cu

<https://doi.org/10.70373/RB/2026.11.02.4>

Resumen

El consumo de sal verde producida a partir de *Salicornia* es nutricionalmente más beneficioso que la sal de mesa pues esta tiene cantidades significativas de nutrientes beneficios para la salud. El objetivo de la investigación fue elaborar un procedimiento para la obtención de la sal verde a partir de ***Salicornia bigelovii***, planta halófila que presenta una tolerancia a la salinidad, siendo un cultivo alternativo prometedora en áreas propensas a la salinidad para la obtención de una sal orgánica gourmet de alta calidad. De los métodos teóricos fueron empleados el análisis y síntesis, inductivo y deductivo. De los métodos empíricos fueron empleados la revisión bibliográfica y una encuesta. Se concluye que el procedimiento obtenido para la elaboración de la sal verde, es factible para su implementación en la salina El Real, Santa Lucía en Camagüey, por poseer las condiciones requeridas: cultivos de ***Salicornia bigelovii***, infraestructura disponible y personal capacitado, lo que permitirá reemplazar la sal cloruro de sodio en los alimentos, además, la innovadora producción de sal verde permitirá obtener un valor agregado a la entidad.

Palabras clave: procedimiento; sal verde; ***Salicornia bigelovii***; salud.

Abstract

Consuming green salt produced from *Salicornia bigelovii* is nutritionally more beneficial than table salt, as it contains significant amounts of nutrients that are beneficial for health. The objective of the research was to develop a procedure for obtaining green salt from *Salicornia bigelovii*, a halophyte plant that is tolerant to salinity and a promising alternative crop in salinity-prone areas for obtaining high-quality gourmet organic salt. Theoretical methods employed included inductive and deductive analysis and synthesis. Empirical methods included a literature review and a survey. It is concluded that the procedure developed for producing green salt is feasible for implementation at the El Real salt mine in Santa Lucía, Camagüey, as it meets the required conditions: *Salicornia bigelovii* crops, available infrastructure, and trained personnel. This will allow it to replace sodium chloride salt in food. Furthermore, the innovative production of green salt will provide added value to the organization.

Keywords: procedure; green salt; *Salicornia bigelovii*; health.

Introducción

La alimentación además de ser un hecho meramente biológico es también un acontecimiento social, el consumo de alimentos se relaciona con los gustos y las emociones, al igual que con los aspectos sociales, culturales y de salud⁽¹⁾. Es posible advertir que, a pesar de las influencias del progreso tecnológico para facilitar la vida, un gran porcentaje de la población en el mundo sufre de enfermedades cardiovasculares o renales provocada por diferentes alimentos y consumo excesivo de algunas sustancias como la sal⁽²⁾.

El consumo de la sal de mesa tradicional (NaCl) es una de las razones que genera mayor dificultad para la mejora y estabilidad de dichas enfermedades. Un área geográfica particularmente afectada por este problema es Latinoamérica y el Caribe. Las tasas de hipertensión arterial en el área se ubican entre cerca del 20 % y el 40 %, que se encuentra entre los más altos en el mundo. ⁽³⁾

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha demostrado gran preocupación por este problema y ha incrementado en, número y alcance, los esfuerzos para reducir la ingesta de sodio a través de cambios de política, educación sanitaria e intervenciones comunitarias. Por lo tanto, existe un interés continuo tanto científico como industrial en encontrar alternativas sostenibles para reemplazar la sal de sodio en los alimentos. ⁽⁴⁾

El efecto positivo de las plantas sobre la fisiología humana se ha ampliado. Durante mucho tiempo, los vegetales se han utilizado para el tratamiento de diversas enfermedades y, en la actualidad, se han convertido en un tema de importancia mundial, con implicaciones tanto económicas como medicinales⁽⁵⁾.

En respuesta a esta situación, han surgido diversas alternativas a la sal de mesa, entre las cuales destacan las halófitas como un candidato prometedor debido a sus propiedades funcionales. ⁽⁶⁾

El creciente interés y la aceptación de los alimentos funcionales ha generado una nueva vía de mercado para los halófitos con el descubrimiento de diferentes compuestos bioactivos, que ayudan a funciones corporales específicas además de ser nutritivos⁽⁴⁾. Las plantas halófitas presentan una tolerancia a la salinidad en el rango de 10 dS/m a 30 dS/m sin comprometer la calidad del rendimiento final, siendo un cultivo alternativo prometedor en áreas propensas a la salinidad⁽⁷⁾. Producen 2 t/ha de semilla (28 % de aceite y 31 % de proteína), muy parecido al rendimiento y calidad de la semilla de soja. Su potencial fitorremediador se evidencia en suelos con textura arcillosa, sin embargo, puede realizar todos sus procesos fisiológicos en cualquier suelo. ⁽⁸⁾

Entre diversas halófitas, *Salicornia* ha ganado un lugar único en el mercado mundial de alimentos funcionales debido al reconocimiento de su rico perfil fitoquímico bioactivo⁽⁴⁾. En el uso alimentario para humanos tiene un sabor salado con una contextura crujiente lo que lo vuelve perfecto para el uso de ensaladas gourmet con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antitumorales, los brotes se transforman en bebidas como Nuruk (un tipo de iniciador de fermentación) ayudando con la propagación de los microorganismos actores importantes en la fermentación, Makgeolli (un vino de arroz coreano) o vinagre, mejorando la calidad del mismo; por otro lado sirven de consumo como sal dietética como fuente de cloruro de sodio (NaCl). ⁽⁸⁾

El consumo de sal verde producida a partir de *Salicornia* es nutricionalmente más beneficioso que la sal de mesa ya que *Salicornia* tiene cantidades significativas de nutrientes principales: proteínas, carbohidratos, potasio, calcio y magnesio. También, el ácido transferúlico (y algunos otros antioxidantes) presentes en esta planta proporciona protección contra la disfunción vascular y la hipertensión, por lo que la ingesta de sal verde ha mostrado un menor efecto hipertensivo, normalmente asociado con la sal de mesa regular. ⁽⁴⁾

Aunque la industria de la sal verde aún está en ciernes, debido a la creciente tendencia de consumir sal verde por sus beneficios para la salud, varios fabricantes están promoviendo activamente la sal verde en el mercado global, específicamente en los Estados Unidos y Corea del Sur, donde ofrecen sal verde en dos formas diferentes: polvo y gránulos. ⁽⁹⁾

Se considera que Cuba no resulta una excepción en la tendencia a explotar las *Salicornias*, como nación subdesarrollada que necesita de la alimentación sostenible de la población, por lo que se introduce esta alternativa como una nueva opción en la alimentación sana. En la provincia de Camagüey se dan los

primeros pasos para el aprovechamiento sostenible de esta planta e incluirla en los planes de desarrollo local. ⁽¹⁰⁾

De ahí que, el objetivo de la investigación es elaborar un procedimiento para la obtención de la sal verde a partir de *Salicornia bigelovii* en la salina El Real, Santa Lucía en Camagüey.

Materiales y métodos

Se efectuó un análisis de la bibliografía disponible para determinar el estado actual del conocimiento científico sobre sal verde. Se recopiló información tanto teórica como estudios empíricos previos relacionados con el objetivo de establecer fundamentos teóricos sólidos que permitieran proponer un procedimiento para la obtención de la sal verde a partir de *S. bigelovii*.

Para ello se consultó bases de datos y buscadores académicos como Scielo, Web of Science, Scopus, Science Direct y Google Scholar. Se seleccionaron tantos documentos tanto en idioma inglés, español y portugués, la mayoría publicados en los últimos cinco (5) años, que abordaran concretamente el tema de sal verde o sustitutos de sal a base de *Salicornia*.

Se aplicó una encuesta a 11 especialistas. El muestreo fue aleatorio simple, no probabilístico conformado por cuatro licenciados en Ciencias Alimentarias, seis ingenieros químicos y un microbiólogo, todos laboran en la Universidad Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz.

Se solicitó la validación de la propuesta a estos especialistas utilizando el método de consenso por grupo nominal, los que cumplieron con los siguientes criterios:

Categoría docente (Profesor Titular o Auxiliar).

Años de experiencia profesional e investigativa (entre 10 y más de 20 años).

Se les presentó a los especialistas la encuesta que incluyó los siguientes aspectos:

- a). El procedimiento incluye todas las etapas necesarias para garantizar la calidad e inocuidad del producto.
- b). Si hay etapas redundantes o faltantes.
- c). En cuanto al orden de las etapas (limpieza → corte → deshidratación, etc.), si son técnicamente coherente, por lo que aseguran que se evite la contaminación cruzada entre estas.
- d). Si considera que el método de limpieza y desinfección propuesto serán efectivos contra patógenos comunes en los vegetales.
- e). La temperatura y tiempo propuesto en la etapa de deshidratación preservarán los nutrientes en la *Salicornia*.

- f). El tamaño de partícula a obtener cumple con estándares de calidad para ser utilizada como sal de mesa.
- g). El envase propuesto garantiza estabilidad microbiológica y sensorial a largo de las etapas.
- h). Si los equipos propuestos (por ejemplo: deshidratadores, trituradoras) son accesible en Cuba.
- i). Si el proceso es escalable a nivel industrial sin perder calidad.
- j). Considera que la sal verde obtenida reduce los riesgos de padecer enfermedades crónicas no transmisibles.

Para procesar la encuesta se estableció la siguiente escala:

C1. Muy adecuado (entre el 90 % y el 100 %)

C2. Adecuado (entre el 89 % y el 70 %)

C3. Poco adecuado (entre el 69 % y el 60 %)

C4. Inadecuado (por debajo de 60 %)

Se consideró con validez de contenido si más del 70 % de las consideraciones de los especialistas se encontraban dentro de las categorías de muy adecuado y adecuado.

Para el procesamiento y análisis de la información obtenida fue utilizado el paquete estadístico SPSS (Statistic Package for Social Science, Chicago Illinois, Versión 21.0) para Windows y como pruebas de estadística descriptiva se realizaron distribuciones de frecuencias absolutas y porcentajes. Los resultados fueron expresados en textos y tablas elaborados con los programas Microsoft Word y Microsoft Excel.

Resultados

De la revisión bibliográfica

Para destacar la importancia de la sal verde a partir de *S. bigelovii* a continuación se establece una comparación con la sal común en cuanto a diferentes parámetros de calidad: sabor y uso culinario, calidad nutricional e impacto en la salud.

Tabla 1. Comparación de la sal común con la sal verde a partir de *S. bigelovii*

Parámetros	Sal común	Sal verde
------------	-----------	-----------

Sabor y uso culinario	Tiene un sabor salado puro. Es la sal más utilizada en la cocina mundial. Se emplea para sazonar, conservar alimentos, y como ingrediente esencial.	Tiene un sabor salado más suave y menos agresivo, con un ligero toque a hierbas o vegetales marinos. Esto le da un perfil gustativo más complejo y menos intenso. Se utiliza en la cocina gourmet, especialmente en platos que buscan resaltar sabores naturales y frescos. También es popular en la cocina saludable y vegana por su origen natural y su perfil nutricional.
Calidad nutricional	Está compuesta mayoritariamente por cloruro de sodio (NaCl), con algunos minerales, dependiendo de su origen. Algunas sales comunes están enriquecidas con yodo.	Contiene menos sodio que la sal común y es rica en minerales como magnesio, potasio y calcio. También puede contener antioxidantes y otros compuestos bioactivos. Al ser un producto menos procesado y de origen vegetal, mantiene más nutrientes naturales en comparación con la sal común refinada.
Impacto en la salud	El consumo excesivo de sal común está asociado con un aumento del riesgo de hipertensión, enfermedades cardíacas, derrames cerebrales y problemas renales. Es esencial en pequeñas cantidades para el funcionamiento corporal.	Al tener un contenido de sodio más bajo, el riesgo de los problemas de salud relacionados con el sodio se reduce. Proporciona una opción más saludable debido a su menor contenido de sodio y su aporte de minerales esenciales. Además, puede tener beneficios antioxidantes y antiinflamatorios gracias a los compuestos presentes en la salicornia.

Propuesta de procedimiento para la obtención de sal verde

Etapas del proceso de obtención de sal verde.

Todo proceso productivo consta de etapas fundamentales que no pueden ser pasadas por alto y el proceso de obtención de sal verde no es la excepción. Varios han sido los científicos que se han dedicado al

estudio de la *S. bigelovii* como sustituto de la sal y, por ende, del proceso para obtener una sal a partir de dicha planta.

Procedimiento propuesto para obtención de sal verde a partir de *S. bigelovii*

Luego de un análisis minucioso y de la consulta de varias bibliografías se logró el diseño de un procedimiento para la obtención de sal verde a partir de *S. bigelovii*.

- Etapa 1: Limpieza y desinfección

Se recomienda que la limpieza se realice con agua de mar para eliminar cualquier residuo de arena, tierra u otro material no deseado en la superficie y posteriormente la planta se someta a un proceso de desinfección con una mezcla de lejía y agua dulce previamente preparada.

- Etapa 2: Selección y corte

Este proceso se realizará con el fin de la posterior deshidratación de la planta. Se sugiere que se ejecute con el empleo de tijeras. Los cortes deben garantizar el mayor aprovechamiento de la planta por lo cual se seleccionarán las mejores partes de la planta, descartando aquellas que estén dañadas o no cumplan con los estándares de calidad establecidos.

- Etapa 3: Deshidratación

Teniendo en cuenta estudios anteriores, esta etapa debe realizarse en una estufa u horno a baja temperatura, entre 40 °C y 50 °C por un período de tiempo de 24 horas a 48 horas.

- Etapa 4: Trituración

En esta etapa del proceso es fundamental tener en cuenta el tamaño de las partículas que se desea obtener, por lo cual es recomendable que se utilice un molino que garantice este parámetro. Entre los posibles equipos a utilizar se encuentra: Molino de rodillo o Molino de martillo.

- Etapa 5: Envasado

El envasado debe realizarse de forma manual cumpliendo con las medidas sanitarias adecuadas para mantener la inocuidad del producto, el mismo se envasará en bolsas de nylon totalmente herméticas y que protejan la sal de la luz, para evitar la decoloración.

- Etapa 6: Almacenamiento

Las bolsas de nylon con sal verde a partir de *S. bigelovii* se deben almacenar en un lugar seco y fresco, protegido de la luz y la humedad para preservar su calidad.

La producción de sal verde a partir de *S. bigelovii* requiere un control de calidad riguroso en cada etapa del proceso. En la etapa de lavado y desinfección es fundamental que el agua empleada sea limpia, libre de impurezas que puedan portar microorganismos no deseados en el proceso de producción.

Para la realización del corte de las plantas se deben emplear equipos y utensilios afilados y limpios, de esa manera se evita la contaminación y degradación de esta. La temperatura debe estar controlada durante el proceso de deshidratación para evitar la pérdida de nutrientes y garantizar una textura adecuada en el producto final. Todos los equipos e instrumentos utilizados durante todo el proceso deben estar limpios y desinfectados.

No por ser las etapas finales del proceso, el envasado y el almacenamiento dejan de tener requerimientos que garantizara la calidad de la sal verde. En el envase se deben incluir información precisa sobre el producto como fecha de elaboración, fecha de caducidad, lote, y condiciones de almacenamiento y en el lugar que se va a utilizar para guardar el producto final deben realizarse controles diarios para garantizar la temperatura y la humedad del local.

El control de la calidad es fundamental tanto al inicio como durante el proceso productivo y en la etapa final. Entre los aspectos a tener en cuenta para la sal verde ya como producto, se encuentran:

- Análisis sensorial: Realizar pruebas sensoriales (color, olor, sabor) para asegurar que el producto cumple con los estándares de calidad.
- Análisis microbiológico: Verificar que el producto esté libre de contaminantes microbiológicos.
- Pruebas de contenido nutricional: Asegurar que el contenido de minerales y otros nutrientes se encuentra dentro de los rangos esperados.

Validación por los especialistas del procedimiento propuesto

El procedimiento propuesto para la obtención de sal verde a partir de *S. bigelovii* fue validado por 11 profesores utilizando el método de consenso por grupo nominal, entre ellos:

- Siete con más de 15 años de experiencia.
- Cuatro con más de 20 años de experiencia.

Para que realicen sus valoraciones, se les presentó la propuesta y se les solicitó, mediante una encuesta que emitieran sus opiniones en el que debían categorizarlas en muy adecuado, adecuado, poco adecuado e inadecuado.

El 81,8 % (09) considera adecuado los aspectos a evaluar en la propuesta de diseño del procedimiento. No obstante, los especialistas realizan una serie de recomendaciones a tener presente en el escalado del

procedimiento y posteriormente en su montaje en la industria, entre las sugerencias aparecen tener en cuenta:

1. La sustentabilidad (si se minimiza el uso de agua, energía o químicos, si se gestionan los residuos generados (ejemplo en los recortes de la planta).
2. Los parámetros de calidad e inocuidad.
3. El cumplimiento normativo de los estándares nacionales/internacionales (el Codex Alimentarius, las Normas ISO).
4. Determinar si se garantiza la ausencia de metales pesados, toxinas o microorganismos patógenos.
5. Determinar el análisis bromatológico del producto final.
6. El costo-beneficio: si el procedimiento es económicamente viable comparado con la producción tradicional de sal.

Los autores consideran que todos los aspectos sugeridos contribuirán al perfeccionamiento del procedimiento.

Conclusiones

Se elabora un procedimiento para la obtención de sal verde a partir de *Salicornia bigelovii*, el cual tiene como etapas fundamentales: limpieza y desinfección, selección y corte, deshidratación, trituración, envasado y almacenamiento.

La validación de la propuesta mediante el método de consenso conformado por un grupo nominal resulta en la categoría de adecuado.

Referencias bibliográficas

1. Deossa Restrepo GC, Restrepo Betancur LF, Velásquez JE. Conocimientos y uso del sodio en la alimentación de los adultos de Medellín (Colombia). Perspectivas en Nutrición Humana [Internet]. 2017 [citado 22/05/2025]; 19 (1), 55-65. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082017000100055
2. Zuñiga Molina IR. Introducción al mercado de una alternativa al consumo de sal de mesa en la dieta diaria-sazonador sabor. [Internet]. Universidad Andina Simón Bolívar; 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14624/405>
3. Pasha MK, Blanco Metzler A. Reducción de sal en América Latina: plan regional de mercadeo social y comunicación; 2022. Disponible en: <https://www.paho.org/en/node/85921>

4. Ekanayake S, Egodawatta C, Attanayake RN, Perera D. From salt pan to saucepan: Salicornia, a halophytic vegetable with an array of potential health benefits. *Food Frontiers* [Internet]. 2023 [citado 20/05/2025]; 4 (2), 641-676. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/fft2.214>
5. Coc Coj O, Cámara Mota A, González Cortés N, Jiménez Vera R. La salicornia: una planta halófila con propiedades. *Revista Iberoamericana de Ciencias* [Internet]. 2020 [citado 20/05/2025]; 7 (1), 26-38. Disponible en: <http://www.reib.org/publicados/2020/jul/3800103.pdf>
6. Alfheaid HA, Raheem D, Ahmed F, Alhodieb FS, Alsharari ZD, Alhaji JH, BinMowyna MN, Saraiva A, Raposo A. Salicornia bigelovii, S. brachiata and S. herbacea: Their Nutritional Characteristics and an Evaluation of Their Potential as Salt Substitutes. *Foods* [Internet]. 2022 [citado 21/04/2025]; 11(21), 3402. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods11213402>
7. Izadi Y, Nabipour M, Ranjbar G. Investigation on germination and seedling growth of three Salicornia species in response to different levels of salinity stress originated from sodium chloride using Gompertz function. *Stresses Crop Sci* [Internet]. 2022 [citado 21/04/2025]; 15(1), 231–246. Disponible en: <https://doi.org/10.22077/escs.2020.3569.1880>
8. González Villaveces AF. Especies halófitas de importancia agrícola como alternativa de biorremediación de suelos con problemas de salinización en Colombia; 2022. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/challenge>
9. Cárdenas Pérez S, Piernik A, Chanona Pérez JJ, Grigore MN, Perea Flores MJ. An overview of the emerging trends of the Salicornia L. genus as a sustainable crop. *Environmental and Experimental Botany* [Internet]. 2021 [citado 21/04/2025]; 191, 104606. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104606>
10. Cardona Soberao YR, Chavéz Vaca VA, García González MC, Osoria Suárez C. Programa de capacitación para la explotación sostenible de especies de salicornia en la salina “El Real”. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun* [Internet]. 2023 [citado 12/05/2025]; 7 (12), 21-35. Disponible en: <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12edespfeb.0292>

Received: [17 marzo 2026] *Accepted:* [4 mayo 2026] *Published:* [15 septiembre 2026]

Citation: Ruíz, R; Rodríguez, R; Cardona, Y; Miranda, L; Corchete, W; García, M. Propuesta de procedimiento para la obtención de sal verde a partir de Salicornia bigelovii en la salina El Real *Bionatura*. 2026. Volumen 11, No 2. <https://doi.org/10.70373/RB/2026.11.02.4>

Peer review information: Bionatura thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are freely and permanently accessible online immediately after publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)