

**CALIDAD  
Y MEDIO AMBIENTE**  

---

**Quality and Environment**



# VALORIZACIÓN DE VALVAS DE *ARGOPECTEN PURPURATUS* EN LA FORMULACIÓN DE JABÓN EXFOLIANTE PARA REDUCIR RESIDUOS EN PIURA

JOCELLYN NALLELY PEÑA JIMENEZ\*

<https://orcid.org/0000-0002-6950-3568>

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial,  
Universidad César Vallejo, Perú

UBALDO IAIR TRELLES SALAZAR

<https://orcid.org/0000-0003-2840-6101>

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial,  
Universidad César Vallejo, Perú

GABRIEL ERNESTO BORRERO CARRASCO

<https://orcid.org/0000-0001-5485-9927>

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial,  
Universidad César Vallejo, Perú

Recibido: 22 de enero del 2026 / Aceptado: 16 de abril del 2026

Publicado: 15 de junio del 2026

doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2026.n50.8332>

**RESUMEN.** La presente investigación contribuye al cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 9 (industria, innovación e infraestructura), al promover tecnologías limpias e infraestructuras resilientes. El objetivo de este trabajo fue elaborar un jabón exfoliante mediante el proceso de saponificación a partir de aceite de oliva e hidróxido de sodio, empleando como insumo las valvas de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) para reducir la acumulación de residuos orgánicos en Piura. Se desarrolló una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. Se utilizaron de 30 a 40 kilogramos de valvas y participaron en este estudio 20 personas; el principal instrumento

---

Este estudio no fue financiado por ninguna entidad.

\* Autor corresponsal.

Correos electrónicos en orden de aparición: [jpenaji@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jpenaji@ucvvirtual.edu.pe); [utrelless@ucvvirtual.edu.pe](mailto:utrelless@ucvvirtual.edu.pe); [gborrero@ucv.edu.pe](mailto:gborrero@ucv.edu.pe)

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

de medición fue la hoja de cálculo de proyección ambiental. Entre las 28 formulaciones preparadas, solamente las formulaciones C2H2R1 y C3H2R1 presentaron las mejores propiedades sensoriales. La producción anual proyectada fue de 9 096 000 unidades de jabón para el año 2025. El costo unitario del jabón fue S/ 4,86 y su precio de venta fue S/ 6,32, obteniéndose una relación beneficio/costo de 1,30, un VAN positivo de S/ 30 115 277,41 y una TIR de 32 %. Además, se evidenció una reducción estimada del 11 % en la acumulación de conchas en la zona de estudio, lo que demostró la viabilidad técnica, económica y ambiental del aprovechamiento del residuo al final del trabajo realizado.

PALABRAS CLAVE: desarrollo sostenible / jabón exfoliante / evaluación económica / impacto ambiental / reciclaje

## VALORIZATION OF ARGOPECTEN PURPURATUS SHELLS IN THE FORMULATION OF EXFOLIATING SOAP FOR WASTE REDUCTION IN PIURA

ABSTRACT. This research contributes to the achievement of SDG 9: Industry, Innovation, and Infrastructure by promoting clean technologies and resilient infrastructures. The objective of this work was to produce exfoliating soap through the saponification process using olive oil and sodium hydroxide, incorporating scallop shells (*Argopecten purpuratus*) as a raw material to reduce the accumulation of organic waste in Piura. An applied research study was conducted with a quantitative methodology and a quasi-experimental design. Between 30 and 40 kg of shells were used, and 20 participants were involved in the study, using an environmental projection spreadsheet as the main measurement instrument. Among the 28 formulations prepared, only formulations C2H2R1 and C3H2R1 exhibited the best sensory properties. For 2025, the projected annual production 2025 was 9 096 000 soap units. The unit cost of the soap was PEN 4,86, and its selling price was PEN 6,32, yielding a benefit-cost ratio of 1,30, a positive NPV of PEN 30 115 277,41, and an IRR of 32 %. Additionally, an estimated 11 % reduction in shell accumulation was observed in the study area, demonstrating the technical, economic, and environmental feasibility of waste valorization at the end of the work done.

KEYWORDS: sustainable development / exfoliating soap / economic evaluation / environmental impact / recycling

## INTRODUCCIÓN

La actividad acuícola peruana, en especial la vinculada a la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), origina volúmenes importantes de residuos sólidos, principalmente valvas. En el Perú, estas valvas representan una fracción significativa del peso total del organismo y generan problemas de disposición final, además de costos adicionales en el proceso productivo (Loayza Aguilar et al., 2023). A escala internacional, la literatura sobre gestión de residuos de conchas advierte que estos materiales aún suelen manejarse como desechos y, en muchos casos, son dispuestos como residuos domésticos o sometidos a incineración, por lo que su recolección organizada y valorización resultan necesarias para reducir su impacto ambiental (Topić Popović et al., 2023). Asimismo, en destinos costeros, la presencia de residuos marinos afecta la experiencia recreativa y la sostenibilidad turística, ya que disminuye la satisfacción de los visitantes y puede desincentivar la visita a playas afectadas por *litter* marino (Panwanitdumrong & Chen, 2022).

Montenegro et al. (2024) señalaron que los exoesqueletos de animales marinos, procedentes de actividades industriales como la pesca y la extracción de arena marina, pueden reutilizarse como una fuente rica en carbonato de calcio, lo que evidencia su potencial de aprovechamiento dentro de esquemas de valorización de residuos. Asimismo, las conchas marinas constituyen una de las fuentes naturales más concentradas de este mineral, con proporciones cercanas al 99 % de  $\text{CaCO}_3$ , lo que favorece su procesamiento para la obtención de nuevos productos y su incorporación en enfoques de economía circular. A escala global, Azarian y Sutapun (2022) refieren que millones de toneladas de residuos biogénicos de conchas son eliminadas anualmente en vertederos, lo que genera contaminación ambiental; por ello, su transformación en biomateriales de valor agregado constituye una alternativa ecoeficiente. En esa misma línea, Del Castillo Luis et al. (2023) sostienen que el carbonato de calcio obtenido de las conchas no es aprovechado en su máximo potencial, pues su uso suele restringirse a aplicaciones de bajo valor, pese a sus posibilidades de innovación industrial.

En el caso peruano, las valvas de concha de abanico han comenzado a ser aprovechadas en aplicaciones de valorización con fines ambientales e industriales. En esa línea, se han desarrollado *pellets* elaborados a partir de desechos de conchas de abanico y otros residuos hidrobiológicos para la remoción de metales pesados en agua, lo que evidencia el potencial de este subproducto en tecnologías de tratamiento hídrico (Ministerio de la Producción, 2020). Asimismo, Mauricio Villarrial y Farfán Córdova (2021) demostraron que la cal obtenida de conchas de abanico puede incorporarse al concreto estructural, destacando su aprovechamiento debido al alto contenido de calcio presente en la valva. Estos antecedentes muestran que las valvas de concha de abanico presentan condiciones favorables para su reutilización en procesos de valorización.

La región Piura reúne una proporción importante del procesamiento nacional de concha de abanico y presenta problemas recurrentes asociados a la acumulación de residuos. Desde el 2019, las autoridades locales vienen alertando sobre los efectos adversos observados en las zonas costeras de Sechura y Paita. En la bahía de Sechura, se ha reportado que la falta de infraestructura para la recolección y el escaso tratamiento de los residuos propiciaron su disposición incontrolada en espacios habilitados por la municipalidad, lo que ha generado riesgos ambientales y sanitarios asociados a la acumulación de materia orgánica y a la ausencia de control adecuado (Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos [Anfaco], 2020).

En este escenario, la presente investigación se vincula con el objetivo de desarrollo sostenible 9 (industria, innovación e infraestructura), orientado a impulsar tecnologías limpias, consolidar industrias sostenibles y promover infraestructuras resilientes. Desde esa perspectiva, la transformación de las valvas de concha de abanico en jabón exfoliante se plantea como una alternativa innovadora para valorizar residuos orgánicos, reducir los impactos ambientales y sanitarios derivados de su acumulación, e impulsar la creación de una microindustria local basada en los principios de economía circular.

Asimismo, la ONG Ayuda en Acción Perú (2023) reportó que cerca del 70 % de las conchas de abanico se desecha como residuo, mientras que el 30 % restante se procesa primariamente y se envía a otros centros para continuar su transformación y exportación. Este limitado nivel de aprovechamiento coincide con diagnósticos técnicos realizados en la bahía de Sechura, los cuales advierten una escasa o nula aplicación de técnicas de aprovechamiento de residuos de valvas vacías y partes blandas, así como la ausencia de una solución definitiva para su disposición final; aunque existen tecnologías para su valorización, estas requieren mayor promoción e implementación (Anfaco, 2020). En un plano más amplio, la literatura especializada señala que millones de toneladas de residuos biogénicos de conchas son eliminados anualmente en vertederos, por lo que su transformación en biomateriales de valor agregado constituye una alternativa ambiental y económicamente más sostenible (Azarian & Sutapun, 2022).

En este contexto, diversos estudios han evidenciado que los residuos marinos ricos en carbonato de calcio pueden ser aprovechados como insumos en productos cosméticos y de cuidado personal. Salsabila et al. (2021) desarrollaron jabones naturales a partir de subproductos de mariscos, obteniendo formulaciones estables y seguras para la piel. De manera similar, Sisodiya et al. (2024) demostraron que la incorporación de materiales minerales naturales en jabones mejora sus propiedades exfoliantes y dermatológicas. Por otro lado, Del Castillo Luis et al. (2023) señalaron que el carbonato de calcio biogénico obtenido de residuos de vieiras puede sustituir al carbonato de calcio inorgánico en diversas industrias peruanas, mientras que Mauricio Villarrial y Farfán Córdova (2021) demostraron el aprovechamiento de la cal de concha de abanico debido a su alto contenido de calcio.

En conjunto, estos antecedentes respaldan el potencial de las valvas de *Argopecten purpuratus* como materia prima para el desarrollo de productos con valor agregado, entre ellos formulaciones exfoliantes de interés ambiental y comercial.

Frente a esta problemática, se propone una alternativa sostenible e innovadora: reutilizar las valvas de concha de abanico para su transformación en jabón exfoliante. Esta alternativa permite reducir la contaminación, generar oportunidades económicas locales y fomentar la economía circular. De esta manera, la propuesta contribuye a la reducción de residuos en zonas costeras, la protección ambiental y la creación de un producto con valor agregado, alineado con los principios de sostenibilidad e innovación del objetivo 9.

El objetivo general de la presente investigación consistió en desarrollar un jabón exfoliante mediante la saponificación de aceite de oliva e hidróxido de sodio, utilizando como insumo valvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), con la finalidad de disminuir la acumulación de residuos en Piura. A partir de este logro a alcanzar, se derivan objetivos específicos orientados a evaluar las operaciones más eficientes de transformación, las características físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del jabón, así como su viabilidad económica y ambiental. En este sentido, la investigación busca demostrar que la valorización de residuos acuícolas puede generar beneficios sociales, ambientales y económicos para la región.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- 1.1. Determinar las operaciones más eficientes para el tratamiento previo de la materia prima y la transformación de las valvas de *Argopecten purpuratus* en la elaboración del jabón exfoliante.
- 1.2. Determinar las características sensoriales del jabón exfoliante y evaluar su aceptación frente a un producto comercial de referencia.
- 1.3. Evaluar las características físicoquímicas y microbiológicas de los jabones elaborados, verificando su cumplimiento con la normativa vigente (NTP 319.073:1978).
- 1.4. Analizar la relación beneficio/costo y los efectos ambientales del proyecto para determinar su viabilidad económica y sostenibilidad.

## METODOLOGÍA

La investigación correspondió a un estudio aplicado, ya que estuvo orientada a plantear una respuesta práctica mediante la elaboración de un jabón exfoliante a base de valvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), con la finalidad de disminuir la acumulación de residuos marinos en las zonas costeras de Piura. El enfoque adoptado fue cuantitativo, debido a que se trabajó con la recopilación y el análisis de datos numéricos que permitieron valorar la disponibilidad de la materia prima y el potencial de uso de las

valvas en la formulación del jabón exfoliante. Para ello, se consideraron variables como el peso del residuo reutilizado, la cantidad de unidades obtenidas, los costos de producción, las propiedades fisicoquímicas del jabón, especialmente el pH y la dureza, así como la disminución del volumen de residuos. Asimismo, el diseño fue cuasiexperimental, puesto que se aplicó una intervención controlada en el proceso de elaboración del jabón con el propósito de evaluar su efecto tanto en el aprovechamiento de los residuos como en las características finales del producto.

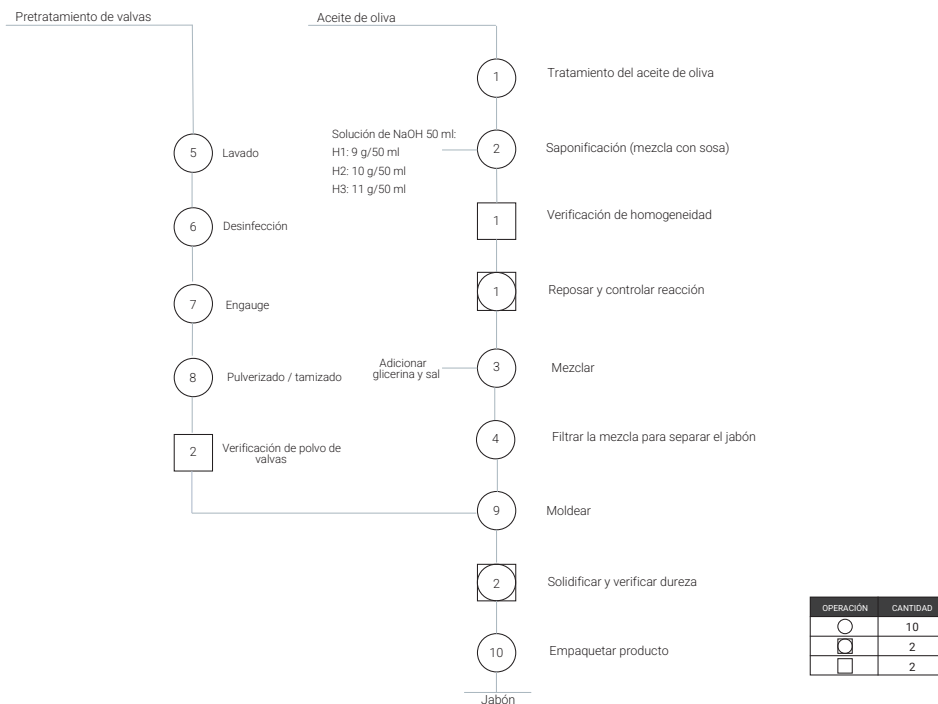
La cantidad de aceite de oliva utilizado en cada tratamiento experimental fue constante, se emplearon 20 gramos de aceite de oliva por formulación. Se ha tomado en cuenta que el aceite de oliva tiene una densidad menor que el agua, por lo que la equivalencia de volumen en mililitros (20 mL) no corresponde a la misma cantidad en gramos. Por lo tanto, se utilizaron 20 gramos de aceite de oliva como base constante para la formulación del jabón exfoliante en todos los tratamientos.

### Proceso de elaboración del jabón

Tal como se observa en la Figura 1, el proceso productivo comprendió el pretratamiento de las valvas (*Argopecten purpuratus*) mediante limpieza con agua potable a presión, seguida de una desinfección por inmersión en hipoclorito de sodio al 5 % durante 5 minutos, enjuague con agua destilada, secado a temperatura ambiente por aproximadamente 2 horas, y posterior trituración y molienda hasta obtener un tamaño de partículas de 0,3-0,4 mm. La elección de este rango se sustentó en antecedentes que reportan partículas de dimensión comparable en jabones exfoliantes elaborados con abrasivos naturales, dentro de los cuales se verificó un desempeño adecuado en formulaciones cosméticas (Pantoja Pena et al., 2021). La saponificación se realizó a 80 °C empleando aceite de oliva (20 mL) y una solución alcalina de hidróxido de sodio (NaOH), evaluándose tres niveles de concentración: H1 = 9 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O, H2 = 10 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O y H3 = 11 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O. Al final de la reacción, se adicionó una solución de NaCl como agente precipitante y se incorporó glicerina como aditivo humectante/emoliente, con el fin de mejorar la suavidad, la retención de humedad y la sensación en la piel. El producto se filtra, se lava con agua destilada y luego se coloca dentro de un molde, donde se incorpora el polvo de valvas como agente exfoliante en tres niveles: C1 = 0,5 % (1,5 g), C2 = 2 % (6 g) y C3 = 3 % (9 g) por unidad experimental, con la finalidad de proceder a la solidificación del jabón durante 24 horas a temperatura ambiente. Finalmente, se retira el jabón del molde y se empaqueta. Las variables concentración de NaOH y carga de valvas (masa/% incorporado) se establecieron como factores experimentales (ver la Tabla 1), lo que permitió generar 27 tratamientos más un grupo control comercial. Se obtienen muestras de jabón para las evaluaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

**Figura 1**

*Diagrama de operaciones de proceso del jabón*



**Tabla 1**

*Tratamientos experimentales realizados*

Porcentaje de valvas (% p/p) (Factor 1)	Concentración de NaOH (g NaOH/mL H <sub>2</sub> O) (Factor 2)	Repeticiones	Fórmula de jabón
C <sub>1</sub> = 0,5 %	H <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub> R <sub>1</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> R <sub>1</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>1</sub> R <sub>1</sub>
C <sub>2</sub> = 2 %	H <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub> R <sub>1</sub>
	H <sub>3</sub>		C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> R <sub>1</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> R <sub>1</sub>
C <sub>3</sub> = 3 %			C <sub>1</sub> H <sub>3</sub> R <sub>1</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> R <sub>1</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> R <sub>1</sub>

(continúa)

(continuación)

Porcentaje de valvas (% p/p) (Factor 1)	Concentración de NaOH (g NaOH/mL H <sub>2</sub> O) (Factor 2)	Repeticiones	Fórmula de jabón
C <sub>1</sub> = 0,5 %	H <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub> R <sub>2</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> R <sub>2</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>1</sub> R <sub>2</sub>
C <sub>2</sub> = 2 %	H <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
	H <sub>2</sub>		C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
	H <sub>3</sub>		C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
C <sub>3</sub> = 3 %	H <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub> R <sub>2</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> R <sub>2</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> R <sub>2</sub>
C <sub>1</sub> = 0,5 %	H <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub> R <sub>3</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> R <sub>3</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>1</sub> R <sub>3</sub>
C <sub>2</sub> = 2 %	H <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub> R <sub>3</sub>
	H <sub>2</sub>		C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> R <sub>3</sub>
	H <sub>3</sub>		C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> R <sub>3</sub>
C <sub>3</sub> = 3 %	H <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub> R <sub>3</sub>
			C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> R <sub>3</sub>
			C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> R <sub>3</sub>
Grupo de control			GC1

Nota. Para el factor 2, se consideraron tres niveles de concentración: H1 = 9 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O, H2 = 10 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O y H3 = 11 g NaOH/50 mL H<sub>2</sub>O. Cada combinación experimental fue evaluada en tres repeticiones (R1, R2 y R3), además de un grupo de control comercial.

La evaluación sensorial fue realizada por 20 panelistas entre hombres y mujeres, quienes valoraron un total de 28 muestras (27 tratamientos experimentales y un control comercial) utilizando una escala hedónica de cuatro puntos (1 = poco aceptable; 2 = aceptable; 3 = bueno; 4 = muy aceptable). Los atributos evaluados fueron color, olor, textura, formación de espuma, poder exfoliante, sensación durante el enjuague y percepción en la piel.

Las pruebas se realizaron en condiciones controladas, garantizando que cada panelista evaluara las muestras de manera individual. Los datos fueron registrados en fichas de evaluación sensorial y, posteriormente, fueron procesados mediante estadística descriptiva (frecuencias y promedios).

La preparación del jabón exfoliante se realizó inicialmente a pequeña escala en un ambiente controlado, con la finalidad de ajustar las cantidades de materia prima e insumos

y controlar el pH. Luego, el proceso de elaboración del producto final (jabón con polvo de valvas como ingrediente exfoliante) se desarrolló en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, sede Piura, donde se aseguraron condiciones adecuadas de manufactura y control de calidad.

**Tabla 2**

*Esquema del diseño cuasiexperimental*

Grupo	Pretest	Tratamiento (X)	Postest (O)
GE	A	X	O1
GC	A	–	O2

*Nota.* GE corresponde al grupo experimental y GC al grupo control; A representa el pretest; X indica la aplicación del tratamiento, consistente en la elaboración del jabón exfoliante con valvas de *Argopecten purpuratus*; O1 y O2 señalan el postest del grupo experimental y del grupo control, respectivamente; el símbolo – indica ausencia de tratamiento.

El alcance de la investigación fue descriptivo y proyectivo, debido a que, además de evidenciar la acumulación y disposición inadecuada de residuos de valvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en zonas costeras de Piura, se propuso una alternativa sostenible para su aprovechamiento. Se elaboró un prototipo de jabón a pequeña escala en el laboratorio, para luego evaluar sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. A través de encuestas y análisis teóricos se evaluaron la aceptación del producto, la demanda potencial y sus efectos ambientales y económicos, considerando para ello la relación beneficio/costo.

Las variables de estudio fueron las siguientes:

- Variable independiente: elaboración de jabón exfoliante utilizando valvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
- Variable dependiente: disminución de residuos de valvas presentes en zonas costeras

Ambas variables se operacionalizaron en dimensiones que incluyeron propiedades fisicoquímicas, aceptación sensorial, volumen de residuos valorizados e indicadores de impacto ambiental.

La población de estudio estuvo integrada por las valvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) generadas como residuo en las zonas industriales de Paita y Sechura, en Piura, durante el periodo evaluado, así como por el personal relacionado con su manejo y disposición.

Los criterios de inclusión consideraron valvas en buen estado, recolectadas en zonas formales y sin contaminación peligrosa (p. ej., presencia de hidrocarburos/aceites, pinturas

o solventes, residuos químicos, material biológico en descomposición o mezcla con residuos hospitalarios o industriales). Para la obtención del polvo de valvas, estas fueron lavadas, secadas y trituradas hasta obtener partículas finas, las cuales fueron sometidas a un proceso de tamizaje para asegurar una distribución adecuada del tamaño de las partículas. Adicionalmente, con el fin de reducir el riesgo de presencia significativa de sustancias tóxicas y mantener la inocuidad del insumo, en esta etapa se aplicaron criterios metodológicos de selección basados en la trazabilidad del origen, la inspección visual del material y su limpieza y desinfección previa. Este control resultó pertinente debido a que los bivalvos pueden bioacumular metales pesados, especialmente cadmio (Cd), en función de la calidad del agua, por lo que su vigilancia constituye un aspecto relevante de seguridad (Lin et al., 2021).

Asimismo, se reconoce que las conchas de abanico (matriz carbonatada biogénica) pueden interactuar con metales pesados y actuar como bioindicadores, lo que refuerza la pertinencia del tamizaje (Chenet et al., 2024). En caso de disponer de análisis instrumental, se recomienda cuantificar Pb, Cd y As mediante ICP-MS, técnica validada para la determinación de trazas metálicas en productos cosméticos terminados (ISO 21392:2021). Si no se cuenta con dichos ensayos, esta limitación se declara explícitamente y se plantea como trabajo futuro. Dado que no existe un registro oficial unificado del volumen total generado, la población de valvas se consideró no finita/indeterminada y se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

La muestra del insumo se estableció en aproximadamente 30 a 40 kilogramos de valvas, las cuales fueron recolectadas durante 30 días para la elaboración experimental, y participaron 20 personas para las pruebas de aceptación del jabón. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad de materiales y participantes (Arias González & Covinos Gallardo, 2021).

Para la recolección de datos se empleó la observación estructurada del proceso productivo, encuestas tipo Likert para medir la aceptación del producto y análisis de laboratorio para determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a la NTP 319.073:1978 (Instituto Nacional de Calidad, 2017).

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron únicamente a las muestras experimentales que obtuvieron mayor aceptación sensorial (C2H2R1 y C3H2R1).

Las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas se realizaron en un laboratorio acreditado, siguiendo los procedimientos de la NTP 319.073:1978 (versión vigente). Para el análisis fisicoquímico, la humedad se determinó mediante método gravimétrico por secado hasta peso constante; el pH se midió en una solución acuosa del jabón mediante potenciometría (pH-metría); y el índice de espuma se evaluó mediante ensayo de formación/estabilidad de espuma establecido en la norma técnica. En los ensayos

microbiológicos, el recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras se efectuó por recuento en placa (UFC/g), mientras que la *Escherichia coli* se determinó por el método del número más probable (NMP/g); asimismo, la detección y recuento de *Staphylococcus aureus* se realizó mediante el método microbiológico selectivo según los lineamientos normativos. Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos en la normativa aplicable para verificar su conformidad.

Los instrumentos de medición empleados fueron la ficha de transformación productiva, la lista de cotejo técnica, la ficha de resultados de laboratorio, el cuestionario de aceptación, la encuesta de mercado, la hoja de cálculo ambiental y la hoja financiera.

El análisis de datos comprendió el registro sistemático de los resultados experimentales y su procesamiento mediante estadística descriptiva y análisis comparativo. Para la evaluación sensorial se aplicaron pruebas de normalidad y, debido al incumplimiento del supuesto de normalidad, se recurrió a una prueba no paramétrica, específicamente Kruskal-Wallis, para identificar diferencias significativas entre los tratamientos. De igual forma, la información económica fue evaluada mediante indicadores de rentabilidad, entre ellos beneficio/costo (B/C), valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

Durante todo el proceso, se respetaron los principios éticos de investigación, garantizando la transparencia, honestidad, objetividad y respeto hacia las personas, el entorno y la propiedad intelectual.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten analizar tanto la factibilidad técnica y económica del proceso, como su impacto ambiental y sensorial. Las valvas recolectadas se caracterizaron por ser un material predominantemente mineral, compuesto principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) biogénico. Revisiones recientes sobre valvas de moluscos reportan contenidos de  $\text{CaCO}_3$  entre 94 % y 100 %, según la especie y la fase mineral predominante, lo que respalda su aprovechamiento como materia prima calcárea de valor agregado (Del Castillo Luis et al., 2023). Esta composición sustenta su potencial aplicación como agente exfoliante natural en formulaciones cosméticas. Su morfología, coloración y textura se conservaron adecuadamente durante el proceso de acondicionamiento, evidenciando la posibilidad de reutilizarlas sin perder sus características físicas de interés para la formulación.

### Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial evidenciaron diferencias perceptibles entre las formulaciones experimentales, principalmente asociadas a la carga de valvas (% p/p respecto a la masa total del jabón de 100 gramos) y a la concentración de hidróxido de

sodio (NaOH) empleada en la saponificación. El tratamiento C2H2R1, correspondiente a una formulación con 2 % de valvas (2 gramos por barra de 100 gramos) y 10 gramos de NaOH por 50 mililitros de agua, obtuvo el mayor puntaje global, alcanzando 535 puntos, mientras que el jabón comercial control (GC1) registró 484 puntos.

Es importante señalar que el aceite de oliva se mantuvo constante en todos los tratamientos (20 gramos por unidad experimental), por lo que no constituyó factor experimental. Las diferencias observadas en la percepción sensorial se atribuyen exclusivamente a las variaciones en la concentración del reactivo alcalino y en la carga de material exfoliante incorporado.

Los puntajes obtenidos para cada atributo evaluado se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Puntajes obtenidos en la evaluación sensorial de las formulaciones de jabón exfoliante*

	Apariencia	Color	Olor	Textura	Espuma	Exfoliación	Sensación al enjuagar	Sensación en la piel	TOTAL
C1H1R1	54	54	55	43	59	54	56	44	419
C1H1R2	54	54	55	43	59	54	56	44	419
C1H1R3	54	54	55	43	59	54	56	44	419
C1H2R1	58	58	70	45	59	54	70	36	450
C1H2R2	58	58	70	45	59	54	70	36	450
C1H2R3	58	54	55	43	59	54	56	44	423
C1H3R1	59	55	57	53	45	53	58	53	433
C1H3R2	59	55	57	53	45	53	58	53	433
C1H3R3	59	55	57	53	45	53	58	53	433
C2H1R1	42	40	43	41	43	41	44	44	338
C2H1R2	42	40	43	41	43	41	44	44	338
C2H1R3	42	40	43	41	43	41	44	44	338
C2H2R1	63	74	74	74	51	62	75	62	535
C2H2R2	63	74	74	74	51	62	75	62	535
C2H2R3	63	74	74	74	51	62	75	62	535
C2H3R1	58	57	42	56	69	57	56	51	446
C2H3R2	58	57	42	56	69	57	56	51	446
C2H3R3	58	57	42	56	69	57	56	51	446
C3H1R1	45	55	45	55	46	58	44	56	404
C3H1R2	45	55	45	55	46	58	44	56	404
C3H1R3	45	55	45	55	46	58	44	56	404
C3H2R1	62	61	61	61	75	60	63	58	501
C3H2R2	62	61	61	61	75	60	63	58	501

(continúa)

(continuación)

	Apariencia	Color	Olor	Textura	Espuma	Exfoliación	Sensación al enjuagar	Sensación en la piel	TOTAL
C3H2R3	62	61	61	61	75	60	63	58	501
C3H3R1	70	57	57	56	69	56	70	50	485
C3H3R2	70	57	57	56	69	56	70	50	485
C3H3R3	70	57	57	56	69	56	70	50	485
GC1	62	61	59	60	65	59	63	55	484

Nota. Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

Para el análisis sensorial se formularon las siguientes hipótesis estadísticas:  $H_0$ , que los datos presentan una distribución normal; y  $H_1$ , que no presentan una distribución normal. El criterio de decisión se estableció a partir del nivel de significancia ( $p$ ): cuando  $p < 0,05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ ; en cambio, si  $p \geq 0,05$ , no se rechaza  $H_0$ . Con base en ello, se aplicó la prueba de normalidad y sus resultados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

Resultados de la prueba de normalidad aplicada a las respuestas de la encuesta

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Apariencia	0,301	560	0,000	0,784	560	0,000
Color	0,355	560	0,000	0,783	560	0,000
Olor	0,238	560	0,000	0,860	560	0,000
Textura	0,279	560	0,000	0,845	560	0,000
Espuma	0,270	560	0,000	0,775	560	0,000
Exfoliación	0,388	560	0,000	0,713	560	0,000
Sensación_al_enjuagar	0,227	560	0,000	0,810	560	0,000
Sensación_en_la_piel	0,234	560	0,000	0,874	560	0,000

Nota. a: Corrección de significación de Lilliefors. gl: grados de libertad calculados en función del tamaño muestral ( $n = 560$ ). Sig.: nivel de significancia estadística (valor  $p$ ), calculado en SPSS mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors y de Shapiro-Wilk. Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

El tamaño muestral ( $n$ ) considerado para cada atributo sensorial fue 560 observaciones, valor obtenido a partir de la evaluación de 28 muestras (27 tratamientos experimentales y un control comercial) realizado por 20 panelistas ( $28 \times 20 = 560$ ). Dado que el tamaño de muestra es mayor a 50, se consideró como referencia principal la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, debido a que es la más recomendada para muestras de mayor tamaño.

Los resultados mostraron valores de significancia (p) inferiores a 0,05 en todas las variables analizadas, por lo que se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se determinó que los datos no seguían una distribución normal. En consecuencia, el análisis estadístico se realizó mediante métodos no paramétricos. Considerando que se compararon más de tres grupos independientes (27 tratamientos experimentales y un control), se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, apropiada para identificar diferencias significativas entre varios grupos cuando no se cumple el supuesto de normalidad.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0$ : No existen diferencias significativas entre los jabones respecto a sus características sensoriales.

$H_1$ : Existen diferencias significativas entre los jabones respecto a sus características sensoriales.

El criterio de decisión fue el siguiente: si  $p < 0,05$  se rechaza  $H_0$ ; si  $p \geq 0,05$  no se rechaza  $H_0$ . Los resultados derivados de la prueba de Kruskal-Wallis se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis aplicada a los atributos sensoriales*

	Estadísticos de prueba <sup>ab</sup>							
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Espuma	Exfoliación	Sensación_ alEnjuagar	Sensación_ en_la_piel
H de Kruskal-Wallis	232,051	240,888	256,375	247,336	244,126	161,562	268,582	115,082
gl	27	27	27	27	27	27	27	27
Sig. asintótica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Nota.* a: prueba de Kruskal Wallis. b: variable de agrupación - jabones experimentales. Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

La significancia estadística (p) fue  $\leq 0,05$  en todas las propiedades evaluadas, lo que evidencia diferencias significativas en la percepción sensorial de los jabones experimentales. A partir de este resultado, se compararon los puntajes asignados por los panelistas con el propósito de identificar la muestra experimental con mayor nivel de aceptación.

## Evaluación fisicoquímicas y microbiológicas

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras seleccionadas se presentan en las Tablas 6 y 7. Ambas formulaciones cumplieron con los requisitos establecidos en la NTP 319.073:1978. La muestra C2H2R1 presentó un valor de pH de 10,12, mientras que la muestra C3H2R1 registró un valor de pH de 10,48, ambos valores se encuentran dentro del límite máximo permitido (10,50). En cuanto a la humedad de estas muestras, los valores obtenidos fueron 13,42 % y 12,32 %, respectivamente.

Los resultados microbiológicos (ver la Tabla 8) evidencian ausencia de contaminación significativa, ya que todos los parámetros analizados se encontraron por debajo de los límites establecidos, lo que garantizó la inocuidad del producto.

**Tabla 6**

*Resultados fisicoquímicos del jabón C2H2R1*

Parámetro	Unidad	Resultado	Requisito*	Conclusión
Humedad	%	13,42	Máx. 30	CONFORME
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	10,12	Máx. 10,50	CONFORME
Índice de espuma	%	1,70		

*Nota.* \* Requisitos establecidos según la Norma Técnica Peruana NTP 319.073:1978. Resultados analíticos emitidos por Laboratorio ELAP (comunicación personal, 2025), derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

**Tabla 7**

*Resultados fisicoquímicos del jabón C3H2R1*

Parámetro	Unidad	Resultado	Requisito*	Conclusión
Humedad	%	12,32	Máx. 30	CONFORME
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	10,48	Máx. 10,50	CONFORME
Índice de espuma	%	1,96		

*Nota.* \* Requisitos establecidos según la Norma Técnica Peruana NTP 319.073:1978. Resultados analíticos emitidos por Laboratorio ELAP (comunicación personal, 2025), derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

**Tabla 8**

*Resultados microbiológicos de los jabones C2H2R1 y C3H2R1*

Parámetro	Unidad	Resultado
Recuento de aerobios mesófilos	UFC/g	< 10
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	NMP/g	< 3

(continúa)

(continuación)

Parámetro	Unidad	Resultado
Recuento de mohos	UFC/g	< 10
Recuento de levaduras	UFC/g	< 10
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	< 10

Nota. Resultados analíticos emitidos por Laboratorio ELAP (comunicación personal, 2025), derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

A partir del análisis de los ensayos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, se determinó que la muestra C2H2R1 fue la formulación experimental con mejor desempeño. Si bien C2H2R1 y C3H2R1 mostraron resultados semejantes en la evaluación sensorial, con una aceptable valoración por parte de los panelistas, y ambas cumplieron con los parámetros microbiológicos exigidos, la diferencia principal se evidenció en el análisis fisicoquímico. En cuanto al valor del pH de la muestra C2H2R1, esta registró un valor de 10,12, mientras que la muestra C3H2R1 alcanzó un valor de 10,48. Ambos valores se encuentran dentro del límite máximo permitido (10,50); sin embargo, la muestra C2H2R1 presenta un pH más cercano a los niveles recomendados para productos cosméticos alcalinos, lo que sugiere una mejor compatibilidad cutánea.

Respecto al índice de espuma, C3H2R1 presentó un valor ligeramente superior (1,96 %) en comparación con C2H2R1 (1,70 %). No obstante, esta diferencia no se considera determinante en la selección final, debido a que ambos valores se encuentran dentro de rangos funcionales aceptables y la evaluación sensorial del atributo espuma mostró mayor preferencia hacia la formulación C2H2R1. Por ello, considerando el equilibrio integral entre aceptación sensorial, estabilidad fisicoquímica (particularmente el pH), adecuado comportamiento espumante y conformidad microbiológica, la muestra C2H2R1 fue seleccionada como la mejor formulación experimental obtenida.

### Relación beneficio/costo y su impacto ambiental

El análisis financiero evidenció que la producción de jabón exfoliante a base de valvas de concha de abanico es económicamente viable. La relación beneficio/costo obtenido en la Tabla 9 se mantiene en 1,30 durante el periodo proyectado (2025-2038), lo que significa que por cada sol invertido se genera un retorno de S/ 1,30. Además, los ingresos anuales proyectados superan los costos de producción, lo que refleja un margen favorable de ganancia bajo los supuestos de precios y producción considerados. Las unidades proyectadas a vender por año se estimaron a partir de los resultados de la encuesta de intención de compra y la frecuencia promedio mensual de adquisición del producto, extrapolados a un periodo anual.

**Tabla 9**

*Relación beneficio/costo proyectado para la producción de jabón*

ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO				
		- Costo unitario promedio de producción (S/)	4,86	
		- Precio unitario de venta proyectado (S/)	6,32	
Año	Unidades proyectadas a vender por un año	Costo total (S/)	Ingreso total (S/)	Relación B/C
2025	9 096 000	44 206 560	57 486 720	1,30
2026	9 312 000	45 256 320	58 851 840	1,30
2027	9 540 000	46 364 400	60 292 800	1,30
2028	9 780 000	47 530 800	61 809 600	1,30
2029	10 020 000	48 697 200	63 326 400	1,30
2030	10 260 000	49 863 600	64 843 200	1,30
2031	10 500 000	51 030 000	66 360 000	1,30
2032	10 740 000	52 196 400	67 876 800	1,30
2033	10 980 000	53 362 800	69 393 600	1,30
2034	11 220 000	54 529 200	70 910 400	1,30
2035	11 460 000	55 695 600	72 427 200	1,30
2036	11 700 000	56 862 000	73 944 000	1,30
2037	11 940 000	58 028 400	75 460 800	1,30
2038	12 180 000	59 194 800	76 977 600	1,30

*Nota.* Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

Los resultados evidencian que la relación beneficio/costo se mantiene en 1,30 a lo largo del periodo proyectado (2025-2038), lo que indica que cada sol invertido genera un retorno de S/ 1,30. Este comportamiento respalda la viabilidad económica del proyecto bajo los supuestos de precios y producción establecidos.

Con base en la información previamente obtenida sobre la cantidad de jabón producida por año y el número de valvas empleadas por unidad, se elaboró la Tabla 10, donde se detalla la cantidad de valvas utilizadas en la producción de jabón durante los cinco años de evaluación.

### **Evaluación financiera (VAN y TIR)**

Con la finalidad de determinar la viabilidad financiera del proyecto, se calcularon los indicadores VAN y TIR, a partir de los flujos de caja proyectados para el periodo 2025-2038.

El VAN calculado fue de S/ 30 115 277,41, resultado que indica que el proyecto genera valor económico y supera la inversión inicial actualizada. Asimismo, la TIR alcanzó 32 %, valor superior a la tasa de descuento considerada, lo que respalda la viabilidad financiera y el atractivo del proyecto para su implementación. Estos resultados confirman que la producción del jabón exfoliante no solo es técnica y ambientalmente viable, sino también económicamente sostenible en el largo plazo.

### Evaluación ambiental

A partir de las proyecciones anuales de producción de jabón y del rendimiento promedio obtenido (32,05 gramos de jabón por kilogramo de valva), se estimó la cantidad total de valvas reutilizadas durante el periodo de evaluación. En la Tabla 10, se presenta la relación entre el peso de valvas empleadas y el volumen de jabón producido.

**Tabla 10**

*Correspondencia entre la cantidad de jabón producido y las valvas empleadas*

N.º	Peso de valvas utilizadas (kg)	Peso de jabón producido (kg)	Relación de peso de jabón/peso de valvas
1	28 379,52	909 600,00	32,05
2	29 053,44	931 200,00	32,05
3	29 764,80	954 000,00	32,05
4	30 513,60	978 000,00	32,05
5	31 262,40	1 002 000,00	32,05

*Nota.* Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

A partir de la Tabla 10, rendimiento promedio determinado (32,05 g jabón/kg de valva), se elaboró la proyección ambiental presentada en la Tabla 11. El porcentaje de disminución teórica de la acumulación se estimó considerando como línea base la cantidad total anual de residuos de valvas generados en las zonas industriales de estudio. El cálculo se realizó mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Disminución} = \left( \frac{\text{Cantidad de valvas reutilizadas}}{\text{Cantidad total estimada de valvas generadas anualmente}} \right) \times 100$$

Para el año 2025, al reutilizarse 28 379,52 kilogramos de valvas, se obtuvo una reducción aproximada del 11 % respecto al total anual estimado de residuos generados en dicho periodo.

**Tabla 11***Estimación de la disminución de residuos de valvas*

IMPACTO ESTIMADO				
- Rendimiento medio de jabón (g de jabón/kg de valva):				32,05
- Densidad promedio de las valvas (kg/m <sup>3</sup> ):				600
Estimación de reducción de residuos y acumulación				
Año	Cantidad de valvas recolectadas por año (kg)	Volumen reducido (m <sup>3</sup> )	Jabón producido (kg)	% de reducción teórica de la acumulación
2025	28 379,52	47,30	909 600,00	11

Nota. Resultados derivados de la tesis de pregrado no publicada de Peña Jiménez y Trelles Salazar (2025).

## DISCUSIÓN

El primer objetivo específico permitió identificar las operaciones más adecuadas a desarrollar para el tratamiento previo de la materia prima, proceso de saponificación y de transformación de las valvas de concha de abanico como materia prima en la elaboración de jabones exfoliantes, lo que resultó esencial para asegurar la calidad del producto final. Las fases de recepción, acondicionamiento, molienda e incorporación del material pulverizado al jabón demostraron ser determinantes para garantizar un proceso eficiente. La etapa de recepción y acopio destacó por su importancia en la selección de valvas en buen estado, libres de contaminación visible y aptas para su posterior procesamiento. El pretratamiento de las valvas constituye una etapa clave para su posterior revalorización, debido a que permite acondicionar adecuadamente el material, mejorar la calidad del insumo obtenido y disminuir los posibles impactos ambientales asociados a su manejo y aprovechamiento. De manera similar, Zayed et al. (2024) afirman que una manipulación adecuada de residuos orgánicos antes de su transformación tiene efectos directos en la eficiencia del proceso productivo y en las propiedades del producto final. En el presente estudio, la implementación de una limpieza y desinfección inicial permitió asegurar el cumplimiento de los estándares mínimos para su incorporación en el jabón obtenido con fines comerciales. Asimismo, el control de las variables críticas del proceso, como la temperatura durante la mezcla y el proceso de saponificación, a 80 °C, coincide con los aportes de Salsabila et al. (2021), quienes destacan que la estabilidad térmica de los componentes empleados influye en la calidad y consistencia del jabón. El mantenimiento de temperaturas adecuadas en las etapas de mezclado permitió obtener una textura uniforme y una buena formación de espuma, elementos claves en productos cosméticos de uso diario.

El uso de valvas molidas en concentraciones de 0,5 %, 2,0 % y 3,0 % con respecto al peso total del jabón (100 gramos por unidad experimental) está de acuerdo con lo

expuesto por Sisodiya et al. (2024), quienes demostraron que el uso de biomateriales naturales aporta beneficios funcionales adicionales, como propiedades exfoliantes y dermatoprotectoras. En este estudio, las partículas minerales, principalmente el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), presentes en las valvas, aportaron una textura fina y homogénea, dando lugar a un exfoliante natural que no altera la integridad de la piel. La exfoliación fue regulada mediante el control de la granulometría de las partículas (0,3-0,4 mm), lo que permitió una acción mecánica uniforme sin generar abrasión excesiva. Estos hallazgos del primer objetivo confirman que los residuos marinos pueden ser transformados mediante un proceso técnicamente viable, ambientalmente responsable y alineado con prácticas sostenibles aplicables en zonas costeras.

El segundo objetivo permitió determinar las características sensoriales del jabón exfoliante y evaluar su aceptación frente a un producto comercial de referencia (GC1). Los resultados sensoriales obtenidos coinciden con lo expuesto por Honcharov et al. (2024) y Sisodiya et al. (2024), quienes afirman que los atributos organolépticos como textura, aroma, color y sensación al tacto influyen directamente en la percepción de calidad del usuario. En comparación con el jabón comercial, la formulación C2H2R1 obtuvo un puntaje total superior (535 frente a 484), destacando principalmente en textura, olor y sensación al enjuagar, mientras que el producto comercial presentó menor percepción exfoliante.

La evaluación a través de la prueba de Kruskal-Wallis evidenció diferencias significativas entre las formulaciones ( $p < 0,05$ ), lo que demuestra que las variaciones en las proporciones de componentes en el jabón producen cambios perceptibles para los consumidores. Si bien en la Tabla 3 se observa que las formulaciones C2H2R2, C2H2R3, C3H2R2 y C3H2R3 presentan puntajes similares, la selección final de C2H2R1 y C3H2R1 se fundamentó en un análisis integral posterior, considerando no solo la aceptación sensorial sino también los resultados fisicoquímicos y microbiológicos, priorizando aquellas formulaciones con mejor equilibrio entre desempeño sensorial y parámetros técnicos de calidad. Asimismo, Salsabila et al. (2021) destacan que el equilibrio entre los parámetros fisicoquímicos, como humedad y pH, permite obtener jabones con mejor estabilidad y rendimiento sensorial. En el presente estudio, los valores de pH obtenidos fueron 10,12 para C2H2R1 y 10,48 para C3H2R1, mientras que la humedad registrada en ambas muestras fue de 13,42 % y 12,32 %, respectivamente, por lo que se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP 319.073:1978. Los índices de espuma para ambas muestras fueron de 1,70 % y 1,96 %, respectivamente, lo que evidencia un comportamiento espumante funcional en ambas formulaciones. La combinación de estos factores de granulometría controlada, proporción adecuada de valvas, equilibrio en la concentración de NaOH y estabilidad del pH confirma que es posible obtener un producto sensorialmente atractivo y competitivo empleando insumos de origen natural y sostenible.

El tercer objetivo estuvo orientado a evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de los jabones elaborados, con la finalidad de verificar su cumplimiento con los parámetros establecidos en la NTP 319.073:1978. Los valores obtenidos de pH, humedad e índice de espuma, así como la ausencia de microorganismos patógenos, están de acuerdo con lo señalado por Honcharov et al. (2024), quienes afirman que estos parámetros determinan la calidad, seguridad y funcionalidad de un jabón artesanal. La ausencia de bacterias patógenas y mohos demostró que el proceso de producción fue higiénico y adecuado, lo que garantizó la inocuidad del producto. Las ligeras diferencias observadas entre formulaciones pueden atribuirse a la proporción de valvas incorporadas y a la variación en la concentración de NaOH, debido a que el material exfoliante fue el mismo en todas las formulaciones, y se diferenciaba únicamente en su porcentaje de incorporación de valvas. El secado se realizó a temperatura ambiente durante 24 horas, lo que permitió la estabilización estructural del jabón antes de su evaluación.

El cuarto objetivo analizó la relación beneficio/costo y el impacto ambiental del proyecto, aspectos clave para determinar su viabilidad integral. La relación B/C obtenida de 1,30 evidenció que el proyecto es económicamente rentable, considerando costos de producción y proyección de ventas. Este hallazgo coincide con lo informado por Montenegro et al. (2024), quienes destacan que los modelos de aprovechamiento de residuos marinos pueden generar beneficios económicos sostenibles al transformar los desechos en productos comercializables.

En el plano ambiental, se logró una reducción del 11 % de la cantidad de residuos marinos. Este resultado demuestra que el proyecto contribuye progresivamente a la mitigación de la contaminación en zonas costeras.

En general, los resultados obtenidos según los cuatro objetivos trazados en este estudio confirman que la elaboración de jabones exfoliantes a partir de valvas de concha de abanico representa una opción viable desde el punto de vista técnico, sensorial, económico y ambiental, además de guardar coherencia con los principios de economía circular y de valorización de residuos marinos.

## CONCLUSIONES

La elaboración del jabón exfoliante empleando valvas de *Argopecten purpuratus* se consolidó como una alternativa técnicamente viable y ambientalmente pertinente para valorizar residuos marinos en la región de Piura. El uso de valvas recicladas permitió obtener un jabón con características sensoriales competitivas y una rentabilidad favorable; además, se evidenció una reducción aproximada del 11 % de la cantidad de desechos generados por la actividad pesquera, valor calculado mediante la relación entre la cantidad de valvas reutilizadas y la estimación anual de residuos generados en la zona de estudio. Estos

resultados confirman que la propuesta se alinea con los enfoques de economía circular y uso sostenible de los recursos locales.

La determinación de las operaciones más eficientes del proceso productivo permitió definir una secuencia técnica adecuada, la cual fue representada en el diagrama de operaciones de proceso (DOP) e incluyó las etapas de recepción y acopio, lavado y desinfección, secado, molienda (0,3-0,4 mm) de valvas, el proceso de saponificación a 80 °C, e incorporación de valvas pulverizadas y moldeo. Estas etapas resultaron determinantes para asegurar la calidad y estabilidad del jabón. El adecuado manejo de las valvas, junto con el control de la temperatura y de los tiempos de mezclado, garantizó la obtención de un producto con adecuada consistencia, dureza y capacidad de formación de espuma, mientras que la incorporación de polvo de valva en proporciones controladas de 0,5 %, 2 % y 3 % respecto al peso total del jabón (100 gramos por unidad experimental) brindó una acción exfoliante efectiva y regulada.

En la evaluación sensorial, las formulaciones obtenidas presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), destacando la variante C2H2R1 por su mayor aceptación integral, considerando no solo el puntaje total (535), sino también su equilibrio posterior con los resultados fisicoquímicos y microbiológicos. Esta formulación mostró características organolépticas favorables, como textura uniforme, aroma agradable y adecuada formación de espuma. Los ensayos fisicoquímicos confirmaron valores de pH de 10,12; 13,42 % de humedad, y 1,70 % de índice de espuma, mientras que los análisis microbiológicos evidenciaron ausencia de microorganismos patógenos, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NTP 319.073:1978, lo que garantiza la inocuidad y durabilidad del producto.

Desde el enfoque económico y ambiental, la propuesta mostró una rentabilidad sostenida y un impacto positivo sobre la gestión de residuos marinos. La relación beneficio/costo de 1,30 se obtuvo dividiendo el precio de venta proyectado por unidad (S/ 6,32) entre el costo promedio de producción (S/ 4,86). El VAN y la TIR se estimaron con base en los flujos de caja proyectados para el periodo 2025-2038; se obtuvo un VAN positivo de S/ 30 115 277,41 y una TIR del 32 %, superior a la tasa de descuento considerada, lo que evidencia la viabilidad financiera del proyecto. Paralelamente, la reducción del volumen de valvas desechadas confirma su contribución a la mitigación de la contaminación costera y al desarrollo de prácticas productivas más sostenibles.

En resumen, la elaboración de jabón exfoliante utilizando valvas de *Argopecten purpuratus* representa una alternativa sostenible con potencial uso en mercados locales, pues demuestra beneficios ambientales, sociales y económicos. Este enfoque integra la gestión responsable de residuos marinos con la generación de productos de valor agregado, aportando a la diversificación productiva y a la sostenibilidad regional.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

**Jocellyn Nallely Peña Jimenez:** conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, recursos, supervisión, validación, redacción: revisión y edición. **Ubaldo Iair Trelles Salazar:** *data curation*, análisis formal, investigación, metodología, recursos, *software*, visualización, escritura: borrador original. **Gabriel Ernesto Borrero Carrasco:** supervisión, validación metodológica, redacción: revisión y edición.

## DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE IA GENERATIVA

Los autores utilizaron herramientas de IA generativa únicamente para mejorar la redacción, gramática y claridad del manuscrito. La interpretación de resultados, análisis y conclusiones corresponden exclusivamente a los autores.

## REFERENCIAS

- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
- Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos. (2020). *Informe técnico. Evaluación de la gestión de los residuos del proceso de concha de abanico y propuestas de mejora*. Acuipisca Perú. [https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/07/InformeTecnico\\_GestionResiduosCA\\_v2\\_ANFACO-A7.3-para-RNIA.pdf](https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/07/InformeTecnico_GestionResiduosCA_v2_ANFACO-A7.3-para-RNIA.pdf)
- Ayuda en Acción Perú. (2023, 29 de noviembre). *Las conchas de abanico, una industria resiliente*. <https://ayudaenaccion.org.pe/actualidad/las-conchas-de-abanico-una-industria-resiliente/>
- Azarian, M. H., & Sutapun, W. (2022). Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review. *Frontiers in Materials*, 9, 1024977. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.1024977>
- Chenet, T., Schwarz, G., Neff, C., Hattendorf, B., Günther, D., Martucci, A., Cescon, M., Baldi, A., & Pasti, L. (2024). Scallop shells as biosorbents for water remediation from heavy metals: Contributions and mechanism of shell components in the adsorption of cadmium from aqueous matrix. *Heliyon*, 10(7), e29296. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29296>

- Del Castillo Luis, D., Palomino Achulla, A., Larios Francia, R., & Quino Favero, J. (2023). Sustitución del carbonato de calcio inorgánico por carbonato de calcio biogénico obtenido de residuos de las vieiras (*Argopecten purpuratus*) en las industrias peruanas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3640-3656. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4680](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4680)
- Honcharov, I., Vyshnevskaya, L., & Bodnar, L. (2024). Research on the development of solid soap composition for the prevention and treatment of psoriasis relapse. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 5(51), 47-54. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2024.313702>
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *Jabones y detergentes. Jabón de tocador. Requisitos (NTP 319.073:1978, revisada el 2017)*. DePerú.com. <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-319-073.html>
- International Organization for Standardization. (2021). *ISO 21392:2021. Cosmetics—Analytical methods—Measurement of traces of heavy metals in cosmetic finished products using ICP/MS technique*. <https://www.iso.org/standard/70854.html>
- Lin, Y., Lu, J., & Wu, J. (2021). Heavy metals pollution and health risk assessment in farmed scallops: Low level of Cd in coastal water could lead to high risk of seafood. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111768. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111768>
- Loayza Aguilar, R., Valencia Cruz, R., & Valencia Cruz, G. (2023). Carbono inmovilizado en las valvas provenientes de cultivos industriales de *Argopecten purpuratus* en el Perú y su potencial en el mercado de carbono. *Ecosistemas*, 32(2), 2461. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2461>
- Mauricio Villarrial, R. A., & Farfán Córdova, M. G. (2021). *Structural concrete modified with scallop shell lime*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(3), 380-388. <https://doi.org/10.7764/ric.00010.21>
- Ministerio de la Producción. (2020, 24 de febrero). *Residuos del langostino y conchas de abanico pueden mejorar calidad de agua para uso acuícola*. <https://rnia.produce.gob.pe/residuos-del-langostino-y-conchas-de-abanico-pueden-mejorar-calidad-de-agua-para-uso-acuicola/>
- Montenegro, V., Hernández, D., Domínguez, A., Vergara, F., Arrocha, J., & González-Valoys, A. (2024). Estabilización de suelos expansivos en Panamá con mezclas de residuos de concha de mar. *Revista Politécnica*, 54(1), 45-52. <https://doi.org/10.33333/rp.vol54n1.05>
- Pantoja Pena, D. W., Tonoli, G. H. D., Protásio, T. de P., de Souza, T. M., Ferreira, G. C., do Vale, I., Ferreira, I. M., & Bufalino, L. (2021). Exfoliating agents for skincare soaps obtained

- from the crabwood waste bagasse, a natural abrasive from Amazonia. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4441-4461. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01336-3>
- Panwanitdumrong, K., & Chen, C.-L. (2022). Are tourists willing to pay for a marine litter-free coastal attraction to achieve tourism sustainability? Case study of Libong Island, Thailand. *Sustainability*, 14(8), 4808. <https://doi.org/10.3390/su14084808>
- Peña Jiménez, J. N., & Trelles Salazar, U. I. (2025). *Elaboración de jabón exfoliante con valvas de Argopecten purpuratus para reducir residuos en Piura, 2025* [Tesis de pregrado inédita]. Universidad César Vallejo.
- Salsabila, W. S., Husein, Y. A., Rahmadsyah, Z., Rahmaniari, R., Ramadhan, L. O. A. N., & Alimin, A. (2021). Transparent collagen soap from shellfish (*Anadara granosa*) with additional oils from olae plant (*Etilingera calophrys*). *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 17(Supl. 2), 106-110. [https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/202104291536132020\\_0895\\_29.pdf](https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/202104291536132020_0895_29.pdf)
- Sisodiya, S., Gautam, S., Aneja, D., & Debnath, M. (2024). Exploring the usage of olive leaf and green synthesized olive leaf metallic nanoparticles as soap supplement for the formulation and optimization of innovative germicidal herbal soap. *Industrial Crops and Products*, 219, 119012. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119012>
- Topić Popović, N., Lorencin, V., Strunjak-Perović, I., & Čož-Rakovac, R. (2023). Shell waste management and utilization: Mitigating organic pollution and enhancing sustainability. *Applied Sciences*, 13(1), 623. <https://doi.org/10.3390/app13010623>
- Zayed, L., Gablo, N., Kalcakova, L., Dordevic, S., Kushkevych, I., Dordevic, D., & Tremlova, B. (2024). Utilizing used cooking oil and organic waste: A sustainable approach to soap production. *Processes*, 12(6), 1279. <https://doi.org/10.3390/pr12061279>