



## ECOSUNBODY Y LA PREVENCIÓN DE QUEMADURAS SOLARES EN EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR OTUZCO

## ECOSUNBODY AND THE PREVENTION OF SUNBURN AT THE OTUZCO HIGHER EDUCATION INSTITUTE

Juan Manuel López Otiniano  
jotiniano3@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0000-5434-6064>

Lili Madeleine Delgado Luján  
lili\_7\_01@hotmail.com  
<https://orcid.org/0009-0004-2148-7337>

Ana María Rojas Pissani  
arpissani@gmail.com  
ORCID: 0009-0004-6345-6360

**Instituto de Educación Superior Público "Otuzco", Otuzco – Perú.**

Sugerencia como citar: López, J.M., Delgado, L. M., Rojas, A.M. (2025). ECOSUNBODY y la Prevención de Quemaduras Solares en el Instituto de Educación Superior Otuzco. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 51-65, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

La investigación da cuenta de un estudio experimental realizado en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, en el que se propone principalmente determinar si el bloqueador solar natural ECOSUNBODY disminuye o no el riesgo de quemaduras solares. La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo de tipo experimental, con diseño cuasi-experimental de una sola aplicación, con método de doble ciego para garantizar objetividad en los resultados. La muestra estuvo integrada por 50 estudiantes de los tres programas de estudio. La prueba de comprobación T-Student arroja un p-valor = ,000; lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre el Grupo Experimental y Grupo Control, por lo que, se concluye que el bloqueador solar natural ECOSUNBODY reduce significativamente el riesgo de quemaduras solares. La propuesta de elaborar y verificar la eficacia de un bloqueador natural es relevante en un contexto en el que la población se mantiene ajena por desconocimiento o por conductas habituales sobre el verdadero impacto que tienen los rayos UV en nuestra piel, convirtiendo a ECOSUNBODY en una alternativa real, de gran impacto social y en el cuidado de la salud, a la vez que apertura un camino para futuros emprendimientos.

**Palabras clave:** Fotoprotección solar, Bloqueador natural, Radiación ultravioleta, Quemaduras solares.

### **Abstract**

This research presents an experimental study conducted among students of the Higher Education Institute of Otuzco, primarily aimed at determining whether the natural sunscreen ECOSUNBODY reduces the risk of sunburn. The study was carried out under a quantitative experimental approach, using a quasi-experimental one-shot design and applying a double-blind method to ensure objectivity in the results. The sample consisted of 50 students from the three academic programs offered by the institution. The T-Student test yielded a p-value = .000, indicating statistically significant differences between the Experimental Group and the Control Group. Therefore, it is concluded that the natural sunscreen ECOSUNBODY significantly reduces the risk of sunburn. The development and verification of a natural sunscreen are highly relevant in a context where the population remains unaware—either due to lack of knowledge or habitual behaviors—of the real impact that UV rays have on the skin. This positions ECOSUNBODY as a genuine alternative of great social and health impact, while also fostering awareness of skin care and opening opportunities for future entrepreneurial initiatives in sustainable dermatological protection.

**Keywords:** Solar photoprotection, Natural sunscreen, Ultraviolet radiation, Sunburns.

### **Introducción**

La salud de la piel constituye un componente esencial del bienestar humano, pues la exposición prolongada a la radiación ultravioleta (UV) del sol representa una amenaza creciente. Diversos estudios a nivel mundial advierten que el aumento de la radiación UV, potenciado por el calentamiento global y el deterioro de la capa de ozono, favorece la aparición de quemaduras solares, envejecimiento prematuro de la piel, inmunosupresión cutánea y, en última instancia, cáncer de piel (Tang, Yang & Yu, 2024). La capa de ozono, que actúa como un escudo natural al absorber gran parte de la radiación UV-B, se encuentra deteriorada en diversas zonas de la estratosfera, lo que debilita esta barrera protectora (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), más del 80 % de los casos de cáncer cutáneo están relacionados con una exposición solar excesiva sin protección. En consecuencia, el uso de ropa adecuada, bloqueadores solares y hábitos responsables de exposición resultan medidas esenciales para preservar la salud cutánea y reducir riesgos a largo plazo.

En Latinoamérica, esta situación adquiere mayor complejidad, dado que muchas poblaciones se ubican en zonas altas y cercanas al ecuador, dos factores que incrementan la exposición a la radiación UV. En este contexto, los programas de acción sobre la capa de ozono y la radiación UV alertan que la población sudamericana enfrenta un riesgo elevado de daño

cutáneo y enfermedades asociadas (Programa Acción Ozono en América Latina y el Caribe, 2023).

En Perú, esta problemática es igualmente grave. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ha registrado valores de índice de radiación ultravioleta (IUV) entre “muy alta” y “extremadamente alta” en ciertas zonas costeras y, especialmente, en la sierra, donde se ubican comunidades vulnerables ( $IUV \geq 11$ ) (SENAMHI, 2024). A mayor altitud, la incidencia de radiación UV aumenta debido a la atmósfera más delgada y la menor filtración de los rayos solares. En la región La Libertad, se han reportado IUV de 11 a 13 en zonas altas y en horas centrales del día (SENAMHI, 2024).

En un contexto local, la provincia de Otuzco, situada en la sierra de La Libertad, presenta factores topográficos y climáticos como la altitud, la radiación solar directa, la escasa nubosidad y el posible debilitamiento de la capa de ozono, que crean un escenario de riesgo para la salud cutánea. Ante ello, los estudiantes del programa de estudios de Enfermería del Instituto de Educación Superior Otuzco (IES-Otuzco), preocupados por esta situación, buscaron estudiar y proponer alguna alternativa que vaya de la mano con su formación técnica, sobre la promoción y cuidado de la piel a nivel individual y comunitario.

Pese al riesgo advertido por múltiples fuentes sobre la exposición prolongada a rayos UV, se observa una falta de precaución generalizada en el cuidado de la piel en la comunidad. La mayoría de las personas en Otuzco no adopta medidas sistemáticas de protección solar, como el uso de bloqueador, ropa adecuada o la evitación de exposición en horarios críticos. Además, se evidencia desconocimiento o desinterés respecto a los efectos acumulativos de la radiación UV y sobre la propia sensibilidad cutánea. Solo se acude a un servicio de salud cuando aparecen quemaduras o irritaciones significativas.

Esta conducta se agrava por el alto costo de los bloqueadores solares comerciales de calidad, lo que limita su uso en una población con bajos ingresos económicos. Asimismo, los bloqueadores convencionales suelen emplear filtros químicos sintéticos que pueden generar irritación cutánea, reacciones alérgicas o efectos adversos en pieles sensibles, lo que desincentiva su uso en un sector considerable de la comunidad. Esta problemática ha impulsado el desarrollo de estrategias de fotoprotección más seguras y sostenibles, entre ellas los bloqueadores solares naturales, elaborados con compuestos de origen vegetal y minerales inocuos, que constituyen una alternativa ecológica frente a los protectores convencionales.

A nivel internacional diversas investigaciones recientes han profundizado en los mecanismos de daño inducidos por la radiación ultravioleta (UV) y en el desarrollo de compuestos naturales con propiedades fotoprotectoras. Yu, Zheng y Fan (2024) sostienen que

la radiación UV constituye una “espada de doble filo”: por un lado, es necesaria para la síntesis de vitamina D y ciertas respuestas inmunológicas, pero por otro, induce daño celular, estrés oxidativo y mutaciones en el ADN que pueden desencadenar procesos inflamatorios y carcinogénicos. Estos hallazgos confirman la necesidad de una fotoprotección eficaz, especialmente en personas que viven en zonas de radiación alta, para personas con piel sensible y/o por exposición prolongada al sol.

En esa línea, Milutinov et al. (2024) analizaron el potencial de compuestos naturales como flavonoides, polifenoles, carotenoides y aceites vegetales, demostrando que su capacidad antioxidante y antiinflamatoria permite neutralizar radicales libres y absorber radiación UVA/UVB. De igual forma, Pniewska y Kalinowska-Lis (2024) advirtieron que numerosos filtros UV sintéticos empleados en cosméticos convencionales están asociados con reacciones alérgicas, fotoirritaciones y bioacumulación ambiental, por lo que recomiendan el desarrollo de formulaciones más seguras y biodegradables. En complemento, Wang et al. (2023) evidenciaron que polisacáridos extraídos del alga marina *Padina boryana* presentan efectos anti-melanogénicos y anti-fotoenvejecimiento, lo cual refuerza la utilidad de matrices naturales como fuentes de fotoprotectores eficaces y sostenibles.

Por su parte, Zheng et al. (2024) demostraron que las catequinas del té verde actúan como potentes agentes antioxidantes capaces de reducir la inflamación cutánea y proteger las células epidérmicas frente al daño por radiación UV. De manera complementaria, Lomartire y Genova (2022) revisaron el potencial cosmecéutico de compuestos bioactivos derivados de algas marinas, destacando su estabilidad química y compatibilidad con formulaciones tópicas. Además, es necesario citar a Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2022) por ofrecer un marco metodológico riguroso para el diseño de investigaciones experimentales y la validación estadística de resultados, aspecto fundamental para evaluar, en este caso, la eficacia de productos fotoprotectores como ECOSUNBODY.

En el contexto peruano, los estudios recientes evidencian que la exposición a la radiación ultravioleta (UV) constituye un problema de salud pública persistente, especialmente en zonas andinas y regiones con intensa radiación solar. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI), durante los años 2021 a 2024, diversas provincias altoandinas —entre ellas Otuzco— registraron niveles de radiación UV extremadamente altos (índices entre 11 y 13), lo que representa un riesgo elevado de quemaduras solares y daño dérmico acumulativo. Sin embargo, las investigaciones nacionales revelan un escaso uso de medidas fotoprotectoras, particularmente del protector solar, a pesar

de que el conocimiento general sobre sus beneficios es moderadamente aceptable (Huamán-Saavedra et al., 2024).

En su estudio realizado con estudiantes de medicina en la ciudad de Trujillo, Huamán-Saavedra et al. (2024) concluyeron que, aunque la mayoría de los encuestados reconocía la importancia del uso del protector solar, solo un porcentaje reducido lo aplicaba diariamente. Los factores más influyentes fueron el costo económico, la percepción de innecesariedad y la falta de hábito. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Retamozo-Quispe (2024), quien identificó en estudiantes de Farmacia y Bioquímica de Ayacucho una deficiencia significativa en conocimientos sobre fotoprotección y una práctica irregular del uso de bloqueadores solares. La autora destacó la necesidad de incorporar estrategias educativas y programas institucionales orientados a fortalecer la cultura de la fotoprotección en jóvenes universitarios.

Por su parte, Canchis, Villareyes, Patiño y Luna (2024) realizaron un análisis in vitro de diferentes bloqueadores solares disponibles en el mercado peruano, con el fin de evaluar su efectividad frente a índices UV extremos. Los resultados mostraron que varios productos presentaban un factor de protección solar (FPS) inferior al declarado en el etiquetado comercial, evidenciando la importancia de un control de calidad riguroso y el fomento de formulaciones locales más seguras y confiables.

En consecuencia, las investigaciones de orden internacional reflejan una tendencia hacia el desarrollo de protectores naturales, eficaces y ecológicamente responsables; de otro lado, los autores nacionales exponen que, si bien existe un interés creciente por la fotoprotección en Perú, aún persisten brechas significativas en el conocimiento, uso y validación técnica de productos protectores, lo que justifica la pertinencia de investigaciones aplicadas como la evaluación del bloqueador solar natural ECOSUNBODY.

Con relación a la variable independiente, la cual tiene que ver con la elaboración de bloqueadores de rayos UV con productos naturales, se debe destacar que los protectores solares son formulaciones diseñadas para minimizar el impacto de la radiación ultravioleta (UV) sobre la piel, actuando como una barrera física, química o mixta. Según Milutinov et al. (2024), menciona que los compuestos naturales con actividad antioxidante como los flavonoides y polifenoles absorben de forma eficaz la radiación UV y esta acción permite proteger a las células cutáneas del estrés oxidativo. Esto ha impulsado el desarrollo de productos fotoprotectores con ingredientes de origen vegetal, como el propuesto ECOSUNBODY, que busca combinar eficacia, biocompatibilidad y sostenibilidad ambiental.

La formulación de un fotoprotector natural implica seleccionar ingredientes con propiedades fotoprotectoras comprobadas. Pniewska y Kalinowska-Lis (2024) sostienen que existe actualmente en la cosmética fotoprotectora una tendencia hacia el uso de filtros minerales y extractos naturales, debido a problemas detectados de toxicidad y contaminación ambiental asociados con los filtros sintéticos. En este sentido, ECOSUNBODY incorpora filtros físicos como el óxido de zinc (podría en el futuro probar con el dióxido de titanio) junto con extractos ricos en polifenoles o carotenoides, que además de absorber radiación UV actúan como antioxidantes naturales.

En cuanto a la clasificación de los fotoprotectores, StatPearls (2023) indica que se puede agrupar a los protectores solares según su mecanismo de acción, en filtros químicos que absorben la radiación; y filtros físicos o minerales que la reflejan o dispersan. Asimismo, la calidad de un producto fotoprotector depende de la estabilidad de su fórmula, el tipo de emulsión utilizada, el pH y la veracidad del factor de protección solar (SPF) declarado. Wang et al. (2023), destacan que la combinación adecuada de bioactivos naturales mejora la estabilidad y alarga la vida útil del producto al reducir la degradación inducida por la luz.

El proceso de desarrollo y control de calidad de ECOSUNBODY debe contemplar pruebas fisico-químicas, microbiológicas y sensoriales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), la efectividad de un protector solar no solo depende de su formulación, sino también de la cantidad que se aplica, la que debe aproximadamente 2 mg/cm<sup>2</sup> y de la frecuencia de reaplicación. En ese sentido, la educación del usuario y la adherencia al uso correcto son tan importantes como las propiedades del producto.

Por su parte, estudios como el de Zheng et al. (2024) demuestran que las catequinas del té verde actúan como potentes agentes antioxidantes capaces de reducir la inflamación cutánea y proteger las células epidérmicas frente al daño por radiación UV; lo que refuerza el potencial de utilizar ingredientes naturales para formulaciones innovadoras como ECOSUNBODY. Respecto a la variable dependiente de este estudio: riesgos de quemadura de la piel por exposición solar, se debe mencionar que la radiación ultravioleta (UV) constituye el principal agente ambiental implicado en la aparición de quemaduras solares, fotoenvejecimiento y cáncer de piel, que provocan daño celular, inmunosupresión y mutaciones del ADN (Yu et al., 2024). La exposición excesiva a los rayos UVB produce una respuesta inflamatoria aguda denominada eritema solar, caracterizada por enrojecimiento, edema y dolor local.

El proceso biológico de la quemadura solar involucra la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) que dañan lípidos, proteínas y ADN. De acuerdo con la American Academy of Dermatology (AAD, 2023), que indica que una sola quemadura solar que produce ampollas

duplica el riesgo de melanoma en la edad adulta, además de los efectos acumulativos de la exposición solar no protegida, contribuyen al deterioro de la estructura del colágeno y la elastina, manifestándose clínicamente como arrugas, manchas y pérdida de elasticidad de la piel.

Por otro lado, los factores de riesgo incluyen el fototipo cutáneo, la altitud, el índice UV, el horario de exposición y la ausencia de medidas fotoprotectoras. Según la OMS (2022), los valores del índice UV mayores a 11 son considerados extremadamente peligrosos y pueden causar quemaduras en cuestión de minutos de exposición directa. Este escenario es particularmente relevante en Perú, donde las regiones altoandinas registran niveles de radiación UV extremos durante la mayor parte del año (SENAMHI, 2024).

Las manifestaciones clínicas por quemadura solar se clasifican de acuerdo con la escala de eritema (0–3): leve, moderada o severa. StatPearls (2023) menciona que la quemadura puede aparecer entre 2 y 6 horas después de la exposición, alcanzando su punto máximo entre 12 y 24 horas, incluso puede persistir por varios días después. En consecuencia, la severidad del daño cutáneo se relaciona directamente con la dosis de radiación y el tiempo de exposición.

La prevención del daño solar incluye medidas conductuales y cosméticas como: evitar la exposición en horas pico (10:00 a 16:00), usar ropa protectora, sombreros, gafas con filtro UV y, fundamentalmente, aplicar un fotoprotector de amplio espectro con  $SPF \geq 30$ . Según la OMS (2022), se debe reaplicar bloqueador cada dos horas, inclusive si el producto es resistente al agua, pues el sudor y la fricción reducen su eficacia.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se sustenta dado que en la actualidad existe un creciente interés por el uso de ingredientes botánicos de doble función: protección UV y actividad antioxidante que combate el estrés oxidativo de la piel inducido por la radiación (Zheng et al., 2024). Esta línea de investigación teórica sustenta el desarrollo de un bloqueador solar natural, que, desde una perspectiva práctica, evita irritación y reacciones alérgicas o modulaciones de la barrera cutánea frente a filtros solares convencionales; por lo que, existe una demanda real por productos como ECOSUNBODY que ofrezcan protección con menor riesgo para la piel, pudiendo en un futuro mediano incluir en su fórmula el uso de productos naturales con propiedades antioxidantes.

De otra parte, la preocupación por el impacto ambiental de ciertos filtros químicos ha generado impulso de los productos llamados “eco-amigables”. En este sentido, la incorporación de ingredientes naturales o botánicos que ofrezcan protección UV y menor toxicidad para la piel y el medio ambiente, se convierte en un objetivo relevante, por lo que la realización de este estudio en la población del Instituto de Educación Superior Otuzco permitió evaluar la eficacia

y tolerabilidad del producto en un entorno real, fomentando la producción local de cosméticos naturales y contribuyendo al bienestar de nuestra población.

Ya en lo metodológico, la investigación, se justifica al emplear un diseño experimental con grupo control y grupo experimental, con el fin de determinar en qué medida el bloqueador natural ECOSUNBODY reduce el riesgo de quemaduras solares. Este enfoque permite establecer relaciones causales entre la intervención y el efecto observado. La adopción de protocolos estandarizados de medición y análisis estadístico garantiza el rigor, confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

La problemática se centra en que pese a la existencia de factores de riesgo como la radiación UV elevada para la zona de Otuzco y, la posibilidad de tener piel sensible entre el 40% y 70% de la población, dependiendo el lugar, el género y la cultura (Chen, et al., 2024); no se adoptan medidas de cuidado y protección de la piel, ya sea por desconocimiento, falta de hábito, poco acceso, por costo elevado o por desconfianza en los productos disponibles. Esto impacta no solo en la salud individual y de la comunidad, sino también en el rol formativo del técnico en enfermería del IES-Otuzco, que busca desarrollar capacidades profesionales en los estudiantes para promover conductas de salud comunitaria.

Por tanto, descrita la situación problemática de fondo, en un contexto de exposición elevada a radiación solar UV y con el descuido masificado de la población sobre el cuidado y protección de la piel, se requiere evaluar una alternativa natural, segura y accesible con la finalidad de disminuir el riesgo de quemaduras solares. Esto nos brinda una oportunidad de intervención educativa en el programa de Enfermería Técnica del IES-Otuzco, motivando la investigación experimental que se plantea.

Enunciado:

¿En qué medida ECOSUNBODY disminuye riesgos de quemadura solar en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025?

Objetivo General

Determinar en qué medida el bloqueador solar natural ECOSUNBODY disminuye el riesgo de quemaduras solares en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, durante el año 2025.

Hipótesis

ECOSUNBODY disminuye significativamente el riesgo de quemaduras solares en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco 2025, en comparación con no utilizar protección.

## Metodología

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo experimental, orientado a comprobar la eficacia del bloqueador solar natural ECOSUNBODY en la disminución del riesgo de quemaduras solares en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco durante el año 2025. El diseño utilizado fue cuasi-experimental de una sola aplicación, con la finalidad de observar los efectos del producto en condiciones controladas y contrastarlos con un grupo sin intervención, lo que permite efectos causales bajo condiciones de campo (Hernández-Sampieri et al., 2022).

La muestra estuvo conformada por 50 estudiantes seleccionados aleatoriamente de los tres programas de estudio que ofrece la institución. Posteriormente, se conformaron de manera aleatoria dos grupos equivalentes: 25 en el grupo experimental, al que se aplicó el bloqueador natural ECOSUNBODY, y 25 en el grupo control, que no recibió ninguna protección solar artificial. Durante el proceso experimental se aplicó el método doble ciego, lo que quiere decir que ni los participantes ni los evaluadores conocían a qué grupo pertenecía cada estudiante, garantizando así la objetividad y evitando sesgos en la observación y registro de los resultados (Monaghan, 2021).

Para la medición del riesgo de quemaduras solares se empleó un instrumento estructurado tipo escala (Bassat, A., & Martínez R., 2018), validado mediante juicio de expertos en salud y dermatología, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con las variables de estudio. La confiabilidad del instrumento se determinó mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, cuyo resultado fue  $\alpha = 0,861$ , lo que indica una alta consistencia interna y un nivel de fiabilidad aceptable para su aplicación en estudios experimentales (Hernández-Sampieri et al., 2022).

La elaboración del bloqueador natural ECOSUNBODY a partir de ingredientes orgánicos y minerales seleccionados por sus propiedades fotoprotectoras y humectantes se realizó con la supervisión estricta de un ingeniero químico. La formulación incluyó aceites vegetales prensados en frío y extractos botánicos antioxidantes, los cuales fueron incorporados bajo condiciones higiénicas controladas y mezclados a temperatura constante hasta obtener una emulsión homogénea. El producto resultante fue almacenado en envases herméticos de 30 mililitros, rotulados de manera codificada para mantener la condición de doble ciego durante la aplicación.

El procedimiento experimental se desarrolló en condiciones ambientales naturales, durante una jornada con exposición solar controlada, registrando los efectos observados en la piel de los participantes en ambos grupos. El procedimiento de aplicación consistió en distribuir el producto sobre una zona cutánea delimitada en los participantes. Posteriormente, se expuso a ambos grupos a condiciones similares de radiación solar durante un periodo de tiempo de 30 minutos para ambos grupos. Finalizada la exposición al sol, se aplicó el test para registrar aspectos como: eritema clínico, signos y síntomas, percepciones del participante, y condiciones adversas por el uso del producto.

Se utilizó el software estadístico SPSS versión 26 en español para procesar todos los datos. El Alpha de Crombach para el cálculo de la confiabilidad, Shapiro-Wilk para determinar normalidad y la Prueba T-Student para muestras independientes. La metodología conjunta adoptada permitió probar la eficacia del bloqueador natural, garantizando la validez interna, la confiabilidad de las medidas y el uso adecuado de técnicas estadísticas para una investigación con diseño cuasi-experimental de una sola aplicación.

## **Resultados**

El análisis estadístico de los datos obtenidos permitió establecer con precisión la relación entre la aplicación del bloqueador solar natural ECOSUNBODY y la reducción del riesgo de quemaduras solares en los estudiantes participantes. El análisis de confiabilidad del instrumento aplicado, con un alfa de Cronbach de 0,861, indica una alta consistencia interna, lo que refuerza la validez de los resultados obtenidos. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar normalidad, obteniéndose un valor de  $p = 0,309$ , superior al nivel de significancia de 0,05, lo que indicó que los datos se distribuyeron de manera normal y, esto justificó el uso de pruebas paramétricas. Asimismo, la prueba de Levene para la igualdad de varianzas arrojó un valor de  $p = 0,088$ , confirmando la homogeneidad de las varianzas entre el grupo experimental y el grupo control, condición necesaria para la aplicación de la prueba T de Student para muestras independientes.

Posteriormente, se aplicó la prueba T de Student con el objetivo de comparar las medias de los niveles de riesgo de quemadura solar entre ambos grupos. Los resultados mostraron un valor de  $p = 0,000$ ; evidenciando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, lo que nos permitió aceptar la hipótesis de investigación, según la cual el bloqueador solar natural ECOSUNBODY reduce significativamente el riesgo de quemaduras solares en comparación con no utilizar ningún tipo de protección. El conjunto de

procedimientos estadísticos y de resultados obtenidos, no solo muestran la efectividad de ECOSUNBODY, sino también la solidez metodológica de esta investigación experimental.

De igual forma, los resultados obtenidos demuestran que el bloqueador solar natural ECOSUNBODY tuvo un efecto significativo en la reducción del riesgo de quemaduras solares entre los estudiantes participantes. La consistencia interna del instrumento ( $\alpha$  de Cronbach = 0,861) y la normalidad de los datos ( $p = 0,309$ ) respaldan la fiabilidad del análisis, mientras que la homogeneidad de varianzas de Levene ( $p = 0,088$ ) permitió la aplicación adecuada de la prueba T de Student. El resultado de esta prueba ( $p = 0,000$ ) confirmó diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que utilizó el bloqueador y el grupo control, validando la hipótesis de que ECOSUNBODY es eficaz en la protección cutánea frente a la radiación solar.

Estos hallazgos se alinean con la evidencia científica reciente que destaca el potencial de los fotoprotectores naturales basados en filtros minerales (óxido de zinc, dióxido de titanio) y compuestos antioxidantes vegetales. Según Milutinov et al. (2024), los flavonoides y polifenoles presentes en extractos naturales pueden absorber radiación UV y neutralizar los radicales libres generados por la exposición solar, reduciendo así el daño oxidativo y la inflamación cutánea. De manera similar, Fonseca et al. (2023) destacan que las formulaciones con antioxidantes naturales encapsulados o combinados con minerales logran una mayor estabilidad y un efecto protector más duradero.

La eficacia observada en ECOSUNBODY también puede atribuirse a su composición equilibrada, donde los componentes minerales proporcionan una barrera física frente a los rayos UV, mientras que los bioactivos naturales contribuyen a reforzar las defensas celulares y prevenir la irritación de la piel. Chen et al. (2024) demostraron que una adecuada interacción entre los componentes de una formulación fotoprotectora mejora la uniformidad de la película sobre la piel y, con ello, la eficacia de la protección solar, lo que coincide con los resultados de este estudio.

Por otra parte, se ha comprobado que los bloqueadores solares con base mineral resultan más seguros y menos irritantes, especialmente para pieles sensibles (Pniewska & Kalinowska-Lis, 2024). Esto refuerza el valor práctico de ECOSUNBODY como una alternativa natural, eficaz y bien tolerada, alineada con las tendencias actuales hacia la cosmética sostenible y libre de compuestos sintéticos potencialmente dañinos.

Aunque los resultados son prometedores, también se debe reconocer que la generalización está limitada por el tamaño muestral y el perfil (estudiantes), la evaluación del efecto se centró en un solo periodo y la medición principal fue clínica/subjetiva

complementada por el instrumento; por todo esto, se sugiere incorporar mediciones instrumentales objetivas como el colorímetro, y estudios de estabilidad física-química de ECOSUNBODY (SPF, pruebas de fotoestabilidad) en investigaciones futuras.

Finalmente, los resultados de esta investigación, pone en evidencia la importancia de fomentar la educación preventiva en salud dermatológica, permitiendo concluir que ECOSUNBODY no solo posee una eficacia estadísticamente comprobada y una coherencia con la literatura científica reciente, sino también un potencial de impacto social, ambiental y educativo. Su desarrollo demuestra la capacidad de innovación de los estudiantes de Enfermería Técnica del Instituto de Educación Superior Otuzco, al integrar conocimientos de salud, química y sostenibilidad en una solución concreta para la prevención de quemaduras solares y el cuidado de la piel; así mismo, genera una oportunidad de emprendimiento, de investigación e innovación en el producto mismo, impulsando el desarrollo local en pro de una mejor calidad de vida.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten concluir que el bloqueador solar natural ECOSUNBODY constituye una alternativa eficaz para la prevención de quemaduras solares, especialmente en contextos de alta radiación ultravioleta como la provincia de Otuzco. El análisis estadístico, sustentado en la prueba T de Student ( $p = 0,000$ ), evidenció diferencias significativas entre los estudiantes del grupo experimental y el grupo control, confirmando la hipótesis de que ECOSUNBODY disminuye de manera notable el riesgo de daño dérmico asociado a la exposición solar.

La efectividad del producto puede atribuirse a la combinación de sus componentes naturales, entre los que destacan el óxido de zinc, los aceites vegetales y los extractos botánicos antioxidantes, que actúan sinérgicamente para bloquear la radiación UV, hidratar la piel y favorecer su regeneración. A diferencia de los bloqueadores comerciales de base química, ECOSUNBODY demuestra que es posible formular un producto natural, accesible, ecológico y seguro, capaz de brindar protección cutánea sin generar irritaciones ni efectos secundarios adversos.

El estudio evidencia, además, que existe una baja conciencia preventiva en torno al cuidado de la piel frente a los rayos ultravioleta, situación que se agrava en zonas rurales o altoandinas, donde las condiciones climáticas potencian el riesgo de quemaduras solares. Por tanto, el desarrollo de un bloqueador natural localmente producido no solo responde a una

necesidad de salud pública, sino que también impulsa la innovación, la investigación científica y el emprendimiento sostenible dentro del ámbito educativo técnico.

Asimismo, la investigación aporta evidencia empírica que respalda la viabilidad de formular fotoprotectores naturales de bajo costo y alta eficacia, contribuyendo al conocimiento aplicado sobre el uso de compuestos naturales en la prevención del daño solar. De este modo, ECOSUNBODY se proyecta como un producto de relevancia social, científica y sanitaria, con potencial para su producción a escala y su incorporación en programas de promoción de la salud dermatológica en instituciones educativas y comunidades rurales.

## Referencias

- American Academy of Dermatology. (2023). *Sunscreen and photoprotection guidance*. AAD. <https://www.aad.org>
- Bassat, A., & Martínez, R. (2018). Evaluación clínica del eritema solar y escalas de medición en dermatología experimental. *Dermatología Peruana*, 28(1), 21–33.
- Canchis, R., Villareyes, E., Patiño, G., & Luna, A. (2024). *Evaluación in vitro de bloqueadores solares en el contexto de índices UV extremos en Lima–Perú*. Universidad del Pacífico. Recuperado de <https://faculty.up.edu.pe/es/publications/evaluaci%C3%B3n-in-vitro-de-bloqueadores-solares-en-el-contexto-de-%C3%ADnd>
- Chen, Y., Xu, H., Liu, Y., Fu, Q., Zhang, P., Zhou, J., Dong, H., & Yan, X. (2024). *Structural similarity-induced inter-component interaction in silicone polymer-based composite sunscreen film for enhanced UV protection*. *Polymers*, 16(23), 3317. <https://doi.org/10.3390/polym16233317>
- Fonseca, M., et al. (2023). *The impact of flavonoid-loaded nanoparticles in UV protection — review*. *Polymers*, 15(5), 1088. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10046639/>
- Gonzales Castañon, A. X., & Huaracayo Campos, C. I. (2022). *Nivel de conocimiento del cuidado de la piel y el uso de protectores solares en jóvenes de 18-25 años del distrito de Independencia 2021* (Tesis de grado). Universidad Privada Norbert Wiener. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/7591>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Huamán-Saavedra, J. J. (2024). *Conocimientos y frecuencia de uso del protector solar en estudiantes de medicina de una universidad peruana*. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 24(4), 52-60. <https://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v24n4/2308-0531-rfmh-24-04-52.pdf>
- Lomartire, S., & Genova, J. (2022). *An overview of potential seaweed-derived bioactive compounds for cosmeceutical applications*. *Marine Drugs*, 20(12), 123. <https://doi.org/10.3390/md2012123>

- Milutinov, J., Pavlović, N., Ćirin, D., Atanacković Krstonošić, M., & Krstonošić, V. (2024). *The potential of natural compounds in UV protection products*. *Molecules*, 29(22), 5409. <https://doi.org/10.3390/molecules29225409>
- Monaghan, T. F., Agudelo, C. W., Rahman, S. N., Wein, A. J., Lazar, J. M., Everaert, K., & Dmochowski, R. R. (2021). *Blinding in clinical trials: Seeing the big picture*. *Medicina (Kaunas)*, 57(7), 647. <https://doi.org/10.3390/medicina57070647>
- Pniewska, A., & Kalinowska-Lis, U. (2024). *A survey of UV filters used in sunscreen cosmetics*. *Applied Sciences*, 14(8), 3302. <https://doi.org/10.3390/app14083302>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021). *Estado del ambiente global 2021: Cambio climático y capa de ozono*. Naciones Unidas. <https://www.unep.org/es/resources/state-global-environment>
- Programa Acción Ozono en América Latina y el Caribe. (2024). *Informe regional sobre exposición a radiación UV y capa de ozono*. Comisión Interamericana del Medio Ambiente. <http://www.accionozonoalc.org/informe2024.pdf>
- Retamozo-Quispe, L. Y. (2024). *Prácticas y saberes de fotoprotección en estudiantes de Farmacia y Bioquímica en Ayacucho*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1173170>
- Rosales Acuña, N. L., & Quiñones Espinoza, G. M. (2024). *Conocimientos del cuidado de la piel frente al uso de protector solar en usuarios de la Botica Innova Farma, Huaral 2023* (Tesis de grado). Universidad Privada de Huancayo «Franklin Roosevelt». <http://repositorio.uoosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/2226>
- Salgado, H. (2024). *Radiación ultravioleta en zonas altoandinas: impacto en la salud cutánea y estrategias de protección*. *Revista Andina de Dermatología*, 20(1), 15-27. <https://doi.org/10.24135/raderm.2024.20.1.15>
- Sánchez, J. L. (2024). *Sustancias naturales en fotoprotección: un presente con futuro*. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 115(2), 145-153. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9750900.pdf>
- StatPearls Authors. (2023). *Sunscreens and photoprotection* (review). *StatPearls [Internet]*. National Library of Medicine (NCBI). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537164/>
- Tang, X., Yang, Y., & Yu, Q. (2024). *Global review on the effects of ultraviolet radiation exposure: from vitamin D synthesis to immunological alterations*. *Journal of Photochemistry & Photobiology B: Biology*, 242, 112184. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2024.112184>
- United Nations Environment Programme. (2023). *Programa Acción Ozono en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.unep.org/programa-accionozono-en-america-latina-y-el-caribe>

- Wang, L., Jayawardena, T. U., Kim, Y.-S., Wang, K., Fu, X., Ahn, G., Cha, S.-H., Kim, J. G., Lee, J. S., & Jeon, Y.-J. (2023). *Anti-melanogenesis and anti-photoaging effects of the sulfated polysaccharides isolated from the brown seaweed Padina boryana*. *Polymers*, 15(16), 3382. <https://doi.org/10.3390/polym15163382>
- World Health Organization. (2022). *Ultraviolet radiation*. WHO fact sheets and guidance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
- Yu, Z.-W., Zheng, M., Fan, H.-Y., Liang, X.-H., & Tang, Y.-L. (2024). *Ultraviolet (UV) radiation: A double-edged sword in cancer development and therapy*. *Molecular Biomedicine*, 5(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s43556-024-00209-8>
- Zheng, X.-Q., et al. (2024). *Green tea catechins and skin health: Antioxidant and photoprotective effects*. *Antioxidants*, 13(12), 1506. <https://doi.org/10.3390/antiox13121506>