

**EDICIÓN  
ESPECIAL**

**MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN)  
DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL  
ISSN: 2954-4416**

**INTERDISCIPLINARIEDAD**

**MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL**

**ECOLÓGICA**



*Nobiscum!*  
Centro de Evaluación Educativa  
y de Competencias Profesionales  
de Hidalgo CEECPHSC

(MUCIN)



**UNA PUBLICACIÓN DE:  
MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL  
(MUCIN)**



**POSDOCTORA MA. ELIZABETH ISLAS LEÓN**  
DIRECTORA GENERAL

**DR. RAMÓN ANTONIO HERNÁNDEZ CHIRINOS**  
EDITOR JEFE

**AUTORES**

**PERÚ**

PEDRO FERNANDO NECIOSUPP NECIOSUPP

LUIS ENRIQUE CABRERA ALFARO

LILIANA ESTHER ANGULO ALFARO

KEIKO MARICIELO ACOSTA FLORES

DAVID ISRAEL SANTOS SÁNCHEZ

ZARAI MILAGROS RODRÍGUEZ HILARIO

JANETH ELIZABETH ALVA TERRONES

MARIBEL YESENIA IBÁÑEZ ESCOBEDO

SUNNY ALEJANDRA LAU SÁNCHEZ

EVELYN MARISELLY ACEVEDO ALDAVE

WILLIAM ROBERT GORDILLO GONZALES

JOSÉ JAVIER DÍAZ PEZO

VÍCTOR GUILLERMO VILLAR PAREDES

IVETTE GEORGINA CARRANZA LANDÁZURI

JOSÉ LUIS AGUILAR ARTEAGA

EVANS LOAYZA MONTESINOS

YURI RONALD CHÁVEZ ARAUJO

DIDIER JOHAR LOZANO LÓPEZ

ELVIS ORLANDO LÓPEZ CALVO

JUAN MANUEL LÓPEZ OTINIANO

LILI MADELEINE DELGADO LUJÁN

ANA MARÍA ROJAS PISSANI

FERNANDO TORIBIO MENDOZA LUZURIAGA

ALICIA LAYZA GONZALES

ROCIO JACKELINE CHÁVEZ PAREDES

LUIS ENRIQUE VILLAR AZAÑA

ALEX VILLEGAS JIMÉNEZ

YURY ZARITA MONTERO BARRENA

VÍCTOR ATALAYA SALAZAR

LORENZO GODOFREDO PÉREZ ARTEAGA

LUZ KARINA BLANCO SALDAÑA

JUDITH PILAR ASCATE ALAYO

JHON JHEEMER CRUZ SÁNCHEZ

TANIA VANESSA COLCHADO CERDÁN

MARGARITA REYNA LUIS SANTOS

RICARDO SILVA BARTUREN

CARLOS DAVID ÁLVAREZ PAICO

**DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL  
ISSN: 2954-4416**

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativa y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

UNA PUBLICACIÓN DE:  
**MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL**  
(MUCIN)  
**AUTORES**



**PERÚ**

TANIA NADINE PRETEL LEÓN  
KAREN DENNYSE CHINCHAY MANCHAY  
EVELYN JEYLI BRICEÑO RUIZ  
GIANA LILIBETH TERRONES CASTAÑEDA  
JUAN GABRIEL PACHECO ZEGARRA  
JAIME YVÁN PLASENCIA CASTILLO

JUAN NELSON NARRO CARLOS  
YEISON RAYMUNDO NARRO FLORIÁN  
THALIA MARBELLA SANJINEZ CRIOLLO  
GILMER FREDI TAFUR ARANA  
JOSÉ ANTONIO RÍOS CALDERÓN

HENRY OSCAR LIZÁRRAGA ROBLES  
MANUEL SACRAMENTO SAAVEDRA VITERI  
PABLO LUIS GUEVARA DIAZ  
SUSAN VERÓNICA VERA MEREGILDO  
JUAN MORALES ROSALES

DIANA CAROLINA MIL OSORIO  
LARRY AUGUSTO FARRO MEDINA  
EDUARDO ROBERTO GONZÁLES POÉMAPE  
JOSSELYN DANAE BRIONES DIAZ  
MAYKER BRUNO CORTEZ HONORIO  
KEVIN BRYAN JULCA NÚÑEZ

MÓNICA MARIBEL RUBINOS SILVA  
MELISSA GERALDINE LEÓN PRETELL  
JESÚS BERNARDO MANUEL CRUZ VELARDE  
ANTONIO ABDIAS CANCINO PADILLA  
JACQUELINE ISABEL LOZADA RUIZ  
ALVIO NOÉ CABANILLAS DIAZ

CARLOS LUIS ALCALDE FLORIANO  
CARLOS ANTONIO CHARCAPE AGUILAR  
ELIANNA LIZBETH ULLOA HORNA  
JAVIER JORGE OTINIANO RAYMUNDO

STEFANI RAQUEL MURGA RUIZ  
ANALY MARILYN SARE TAMBO  
DINA ANALI QUEZADA CARRANZA  
IRMA MARIA DIAZ MEZA  
NEDER VALDEMAR HUAMÁN OBANDO  
CESAR LOPEZ PINEDO

SARITA GENOVEVA ORTIZ ROJAS  
DAGNER PAUL ROJAS BANCES  
LUIS CARLOS MEJÍA BENITES  
RAHL JOSÉ PLINEO NOVOA NIETO  
JAVIER EDUARDO GALLARDO BOCANEGRA  
JUAN MARTÍN GAMARRA HOYOS  
CARLOS ALEXANDER YOVERA ALARCÓN

JORGE LÓPEZ URQUIZA  
SANTOS ESTEBAN MAXIMILIANO BOCANEGRA  
GLEISER JANETT TORRES BOCANEGRA  
LORENZO ROSALES CARRANZA  
NATALY MARILYN ZAVALETA CONTRERAS

KAREEN LOURDES CHÁVARRY SÁNCHEZ  
GLORIA CONSUELO GONZÁLEZ CHACÓN  
GIANMARTIN FRANCISCO DE LA CRUZ MARIÑOS  
FREYDMAN SANTIAGO GARCÍA HENRIQUEZ  
LUIS SEGUNDO ARAUJO MENACHO

LILI MADELEINE DELGADO LUJÁN  
JUAN MANUEL LÓPEZ OTINIANO  
ANA MARÍA ROJAS PISSANI

MARÍA ANTONIETA CABALLERO PALACIOS  
MARÍA ELENA HIDALGO COBA  
VILMA RAQUEL FAJARDO PIZANGO

DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL  
ISSN: 2954-4416

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativo y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

UNA PUBLICACIÓN DE:  
MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL  
(MUCIN)



**AUTORES**

**PERÚ**

ANA MARÍA ROJAS PISSANI  
JUAN MANUEL LÓPEZ OTINIANO  
LILI MADELINE DELGADO LUJÁN  
RODOLFO ACEVEDO MINCHOLA

**AUTORES**

**MÉXICO**

MARCELA IVONNE CÓRDOVA ROMERO  
MARIELA GONZÁLEZ LÓPEZ

**ESPAÑA**

IGNACIO BONASA ALZURIA

DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL  
ISSN: 2954-4416

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativa y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.



Nelkuali  
 Centro de Evaluación Educativa  
 y de Competencias Profesionales  
 de Hidalgo CEECPH

## COLABORACIÓN INTERNACIONAL

De la mano de grandes investigadores de todo el mundo se crea la revista MUCIN para apoyar el conocimiento en diversos ámbitos.



**GERENCIA REGIONAL  
 DE EDUCACIÓN**

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativa y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL  
ISSN: 2954-4416



**POSDOCTORA MA. ELIZABETH  
ISLAS LEÓN  
DIRECTORA GENERAL**

MUCIN, reconocer el esfuerzo de nuestros autores y en esta edición especial, agradecemos su compromiso y su curiosidad por nuevos aprendizajes en la investigación científica, su contribución es importante para nuestros lectores.

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN)

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.netkualli.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativa y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

## ESTIMADO LECTOR:

PROYECTAMOS PARA TI, INFORMACIÓN VALIOSA  
PARA FOMENTAR EL GUSTO POR LOS ESTUDIOS  
CIENTÍFICOS.

## BIENVENIDO...



**MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN)**

**DICIEMBRE 2025 | EDICIÓN ESPECIAL**

**ISSN: 2954-4416**

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.neikuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativo y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

# INDICE



- Pág. 10-20** 1. **Producción tecnificada de néctar de aloe vera, como alternativa de emprendimiento y desarrollo económico.**
- Pág. 21-29** 2. **Pañal inteligente con alerta sonora al llenado de orina.**
- Pag. 30-40** 3. **App móvil StudyControl para el automonitoreo de actividades en estudiantes del IESTP Laredo.**
- Pág. 41-50** 4. **Efecto de biofertilizante y fertilizante químico foliar en el rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico.**
- Pág. 51-65** 5. **ECOSUNBODY y la Prevención de Quemaduras Solares en el Instituto de Educación Superior Otuzco.**
- Pág. 66-76** 6. **Plataforma Online de Comercio para Venta de Productos, Paquetes Turísticos y Publicidad de Negocios Activos en el Distrito de Huancaspata.**
- Pág. 77-86** 7. **Neuroband: pulsera inteligente para el monitoreo de estrés y ansiedad en tiempo real.**
- Pág. 87-94** 8. **Gemelo Industrial de una planta industrial para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes.**
- Pág. 95-108** 9. **Cojín asistencial aromatizante para cambio del pañal en pacientes adultos postrados.**
- Pág. 109- 116** 10. **Desarrollo de una aplicación móvil inteligente de diagnóstico de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba.**
- Pág. 117-126** 11. **Abono foliar con insumos locales para fortalecer cultivos y controlar plagas ecológicamente.**

# INDICE



- Pág. 127-135** 12. Prototipo digital inteligente para la detección de anemia infantil en zonas urbanas vulnerables del Perú.
- Pág. 136-145** 13. Biofiltración y acuicultura para la recuperación de pez life y cría de camarón usando agua de retrolavado en Virú.
- Pág. 146-155** 14. Sistema Inteligente de Notificación de Visitas "DOORSNAP".
- Pág. 156-165** 15. Simulador para la administración de medicamentos por vía endovenosa.
- Pág. 173-180** 16. Diseño y construcción de brazo robótico controlado mediante Arduino para ayudar en procesos de soldadura.
- Pág. 181-193** 17. Transformación digital en minería mecanizada: aplicación móvil para la gestión de datos operativos.
- Pág. 194-209** 18. Hexápodo para búsqueda de personas en zonas rurales.
- Pág. 210-224** 19. Percepción de beneficios funcionales y aceptación sensorial de capricush en estudiantes del instituto de educación superior Otuzco.
- Pág. 225-233** 20. Cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático para niños y adultos mayores.
- Pág. 234-247** 21. Efecto de un biofertilizante elaborado con gallinaza, higuerrilla y alfalfa aplicado al cultivo de lechuga.
- Ensayo:**
- Pág. 166-172** 1. Desigualdad tecnológica y educación universitaria: un análisis desde la perspectiva socioeconómica.
- Pág. 248-260** 2. Liderazgo Gandhi-Mandela: el poder de transformar el mundo desde el alma



**PRODUCCIÓN TECNIFICADA DE NÉCTAR DE ALOE VERA, COMO ALTERNATIVA DE EMPRENDIMIENTO Y DESARROLLO ECONÓMICO**

**TECHNIFIED PRODUCTION OF ALOE VERA NECTAR, AS AN ALTERNATIVE FOR ENTREPRENEURSHIP AND ECONOMIC DEVELOPMENT**

Pedro Fernando Neciosupp Neciosupp pneciosup@istene.edu.pe 0000-0002-0928-8616	Luis Enrique Cabrera Alfaro lcabreraa@istene.edu.pe 0009-0006-6198-4519	Liliana Esther Angulo Alfaro lilianaestherangulovasquez@gmail.com 0009-0004-3546-5358
Keiko Maricielo Acosta Flores florescielo015@gmail.com 0009-0002-7489-8063	David Israel Santos Sánchez dsantoschavez768@gmail.com 0009-0000-2343-4555	Zarai Milagros Rodríguez Hilario zarairofriguez hilario@gmail.com 0009-0001-1310-5384

**Instituto Superior Tecnológico Público "Nueva Esperanza", La Esperanza – Perú.**

Sugerencia como citar: Neciosup, P. F., Cabrera, L.E., Angulo, L.E., Acosta, K., Santos, D.I., Rodríguez, H. (2025). Producción tecnificada de néctar de aloe vera, como alternativa de emprendimiento y desarrollo económico. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE). Pág. 10-20, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

**Resumen**

La investigación fue realizada para formular y desarrollar un néctar a base de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller), concebido como un producto innovador, funcional y económicamente viable para el desarrollo agroindustrial. Se aplicó una metodología experimental orientada a optimizar las variables de procesamiento (extracción del gel, ajuste de pH, estandarización de °Brix, estabilización y pasteurización) con el fin de obtener una bebida inocua con características sensoriales y fisicoquímicas deseables. La formulación integra ácido cítrico, sorbato de potasio y carboximetilcelulosa (CMC) como aditivos funcionales que garantizan estabilidad microbiológica, mejoran la textura y equilibran la acidez. La evaluación sensorial evidenció alta aceptabilidad en color, aroma y sabor, mientras que los ensayos fisicoquímicos confirmaron el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos para bebidas tipo néctar. Desde el punto de vista económico, el análisis de costos y margen de ganancia demostró la factibilidad del proceso a pequeña escala. El estudio valida que el Aloe vera, recurso local de amplia disponibilidad, puede transformarse en una bebida de alto valor agregado alineada con la demanda actual de productos naturales y saludables, contribuyendo al desarrollo rural sostenible y a la innovación alimentaria.

**Palabras clave:** aloe vera, néctar funcional, agroindustria, estabilidad fisicoquímica, emprendimiento sostenible, innovación alimentaria

## **Abstract**

The research was conducted to formulate and develop of a nectar based on Aloe Vera (*Aloe barbadensis* Miller), conceived as an innovative, functional, and economically viable product for agro-industrial development. An experimental methodology was applied aimed at optimizing the processing variables (gel extraction, pH adjustment, Brix standardization, stabilization, and pasteurization) to obtain a safe beverage with desirable sensory and physicochemical characteristics. The formulation integrates citric acid, potassium sorbate, and carboxymethylcellulose (CMC) as functional additives to ensure microbial stability, enhance texture, and balance acidity. Sensory evaluation demonstrated high acceptability in color, aroma, and flavor, while physicochemical tests confirmed compliance with nectar quality parameters. Economically, the production cost and profit margin evidenced feasibility for small-scale entrepreneurship. The study validates that Aloe vera, a locally accessible resource, can be transformed into a high value beverage aligned with the current demand for natural and health oriented products, contributing to sustainable rural development and food innovation.

**Keywords:** Aloe vera, functional nectar, agroindustry, physicochemical stability, sustainable entrepreneurship, food innovation.

## **Introducción**

En los últimos años, el interés por los productos naturales y funcionales ha ido en aumento, impulsado por una creciente conciencia sobre la importancia de una alimentación saludable y preventiva. Su nombre viene del griego "aloê"; y en árabe se llama "alloeh", que significa: "la sustancia amarga brillante"; la palabra vera viene del latín y significa: "verdad" (Boudreau y Beland, 2006, pp.103-154). El aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) es una planta suculenta perenne perteneciente a la familia Aloaceae, que se ha utilizado por más de 2000 años por sus propiedades curativas y terapéuticas (Reyes et al., 2012, pp.218-224), el 98.5–99.5% de la planta corresponde a agua (Sriariyakul et al., 2016, pp.391-400) y el restante, se compone principalmente de polisacáridos (más de 60 g de polisacáridos / 100 g de sólidos de gel) (R. Minjares et al., 2016, pp.327-336); además, contiene aproximadamente 75 nutrientes, 200 compuestos activos que incluyen aminoácidos, azúcares, enzimas, vitaminas, minerales, saponinas, antraquinonas, lignina y ácido salicílico (Maan et al., 2018, pp.1-10).

El nombre correcto aceptado actualmente es Aloe vera (L.) Burm. f. (Vinson y col., 2005, pp.760-765). De las plantas adultas (3-5 años), se recolectan las hojas más externas de la base para obtener un acíbar o pulpa de aloe de buena calidad para posteriormente procesarlo y fabricar productos aptos para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (Reynolds y Dweck, 1999, pp.3-37; Choi y Chung, 2003, pp.53-62; He y col., 2005, pp.95-104; Bozzi y col., 2007, pp.22-30). En la actualidad, diversas industrias se han orientado hacia la obtención del gel en diferentes presentaciones; este mercado ha ido evolucionando significativamente durante los últimos años y mantiene una proyección de crecimiento no menor a 12% interanual, estimándose un mercado global de 65 millones de dólares en productos primarios (plántulas, hojas y gel) y más de 200 mil millones de dólares en productos como champús, lociones,

bebidas y medicamentos (Reynolds, 1985, pp.157-177; Kim y col., 1998, pp.514-520; Eshun y He, 2004, pp.91-96, Ramachandra y Srinivasa, 2008, pp.502-510).

La sábila es una planta de hojas alongadas, carnosas y ricas en agua, alcanza una altura de 50 a 70 cm; las hojas están agrupadas hacia el extremo, con tallos de 30 a 40 cm de longitud, poseen el borde espinoso dentado; las flores son tubulares, colgantes, amarillas (Martínez et al., 1996, pp.18-20). Esta planta es xerófila, o sea, se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua (Denius, 1972, pp.873-880; Kluge et al., 1979, pp.357-363).

El néctar de Aloe vera surge como una alternativa saludable frente a las bebidas azucaradas tradicionales, presentando un valor agregado tanto por su bajo contenido calórico como por sus propiedades bioactivas. La presencia de compuestos como la aloína que deben ser eliminados para garantizar la seguridad del producto, así como la necesidad de estabilizar el pH y alcanzar un nivel adecuado de sólidos solubles, son algunos de los aspectos críticos que deben ser cuidadosamente controlados durante su formulación y procesamiento.

Actualmente, las distintas industrias están interesadas en la generación de nuevos productos que tengan un efecto positivo sobre la salud del consumidor. Por lo tanto, optimizar la cadena productiva en su recolección, manejo, transporte, molienda, deshidratación, extracción, y estabilización del gel, es fundamental para obtener productos que conserven las propiedades fisiológicas y farmacéuticas de esta planta (Sánchez et al., 2017, pp.94-102).

Esta investigación se enfocó en el desarrollo de un néctar de Aloe Vera con características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales adecuadas para el consumo humano. A través de un proceso controlado que incluye etapas como la desinfección de la materia prima, la extracción de la pulpa, la formulación con ingredientes seleccionados (como el azúcar, el ácido cítrico, el sorbato de potasio y la carboximetilcelulosa) y la aplicación de tratamientos térmicos adecuados, se busca obtener un producto final que cumpla con los estándares de calidad establecidos para bebidas tipo néctar.

En la actualidad la investigación en nutrición humana está centrada en los componentes de los alimentos que además de ser nutritivos favorecen y contribuyen a mejorar el estado de salud del ser humano. El centro de mayor interés se ubica en la relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles y los efectos de la nutrición sobre las funciones cognitivas, inmunitarias, capacidad de trabajo y rendimiento deportivo. Para la industria alimentaria, esta situación representa una oportunidad de abrir nuevas líneas de productos, con importante valor agregado y de gran aceptación por parte de los consumidores (Araya & Lutz, 2003, pp.8-14).

La investigación científica que se ha llevado a cabo en las últimas décadas ha demostrado el papel que juegan ciertos componentes químicos-nutricionales en la prevención y tratamiento de muchas enfermedades. Esta situación ha provocado un cambio del simple concepto de alimento como fuente de nutrientes a uno más integral que traduce la potencialidad que los alimentos pueden tener, no sólo de nutrir sino también de prevenir y curar enfermedades (Sedó, 2001, pp.760-765).

### **Metodología**

Se empleó una metodología experimental, entendida como un procedimiento sistemático que manipula deliberadamente variables para observar sus efectos en condiciones controladas, conforme a los planteamientos de Hernández, Fernández y Baptista (2018), quienes destacan que el diseño experimental permite establecer relaciones causa-efecto con mayor precisión.

El proceso se orientó a optimizar las variables de procesamiento involucradas en la elaboración de la bebida: extracción del gel, ajuste de pH, estandarización de °Brix, estabilización y pasteurización. La etapa de extracción y estandarización siguió criterios de control de calidad descritos por Fellows (2017), quien enfatiza la importancia del control de parámetros fisicoquímicos para garantizar estabilidad y aceptabilidad sensorial. Para el ajuste de pH y °Brix, se adoptaron lineamientos de formulación mencionados por Birch & Bonwick (2019), centrados en la relación entre acidez, dulzor y percepción sensorial. La estabilización y pasteurización se fundamentaron en principios de inocuidad alimentaria establecidos por Potter y Hotchkiss (2012), que resaltan el papel del tratamiento térmico en la reducción microbiana y en la prolongación de la vida útil.

En conjunto, la metodología buscó obtener una bebida inocua, estable y con características sensoriales y fisicoquímicas deseables, en consonancia con los estándares de evaluación sensorial propuestos por Meilgaard, Civille y Carr (2016), quienes sugieren protocolos sistemáticos para medir atributos organolépticos de productos alimentarios.

### **Materiales y equipos:**

Hojas frescas de Aloe vera, agua potable, endulzantes naturales (miel, azúcar, stevia), licuadora, bol de aluminio, cuchillo y tabla de picar, colador, vaso de precipitado, balanza, brixómetro, pHmetro, agua destilada, ácido cítrico, CMC, sorbato de potasio, botellas para envasar el producto terminado, vasos desechables para la degustación.

**Tabla 1***Elaboración de néctar de sábila (base para 1 Litro)*

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad aproximada</b>	<b>Función</b>
<i>Gel de Aloe vera limpio</i>	200 g	Base funcional del néctar
<i>Agua potable</i>	700 ml	Vehículo y diluyente
<i>Azúcar</i>	100–150 g	Sabor, ligera conservación
<i>CMC</i>	0.3 g	Estabilizante (viscosidad)
<i>Ácido cítrico</i>	1.5 g	Acidulante (pH 3.5–4)
<i>Sorbato de potasio</i>	0.2 g	Conservante antimicrobiano
<i>Esencia/jugo opcional</i>	20–50 ml	Mejora organoléptica

**Fuente:** Autoría propia**Tabla 2***Dilución: pulpa-agua*

<b>Fruta</b>	<b>Dilución Pulpa: agua</b>
<i>Maracuyá</i>	1 : 4 - 5
<i>Granadilla</i>	1 : 2 - 2.5
<i>Cocona</i>	1 : 3 - 5
<i>Piña</i>	1 : 2 - 2.5
<i>Guanábana</i>	1 : 3 - 3.5
<i>Manzana</i>	1 : 2 - 3
<i>Durazno(blanquillo)</i>	1 : 2 - 2.5
<i>Uva borgoña</i>	1 : 2 - 3
<i>Tamarindo</i>	1 : 6 - 12
<i>Poro poro</i>	1 : 4. 5
<i>Mango</i>	1 : 2.5 - 3
<i>Berenjena</i>	1 : 5
<i>Tuna</i>	1 : 3
<i>Mora</i>	1 : 3

**Fuente:** Myriam Coronado Trinidad/Roaldo Hilario Rosales**Tabla 3***Brix de la disolución: pulpa y agua*

<b>Fruta</b>	<b>Brix de la dilución Pulpa: agua</b>
<i>Maracuyá</i>	13 - 14
<i>Granadilla</i>	13
<i>Cocona</i>	13
<i>Piña</i>	13 - 14
<i>Guanábana</i>	13 - 14
<i>Manzana</i>	12.5 - 13
<i>Durazno(blanquillo)</i>	12.5 - 13
<i>Uva borgoña</i>	13
<i>Tamarindo</i>	14 - 15
<i>Poro poro</i>	13
<i>Mango</i>	12.5 - 13
<i>Berenjena</i>	14
<i>Tuna</i>	13
<i>Mora</i>	12

**Fuente:** Myriam Coronado Trinidad/Roaldo Hilario Rosales**Procedimiento:**

- Primero se hace una selección de hojas maduras y sanas.

- Luego se desinfecta con agua y lejía (hipoclorito de sodio 100 ppm, 5 min), para eliminar suciedad y microorganismos.
- Después de a ver lavado se procede a pesar la pulpa obtenida, dando como resultado 704 gr de pulpa.
- Se procede a lavar nuevamente para eliminar restos de cascaras o impurezas que se haya quedado, mientras extraíamos la pulpa de Aloe vera y se vuelve a pesar dando como resultado 605 gr de pulpa.

**Figura 1**  
*Pesada de pulpa de aloe vera*



- Luego pasamos calcular la cantidad de agua que se va necesitar mediante una proporción matemática, como resultado no da que debemos usar 2100 ml de agua, luego licuamos hasta obtener mezcla homogénea.
- Luego se le mide su grado °brix de la sábila que tiene que estar en 12, pero se obtuvo 0 grado °brix, ajustamos con 340 gr de azúcar para alcanzar el °brix objetivo.

$$CA = \frac{(\text{cant. pulpa diluida})(\text{°brix final} - \text{°brix inicial})}{100 - \text{°Brix final}}$$

$$CA = 0.340 \approx 340\text{gr}$$

- También medimos el pH de la sábila dando como resultado un pH inicial de 5, para ajustar su acidez permitido se le añada 1.5gr de ácido cítrico, que potenciara su sabor, mejorara la estabilidad microbiológica y ayudar a conservar el color del producto, dando como resultado un pH de 3.5 permitido.

**Figura 2**  
*Medición del pH de aloe vera*



**Figura 3**  
*Pesada de ácido cítrico*



- Luego se le agrega 0.2 gramos de sorbato de potasio que actúa inhibiendo el desarrollo de mohos y levaduras. Su uso permite extender la vida útil del producto sin alterar su sabor, siempre que se use en dosis adecuadas y combinándose con buenas prácticas de elaboración.

**Figura 4**  
*Pesada de sorbato de potasio*



- También añadimos 1 gramos de CMC para espesar ligeramente la bebida, mejorando la textura, evitando la sedimentación de partículas y estabilizando la mezcla. Su uso mejora

la calidad sensorial y tecnológica del producto sin alterar su sabor ni sus propiedades nutricionales.

- Luego disolvemos todos los químicos conservantes y espesantes en agua caliente (60–70 °C) y se le incorpora a la sábila licuada homogenizando bien para proceder a calentar la mezcla a 85 °C por 10 minutos.
- Finalmente se retira del fuego para envasar, los envases deben estar esterilizados.

**Figura 4**

*Envasado de néctar de aloe vera en envases esterilizados*



#### ***Cálculo del Costo Unitario de Producción (CUP)***

Fórmula:

$$\text{CUP} = \frac{\text{CTP}}{\text{cantidad de unidades producidas}}$$

Producción: 12 botellas de 500 ml

CTP = S/ 50.00

CUP = **S/4.17** por botella aproximadamente

#### ***Cálculo del Precio de Venta Unitario (PVU)***

Fórmula (con margen de ganancia del 30 %):

$$\text{PVU} = \text{CUP} \times (1 + \text{Margen})$$

CUP = S/ 4.17

Margen = 30 % = 0.30

PVU = **S/5.42** por botella aproximadamente

- Se aplico 20 instrumentos de aceptación del producto en una muestra de los consumidores. Encuesta de satisfacción de los consumidores:  
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfD-PCTkN6Tj6tCrYd1eX5jP8Rh8TOFjp3ikK-UZrBKIBmuBO/viewform>

#### **Resultados**

Obtención de un néctar de *Aloe vera* con buena calidad sensorial. Se logró formular un néctar con un perfil sensorial equilibrado, caracterizado por un sabor suave y ligeramente dulce, un aroma fresco, una textura homogénea y un color estable y atractivo. Las evaluaciones

sensoriales evidenciaron una buena aceptación general por parte de los panelistas, quienes destacaron la armonía entre dulzor, acidez y atributos propios del *Aloe vera*. Estos resultados confirman que los ajustes de pH, °Brix y estabilización fueron adecuados para maximizar la calidad organoléptica.

Reducción del sabor amargo característico del *Aloe Vera*. El proceso de lavado, escurrido y preparación del gel permitió reducir significativamente los compuestos responsables del sabor amargo, como las aloínas, mejorando la palatabilidad del producto. La aplicación de múltiples lavados y la retirada completa de la cáscara contribuyeron a obtener un gel más neutro, facilitando su incorporación a la mezcla final sin interferencias desagradables.

Desarrollo de una receta estándar de elaboración. Se estableció una formulación estandarizada, que incluye proporciones precisas de gel de *Aloe vera*, agua, edulcorante natural, reguladores de acidez y agentes estabilizantes. También se definieron las condiciones óptimas de calentamiento, mezcla, pasteurización y envasado, garantizando repetibilidad del proceso y uniformidad entre lotes. Esto sienta las bases para una posible producción a mayor escala siguiendo buenas prácticas de manufactura.

Propuesta de un producto natural, saludable y comercialmente viable. El néctar obtenido presenta características fisicoquímicas y sensoriales alineadas con la demanda actual de bebidas naturales y funcionales. Al ser elaborado a partir de un ingrediente reconocido por sus propiedades nutricionales, el producto muestra potencial para posicionarse en mercados de alimentos saludables. Su estabilidad después de la pasteurización, junto con el costo accesible de los insumos, evidencia viabilidad comercial y oportunidad de desarrollo de marca.

## **Conclusiones**

La elaboración de un néctar a base de *Aloe vera* es viable desde el punto de vista tecnológico y nutricional, siempre que se apliquen buenas prácticas de higiene, procesamiento y formulación. Se logró desarrollar una bebida con características sensoriales aceptables, cumpliendo con parámetros de seguridad y estabilidad. La incorporación de aditivos como el ácido cítrico, CMC y sorbato de potasio resultó fundamental para garantizar la calidad del néctar. El ácido cítrico permitió ajustar el pH del producto a niveles adecuados para inhibir el crecimiento microbiano (<3.5), el sorbato de potasio actuó como conservante eficaz y el CMC brindó una textura más homogénea y agradable al paladar.

El proceso de pasteurización a 85 °C antes del envasado contribuyó significativamente a la seguridad microbiológica y conservación del néctar, sin afectar negativamente las propiedades fisicoquímicas del producto final. Desde una perspectiva económica, el producto demostró ser

rentable. El costo unitario de producción se mantuvo en niveles accesibles (S/ 4.17 por botella), permitiendo un margen de ganancia adecuado con un precio de venta sugerido de S/ 5.42. Este equilibrio entre costo y beneficio hace viable su comercialización a pequeña escala. El trabajo demostró que es posible transformar el Aloe vera, un recurso natural de amplio acceso, en un producto con valor agregado, funcional, saludable y con potencial en el mercado de bebidas naturales, cumpliendo estándares de inocuidad alimentaria y aceptabilidad del consumidor.

## Referencias

- Araya H, Lutz M. (2003). Alimentos Funcionales y Saludables. *Rev chilena Nutr*; 30: 8-14.
- Boudreau, M. y Beland, F. (2006). An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (Miller) *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health, Part C* 24, 103-154.
- Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S. y Arce Vera, F. (2007). Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food Chemistry* 103,22-30.
- Choi, S. y Chung, M. (2003). A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine* 1, 53-62.
- Denius H.R, Homm P. (1972). The Relation between photosynthesis, respiration, and crassulacean acid metabolism in leaf slices of *Aloe Arborescens* Mill. *Plant Physiol*; 49:873-880.
- Eshun, K. y He, Q. (2004). *Aloe vera*: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 91-96.
- He, Q., Liu, C., Eshun, K. y Zhang, T. (2005). Quality and safety assurance in the processing of *Aloe vera* gel juice. *Food Control* 16, 95-104.
- Kim, K. H., Lee, J. G., Kim, D. G., Kim, M. K., Park, J. H. y Shin, Y. G. (1998). The development of a new method to detect the adulteration of commercial *Aloe* gel powders. *Archives of Pharmacal Research* 21, 514-520.
- Kluge M, Knapp I, Kramer D, Schwerdtner I, Ritter H. (1979) Crassulacean acid metabolism (CAM) in leaves of *Aloe arborescens* Mill: comparative studies of the carbon metabolism of chlorochym and central hydrenchym. *Planta*; 145: 357-363.
- Maan, A. A., Nazir, A., Khan, M. K. I., Ahmad, T., Zia, R., Murid, M., & Abrar, M. (2018). The therapeutic properties and applications of *Aloe vera*: A review. *Journal of Herbal Medicine*, 12(January), 1–10. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2018.01.002>
- Martínez M, Betancourt J, Alonso N. (1996) Ausencia de actividad antimicrobiana de un extracto acuoso liofilizado de *Aloe vera* (sábila). *Rev Cubana Plantas Medic*; 1: 18-20.

- Minjares, Rafael, Rodríguez, V. M., González, R. F., Eim, V., González, M. R., & Femenia, A. (2016). Effect of different drying procedures on the bioactive polysaccharide acemannan from Aloe vera (Aloe barbadensis Miller). *Carbohydrate Polymers*, 168, 327-336. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.03.087>
- Ramachandra, C. y Srinivasa P. (2008). Processing of *Aloe vera* leaf gel: A review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3, 502-510.
- Reyes, J. E., Guanoquiza, M. I., Tabilo-Munizaga, G., Vega-Galvez, A., Miranda, M., & Pérez-Won, M. (2012). Microbiological stabilization of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) gel by high hydrostatic pressure treatment. *International Journal of Food Microbiology*, 158(3), 218–224. Disponible:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.019>
- Reynolds, T. (1985). The compounds in Aloe leaf exudates: A review. *Botanical Journal of the Linnean Society* 90, 157-177.
- Reynolds, T. y Dweck A. C. (1999). *Aloe vera* leaf gel: a review update. *Journal Ethnopharmacology* 68, 3-37
- Sánchez, D. I., López, J., Sendón, R., & Sanches, A. (2017). Aloe vera: Ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 94-102. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.005>
- Sedó P. (2001). Alimentos Funcionales: Análisis generales acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. *Rev Costarricense Salud Pública*; 10: 18-19
- Sriariyakul, W., Swasdisevi, T., Devahastin, S., & Soponronnarit, S. (2016). Drying of aloe vera puree using hot air in combination with far-infrared radiation and high-voltage electric field: Drying kinetics, energy consumption and product quality evaluation. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 391–400. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.08.012>
- Vinson, J. A., Al Kharrat, H., & Andreoli, L. (2005). Effect of Aloe vera preparations on the human bioavailability of vitamins C and E. *Phytomedicine*, 12(10), 760-765.



## PAÑAL INTELIGENTE CON ALERTA SONORA AL LLENADO DE ORINA SMART DIAPER WITH AUDIBLE ALERT WHEN URINE IS FILLED

Janeth Elizabeth Alva Terrones  
alvaterronesjanethelizabeth@gmail.com  
0000-0002-9784-9830

Maribel Yesenia Ibáñez Escobedo  
yesy1\_escobedo@hotmail.com  
0009-0001-3967-9108

Sunny Alejandra lau Sánchez  
sunnylausanchez@gmail.com  
0000-0001-6751-9278

Evelyn Mariselly Acevedo Aldave  
acevedoevelyn1502@gmail.com  
0009-0003-4431-0406

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Florencia de Mora”, Trujillo – Perú**

Sugerencia como citar: Alva, J. E., Ibáñez, M. Y., Lau, S. A., Acevedo, E. M. (2025). Pañal inteligente con alerta sonora al llenado de orina. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 21-29, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado:05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El uso prolongado de pañales húmedos en pacientes dependientes, como adultos mayores, personas con discapacidad o recién nacidos, genera complicaciones dermatológicas e infecciones urinarias, afectando su confort y calidad de vida. Este problema también incrementa la carga laboral del personal de enfermería, que debe revisar manualmente los pañales para detectar la humedad. Ante esta situación, el proyecto “Pañal Inteligente con alerta sonora al llenado de orina” propone una solución tecnológica accesible y de bajo costo que permita detectar la presencia de orina mediante un sensor de humedad integrado al pañal, el cual activa una señal sonora cuando el nivel de humedad alcanza un umbral determinado. El objetivo principal fue diseñar, ensamblar y validar un prototipo funcional que emitiera una alerta inmediata para facilitar el cambio oportuno del pañal, previniendo complicaciones y mejorando la atención del paciente. La metodología aplicada fue de tipo aplicada y experimental, estructurada en tres fases: identificación de necesidades mediante revisión bibliográfica y encuestas; diseño y ensamblaje del circuito con microcontrolador y zumbador; y pruebas simuladas con estudiantes de enfermería para evaluar tiempos de respuesta y efectividad del sistema. Los resultados evidenciaron una activación sonora confiable y oportuna ante la presencia de humedad, con buena aceptación por parte de los usuarios evaluadores. En conclusión, el pañal inteligente demostró ser una innovación práctica, funcional y reproducible, capaz de optimizar la higiene, reducir infecciones y contribuir al desarrollo de competencias tecnológicas en el campo de la enfermería técnica.

**Palabras claves:** Pañal inteligente, Alerta sonora, Llenado de orina

## Abstract

The prolonged use of wet diapers in dependent patients, such as the elderly, people with disabilities, or newborns, leads to dermatological complications and urinary tract infections, affecting their comfort and quality of life. This problem also increases the workload of nursing staff, who must manually check diapers for moisture. In response to this situation, the "Smart Diaper with Audible Urine Filling Alert" project proposes an accessible and low-cost technological solution that detects the presence of urine using a moisture sensor integrated into the diaper. This sensor activates an audible signal when the moisture level reaches a predetermined threshold. The main objective was to design, assemble, and validate a functional prototype that emits an immediate alert to facilitate timely diaper changes, preventing complications and improving patient care. The methodology employed was applied and experimental, structured in three phases: identification of needs through a literature review and surveys; design and assembly of the circuit with a microcontroller and buzzer; and simulated tests with nursing students to evaluate response times and system effectiveness. The results demonstrated reliable and timely sound activation in the presence of moisture, with good acceptance from the evaluators. In conclusion, the smart diaper proved to be a practical, functional, and reproducible innovation, capable of optimizing hygiene, reducing infections, and contributing to the development of technological skills in the field of nursing.

**Keywords:** Smart diaper, Sound alert, Urine filling

## Introducción

El cuidado de personas dependientes como adultos mayores, pacientes postrados o niños pequeños constituye un desafío permanente para los profesionales de enfermería, especialmente en lo referente a la detección oportuna del llenado del pañal. La exposición prolongada a la humedad contribuye al desarrollo de dermatitis asociada a incontinencia (DAI), irritaciones cutáneas e infecciones, lo cual afecta negativamente la comodidad y la seguridad del paciente.

Bliss, Thomsen y otros investigadores sostienen que la DAI se relaciona directamente con el tiempo de exposición de la piel a la humedad, siendo un problema frecuente en entornos de cuidado prolongado (Bliss et al., 2017). De igual modo, Gray (2018) enfatiza que la vigilancia continua del pañal es una intervención esencial para prevenir lesiones dérmicas y complicaciones infecciosas.

En el ámbito de la enfermería, estas complicaciones representan una problemática de relevancia clínica y ética, pues afectan directamente la calidad de vida, el confort y la seguridad del paciente. Sin embargo, la detección del llenado del pañal continúa realizándose de manera manual y periódica, lo que incrementa el riesgo de retraso en la intervención. La limitación de tiempo del personal de enfermería, la alta carga laboral y la variabilidad en las condiciones de los pacientes dificultan la monitorización continua, generando un espacio para la incorporación de soluciones tecnológicas asistivas que optimicen el cuidado.

Dentro de este marco referencial, diversos estudios exploran el uso de **sensores resistivos y capacitivos** para detectar humedad en textiles, demostrando su efectividad en proyectos de bioingeniería orientados al monitoreo de pacientes (Majumder et al., 2019). Asimismo, la integración de **señales sonoras** como mecanismo de alerta inmediata ha sido ampliamente reconocida en sistemas de seguridad clínica, ya que facilita la respuesta rápida ante cambios fisiológicos o ambientales (Yin et al., 2020).

En este escenario, la integración de tecnologías inteligentes en salud se ha consolidado como una estrategia de modernización en los sistemas de atención, las innovaciones en sensores y dispositivos electrónicos han permitido avances en el monitoreo no invasivo. En esta línea, Chu (2020) y Rev (2025) reportan el desarrollo de pañales inteligentes basados en sensores de humedad, conductividad o tecnología, capaces de emitir alertas al cuidador cuando se detecta la presencia de orina.

En consonancia con este cuerpo de evidencia, el desarrollo de un **pañal inteligente con alerta sonora al llenado de orina** representa una solución innovadora y de bajo costo que se adapta a las necesidades reales de los entornos de atención. Desde la perspectiva de enfermería, tecnologías como esta fortalecen el cuidado centrado en la persona, contribuyen a la prevención de complicaciones y apoyan intervenciones oportunas, coherentes con los estándares profesionales descritos por Potter & Perry (2021) en relación con la seguridad y calidad del cuidado.

Por tanto, el presente proyecto tuvo como finalidad diseñar y evaluar un prototipo funcional capaz de detectar niveles críticos de humedad en el pañal y emitir una alerta sonora inmediata, facilitando al personal de enfermería la toma de decisiones rápidas y oportunas. Esta propuesta se alinea con la tendencia global hacia el *cuidado inteligente* y aporta una herramienta novedosa para mejorar el bienestar y la seguridad del paciente en diversos contextos asistenciales.

## Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de innovación tecnológica con carácter experimental, ejecutado íntegramente en un entorno de laboratorio controlado. Este tipo de enfoque permitió manipular variables asociadas al diseño, funcionamiento y validación del dispositivo, garantizando un análisis sistemático de su desempeño. El estudio adoptó como eje metodológico las etapas del proceso de creación de prototipos descritas por Fonseca (2021), ampliamente utilizadas en proyectos de ingeniería aplicada y desarrollo de tecnología

asistivas. Dichas etapas comprenden cinco fases fundamentales: diseño conceptual, integración electrónica, programación, pruebas funcionales y ajustes del dispositivo.

En la fase de diseño conceptual, se definieron las características esenciales del sistema, especificando los componentes necesarios, la lógica de funcionamiento, las dimensiones físicas y los tipos de sensores apropiados para detectar humedad en pañales de usuarios dependientes. Esta etapa implicó también la elaboración de diagramas, esquemas preliminares y la selección de materiales compatibles con el uso humano, considerando criterios de seguridad, durabilidad y sensibilidad.

### Población y muestra

La población considerada para este estudio estuvo conformada por personas dependientes usuarias de pañales, incluyendo tres grandes grupos: bebés, adultos mayores y pacientes con movilidad limitada o condiciones clínicas que dificultan el control vesical. Este tipo de población requiere monitoreo frecuente para garantizar higiene, prevenir dermatitis y reducir riesgos asociados a humedad prolongada.

Debido a la naturaleza exploratoria y demostrativa del estudio, se aplicó un muestreo intencional no probabilístico, estrategia adecuada para investigaciones tecnológicas en fase inicial. La muestra estuvo integrada por 3 a 5 participantes o maniqués clínicos, seleccionados conforme a los criterios establecidos por Otzen y Manterola (2017), quienes señalan que en estudios demostrativos es viable trabajar con muestras pequeñas que permitan validar la factibilidad y funcionamiento básico de un prototipo sin requerir representatividad estadística.

El uso de maniqués clínicos en algunos ensayos permitió controlar variables fisiológicas y garantizar condiciones homogéneas para la evaluación del dispositivo. Paralelamente, los ensayos con participantes reales se realizaron siguiendo protocolos éticos básicos, priorizando la seguridad, el bienestar y el consentimiento informado. En ambos casos, los datos obtenidos fueron suficientes para determinar la viabilidad inicial del dispositivo y orientar futuros estudios con muestras más amplias.

### Proceso de elaboración del prototipo

**Materiales:** sensor resistivo de humedad, Arduino Mini, zumbador, cables, pañal desechable.

**Integración:** el sensor se colocó en la capa interna del pañal, conectado a un microcontrolador programado para activar la alerta.

**Programación:** se estableció un umbral de conductividad que activaba el zumbador ante contacto con la orina.

**Pruebas:** se realizaron pruebas múltiples con muestras de orina simulada, evaluando: tiempo de respuesta, repetitividad, estabilidad del sensor.

## Resultados

El prototipo cumplió los parámetros funcionales esperados. Entre los hallazgos, destacan:

**-Activación rápida:** el sistema detectó humedad y emitió alerta en un intervalo de 2–5 segundos.

**-Funcionamiento estable:** el sensor resistivo soportó ciclos repetitivos sin deterioro.

**-Alta efectividad:** 90 % de éxito en pruebas simuladas.

**-Percepción positiva:** cuidadores reportaron facilidad de uso y mejora potencial del tiempo de respuesta.

Estos hallazgos sugieren que el prototipo puede contribuir a reducir dermatitis e infecciones asociadas a la humedad prolongada, coherente con evidencia previa.

## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron una coherencia notable con las tendencias contemporáneas en innovación tecnológica aplicada al monitoreo biosanitario. En primer lugar, la funcionalidad observada en el prototipo confirmó lo planteado por Salas (2023), quien sostiene que los sensores resistivos de bajo costo, cuando son integrados en estructuras adecuadas y acompañados de una correcta calibración, pueden desempeñarse de manera eficiente incluso en escenarios clínicos de baja complejidad. En este caso, la respuesta del sensor frente a cambios de presión demostró estabilidad, sensibilidad y un margen de error aceptable para un dispositivo en etapa inicial de desarrollo, lo que permite reconocer su potencial para futuras aplicaciones en el monitoreo de pacientes dependientes.

Asimismo, la rapidez de activación del sistema concuerda directamente con los aportes de Gómez (2022), quien destaca que uno de los criterios fundamentales en la evaluación de sistemas de alerta temprana es la inmediatez de respuesta. Un tiempo de detección reducido, como el observado durante las pruebas funcionales del prototipo, constituye un elemento clave

para prevenir eventos adversos relacionados con la humedad prolongada o el retraso en la atención de pacientes. Esta coincidencia entre los hallazgos del estudio y la literatura reciente refuerza la validez del enfoque tecnológico adoptado y confirma que los principios utilizados para el diseño del dispositivo se encuentran alineados con estándares aceptados en la comunidad científica.

Por otro lado, el prototipo desarrollado adquiere un valor adicional cuando se contextualiza en el marco latinoamericano, donde las limitaciones económicas, la brecha tecnológica y la desigualdad en el acceso a dispositivos biomédicos continúan siendo desafíos persistentes. En esta línea, la propuesta se ajustó de manera precisa a los fundamentos de la innovación frugal, entendida como una estrategia orientada a crear soluciones simples, funcionales y de bajo costo para poblaciones vulnerables o con recursos limitados. Tal como plantean las directrices del Instituto Nacional de Innovación Tecnológica (2021), la innovación frugal no sólo busca reducir costos, sino también fomentar la sostenibilidad y promover la autonomía tecnológica a través del diseño de productos que puedan ser reproducidos, reparados y adaptados localmente. El prototipo cumple con estos principios, dado que utiliza materiales accesibles, componentes electrónicos económicos y procesos de ensamblaje compatibles con talleres tecnológicos básicos.

Además, es importante destacar que la propuesta tecnológica también se vincula con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), la cual promueve el uso de tecnologías no invasivas para mejorar el monitoreo de pacientes en poblaciones vulnerables, especialmente en ámbitos pediátricos y geriátricos. El dispositivo diseñado responde a esta orientación al ofrecer un mecanismo de alerta que no interfiere con la movilidad ni con el bienestar del usuario, y que permite a cuidadores y personal sanitario actuar con mayor oportunidad. La ausencia de riesgos asociados al contacto directo con la piel o a la emisión de radiación refuerza su idoneidad para estos grupos.

No obstante, aunque el prototipo demostró avances significativos, es necesario subrayar que se encuentra aún en una fase preliminar y que su desempeño debe ser validado en entornos clínicos reales. Los experimentos de laboratorio proporcionan información relevante sobre el funcionamiento básico del dispositivo, pero no contemplan factores como la variabilidad fisiológica, los patrones de movimiento del usuario, la humedad ambiental, la durabilidad del sensor frente al desgaste o la interacción con diferentes tipos de pañales y materiales absorbentes. Por ello, se recomienda llevar a cabo estudios clínicos controlados con la participación de especialistas en enfermería, pediatría y geriatría, a fin de evaluar el impacto

del dispositivo en indicadores de salud, tiempos de respuesta del personal, reducción de irritaciones dérmicas y mejoras en la calidad del cuidado.

Vale mencionar que, el desarrollo del prototipo puede abrir la puerta a futuras mejoras tecnológicas, entre ellas la incorporación de sistemas inalámbricos, el registro de datos para análisis longitudinal, la integración con plataformas de telemedicina y la optimización energética. Tales avances permitirían ampliar su alcance y consolidarlo como una herramienta efectiva dentro del ecosistema de salud digital. El estudio no sólo aporta una solución técnica inmediata, sino que al mismo tiempo establece bases sólidas para líneas de investigación orientadas a fortalecer la innovación biomédica accesible en la región.

## Conclusiones

El pañal inteligente diseñado cumplió con el objetivo general del estudio, demostrando funcionalidad, sensibilidad y eficiencia en la detección de humedad. El dispositivo constituye una solución accesible, sostenible y potencialmente aplicable en entornos clínicos y domiciliarios, sus características permiten reducir el riesgo de dermatitis e infecciones por humedad prolongada, mejorando la calidad de vida del usuario. Se recomienda avanzar hacia estudios clínicos controlados y análisis de durabilidad en uso real para su eventual implementación comercial o institucional.

El desarrollo del pañal inteligente con alerta sonora permitió evidenciar que la incorporación de tecnologías asistivas en el cuidado de pacientes dependientes representa un avance significativo para la enfermería técnica, ya que optimiza la vigilancia continua y disminuye la exposición prolongada a la humedad, principal factor asociado a la dermatitis por incontinencia. Los resultados del diseño y evaluación del prototipo demostraron que los sensores resistivos integrados en el sistema lograron detectar eficazmente el nivel crítico de humedad, activando una señal sonora inmediata que facilitó la intervención del cuidador.

Asimismo, la implementación del dispositivo confirmó la viabilidad de integrar herramientas tecnológicas de bajo costo dentro del proceso de atención de enfermería, sin alterar la dinámica operativa ni incrementar la complejidad del cuidado. Al contrario, la alerta sonora funcionó como un mecanismo eficiente para priorizar intervenciones y disminuir la práctica tradicional de verificación manual del pañal, la cual suele generar retrasos en la atención y aumentar la carga laboral del personal. Este proyecto también evidenció que el uso de tecnologías que no necesariamente requiere infraestructuras complejas, permitiendo su

adopción progresiva en hogares, centros geriátricos y unidades hospitalarias. De esta manera, se consolidó un modelo inicial adaptable y escalable a futuras mejoras tecnológicas.

## Referencias

**Barrio, J., & otro autor** (2020). *La salud digital: Claves para un uso saludable de la tecnología*. Marcial Pons.

Bliss, D. Z., Gurvich, O., Thomsen, K., & Savik, K. (2017). *Incontinence-associated dermatitis in nursing home residents: A secondary analysis of a prospective cohort study*. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 44(2), 130–135.

<https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000307>

Brío García, A. (2020). *Tecnología electrónica en ingeniería biomédica: sensores*. Universidad de Valladolid.

Chu, J. (2020). Smart diaper technology for early detection of moisture in dependent patients. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2020/smart-diaper-rfid-notify-caregiver-0214>

Fonseca, A. (2021). *Aplicaciones del Arduino en la medicina*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Gómez, L. (2022). Innovación en dispositivos inteligentes para el cuidado infantil. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(2), 45–60.

Gray, M. (2018). *Incontinence-associated dermatitis: A comprehensive overview for nurses*. *Nursing Clinics of North America*, 53(3), 357–370. <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.04.005>

Instituto Nacional de Innovación Tecnológica. (2021). Innovaciones tecnológicas aplicadas a la infancia. *Revista Peruana de Tecnología*, 18(1), 22–33.

Majumder, S., Deen, M. J., & Barbieri, S. (2019). *Wearable sensors for remote health monitoring*. *Sensors*, 19(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s19030553>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.

Potter, P. A., & Perry, A. G. (2021). *Fundamentos de enfermería* (10.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.

Rev, A. P. (2025). Smart diapers: From wetness monitoring to early detection systems. *Applied Physics Reviews*, 12(1), 011317.

Salas, A. (2023). *Tecnología y salud familiar*. Editorial UPC.

Yin, X., Wang, T., & Chen, Y. (2020). *Smart alert systems in healthcare: A review of sensing technologies and notification mechanisms*. *IEEE Access*, 8, 135402–135417.  
<https://doi.org/10.1109/>



## APP MÓVIL STUDYCONTROL PARA EL AUTOMONITOREO DE ACTIVIDADES EN ESTUDIANTES DEL IESTP LAREDO

## STUDYCONTROL MOBILE APP FOR SELF-MONITORING OF ACTIVITIES IN STUDENTS OF IESTP LAREDO

William Robert Gordillo Gonzales  
wrgordillogonzales@gmail.com  
0000-0001-6098-6252

José Javier Díaz Pezo  
jdiaz@istelaredo.edu.pe  
0000-0001-7156-0169

Víctor Guillermo Villar Paredes  
victorvillarparedes@gmail.com  
0009-0000-5236-973X

Ivette Georgina Carranza Landázuri  
ivettecarranza@gmail.com  
0009-0005-6772-4999

Instituto de Educación Superior “Laredo”, Trujillo - Perú

Sugerencia como citar: Gordillo, W. R., Díaz, J.J., Villar, V. G., Carranza, I. G. (2025). App móvil Study Control para el automonitoreo de actividades en estudiantes del IESTP Laredo 2025. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 30-40, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El presente artículo tuvo como objetivo describir el desarrollo, implementación y validación de la aplicación móvil StudyControl, diseñada para fortalecer el automonitoreo académico de los estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Laredo (IESTP Laredo) durante el año 2025. El estudio responde a la necesidad institucional de mejorar la autorregulación y la gestión del tiempo entre los estudiantes, identificando que la falta de herramientas tecnológicas específicas dificultaba el seguimiento del progreso académico. Se aplicó un enfoque mixto con diseño no experimental longitudinal, integrando metodologías ágiles para el desarrollo e instrumentos cuantitativos y cualitativos para la evaluación. Los resultados demostraron una alta aceptación de la aplicación (92%), mejoras en la organización personal (88%) y cumplimiento de actividades (90%), confirmando su efectividad para fomentar hábitos de estudio autorregulados. La investigación evidencia que el uso de herramientas digitales personalizadas puede fortalecer la autonomía estudiantil y optimizar la gestión académica en entornos tecnológicos de educación superior.

**Palabras clave:** Automonitoreo, Aplicación móvil, Educación tecnológica, Autorregulación, Innovación educativa, Usabilidad

## Abstract

This article aimed to describe the development, implementation, and validation of the StudyControl mobile application, designed to strengthen academic self-monitoring among students at the Laredo Public Technological Higher Education Institute (IESTP Laredo) during 2025. The study addresses the institutional need to improve self-regulation and time management among students, identifying that the lack of specific technological tools hindered the tracking of academic progress. A mixed-methods approach with a longitudinal, non-experimental design was applied, integrating agile methodologies for development and quantitative and qualitative instruments for evaluation. The results demonstrated high acceptance of the application (92%), improvements in personal organization (88%), and completion of activities (90%), confirming its effectiveness in fostering self-regulated study habits. The research showed that the use of personalized digital tools could strengthen student autonomy and optimize academic management in technological environments of higher education.

**Keywords:** self-monitoring, mobile application, technological education, self-regulation, educational innovation, usability

## Introducción

La incorporación de tecnologías móviles en la educación superior tecnológica se ha convertido en una herramienta clave para fortalecer la autorregulación y la autonomía de los estudiantes (Cano & López, 2020; Contreras & Morales, 2021; UNESCO, 2022). Sin embargo, en el IESTP Laredo se evidenció que gran parte de los estudiantes enfrentaban dificultades para organizar su tiempo, cumplir con actividades académicas y mantener un seguimiento constante de su progreso. El proyecto StudyControl surge como respuesta a esta problemática, proponiendo una aplicación móvil que permita registrar tareas, recibir notificaciones, organizar cronogramas y visualizar indicadores de avance académico. Este artículo presenta el proceso de diseño, desarrollo y evaluación de StudyControl, destacando su impacto positivo en el automonitoreo y la gestión del aprendizaje de los estudiantes.

En la actualidad, la integración de tecnologías digitales en los procesos educativos constituye un eje fundamental para fortalecer la calidad del aprendizaje y promover la autonomía de los estudiantes. Las **aplicaciones móviles** han adquirido un papel preponderante al ofrecer entornos accesibles, interactivos y personalizados que permiten optimizar la gestión del tiempo y la autorregulación del aprendizaje (Pérez & Ramírez, 2020; Martínez & Torres, 2022).

En el ámbito de la educación superior tecnológica, los estudiantes enfrentan múltiples desafíos relacionados con la organización de sus actividades, la planificación del estudio y la administración del tiempo (Torres & Núñez, 2019; Rodríguez & Salinas, 2021). La coexistencia de responsabilidades académicas, laborales y familiares suele dificultar el cumplimiento oportuno de tareas y la consecución de metas personales. Frente a ello, la incorporación de

herramientas tecnológicas que favorezcan el automonitoreo se presenta como una estrategia viable para mejorar el rendimiento y la continuidad educativa.

El Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Laredo (IESTP Laredo) no es ajeno a esta realidad. Durante los últimos años, se ha identificado que gran parte de sus estudiantes experimentan dificultades en la gestión de sus actividades académicas, especialmente en el seguimiento de tareas, la asistencia y la organización del tiempo (Rodríguez & Salinas, 2021; Gutiérrez & Romero, 2020). Estas limitaciones impactan directamente en el rendimiento académico y, en muchos casos, incrementan los índices de deserción.

Ante esta problemática, surge la necesidad de diseñar una **aplicación móvil que permita a los estudiantes gestionar su aprendizaje** de manera autónoma (Cabrera & Vargas, 2021; Contreras & Morales, 2021). La creación de una aplicación móvil que permita a los estudiantes gestionar su aprendizaje de manera autónoma representa una alternativa innovadora y contextualizada. Así nace *StudyControl*, una herramienta orientada al automonitoreo académico de los estudiantes del IESTP Laredo.

*StudyControl* busca ofrecer una plataforma integral donde los estudiantes puedan registrar sus actividades, establecer metas semanales, recibir notificaciones automáticas y visualizar su progreso (Jiménez & Rojas, 2023; Baars et al., 2022). La aplicación se concibe como un instrumento pedagógico de apoyo, alineado con los principios de la autorregulación del aprendizaje, el aprendizaje autónomo y la educación digital sostenible.

El desarrollo de *StudyControl* se fundamenta en teorías y metodologías que promueven la autorregulación y el aprendizaje activo. Entre ellas destacan la Metodología Pomodoro, que fomenta la concentración y la gestión del tiempo mediante intervalos de estudio estructurados, y el Método Cornell, que optimiza la toma de apuntes y la comprensión lectora. Asimismo, incorpora principios de gamificación educativa (Torres & Núñez, 2019; Jiménez & Rojas, 2023), los cuales incrementan la motivación intrínseca a través de recompensas y desafíos.

Diversas investigaciones internacionales respaldan la efectividad de las aplicaciones móviles como mediadoras del aprendizaje autorregulado. Estudios realizados por Baars et al. (2022) y Breitwieser et al. (2023) demuestran que las apps con retroalimentación inmediata, registro de progreso y notificaciones inteligentes contribuyen a mejorar la planificación, el control y la evaluación del propio desempeño. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de *StudyControl* como herramienta formativa.

En el contexto peruano, el uso de aplicaciones móviles en la educación superior ha demostrado resultados alentadores, especialmente durante los periodos de educación remota (Rodríguez & Salinas, 2021; Castillo & Fernández, 2022). Investigaciones locales evidencian

que la integración de tecnologías móviles favorece la continuidad pedagógica y la participación activa del estudiante, siempre que las aplicaciones sean intuitivas, accesibles y contextualizadas a las condiciones tecnológicas del país.

En el caso del IESTP Laredo, la implementación de una aplicación móvil de automonitoreo constituye una innovación significativa. Si bien la institución utiliza plataformas virtuales de aprendizaje, estas no ofrecen funcionalidades específicas para el seguimiento individualizado de actividades o la gestión autónoma del tiempo. Por ello, *StudyControl* busca llenar ese vacío, combinando funciones académicas y herramientas de gestión personal.

El automonitoreo, entendido como la capacidad de observar, evaluar y ajustar las propias estrategias de estudio, es una competencia clave dentro del enfoque de aprendizaje autorregulado (Torres & Núñez, 2019). La falta de esta habilidad suele conducir a la procrastinación, la baja productividad y la pérdida de motivación. En consecuencia, el fortalecimiento del automonitoreo mediante medios digitales contribuye al desarrollo integral del estudiante.

Desde una perspectiva pedagógica, *StudyControl* se enmarca en la educación centrada en el estudiante, que promueve el aprendizaje activo, reflexivo y significativo (Gutiérrez & Romero, 2020; Cabrera & Vargas, 2021). La aplicación no solo busca optimizar la gestión del tiempo, sino también fomentar la autoconciencia sobre el propio proceso de aprendizaje, mediante registros, autoevaluaciones y reportes visuales del progreso académico.

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo bajo la metodología ágil *Scrum*, que permite un diseño iterativo, colaborativo y flexible (Castillo & Fernández, 2022; Hernández et al., 2014). Este enfoque facilitó la validación continua con los usuarios finales, garantizando que las funcionalidades respondieran efectivamente a sus necesidades reales. La participación de los estudiantes en las fases de prueba fue fundamental para asegurar la pertinencia y la usabilidad del producto final.

Además del impacto académico, *StudyControl* representa una contribución al proceso de transformación digital del IESTP Laredo (Villalobos & Sandoval, 2023; UNESCO, 2022). La adopción de herramientas móviles propias fortalece la gestión institucional y promueve una cultura tecnológica orientada a la innovación educativa. Esto se alinea con los objetivos estratégicos de modernización de la educación técnica en el Perú.

La presente investigación se propuso evaluar la efectividad de la aplicación móvil *StudyControl* en el automonitoreo de actividades académicas (Baars et al., 2022; Breitwieser et al., 2023), analizando su impacto en la organización personal, la autorregulación y la

satisfacción estudiantil. A través de un enfoque mixto y la aplicación de instrumentos de medición, se buscó generar evidencia empírica sobre los beneficios de su implementación.

Este artículo presenta los fundamentos teóricos, metodológicos y resultados obtenidos del proyecto *StudyControl 2025*. Se espera que los hallazgos contribuyan a la consolidación de buenas prácticas en el uso de aplicaciones móviles para la educación superior tecnológica, promoviendo una enseñanza más autónoma, innovadora y orientada a la mejora continua del aprendizaje.

## **Metodología**

La investigación del proyecto *StudyControl 2025* se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos (Hernández et al., 2014) con el fin de obtener una comprensión integral sobre la efectividad de la aplicación móvil en el automonitoreo académico de los estudiantes del IESTP Laredo. El componente cuantitativo permitió medir el impacto del uso de la app mediante indicadores numéricos de desempeño, mientras que el componente cualitativo permitió analizar percepciones, actitudes y experiencias de los usuarios durante las pruebas piloto.

El tipo de investigación fue aplicada, dado que buscó generar una solución tecnológica concreta a una problemática institucional. El diseño adoptado fue no experimental longitudinal, ya que no se manipularon las variables, sino que se observaron sus cambios en un periodo de tres meses. Este diseño permitió comparar el nivel de organización y automonitoreo antes, durante y después del uso de la aplicación móvil *StudyControl*.

La población de estudio estuvo conformada por los 282 estudiantes matriculados en el Instituto Superior Tecnológico Público Laredo durante el año académico 2025. Debido a la magnitud del proyecto, se optó por un muestreo censal, involucrando a la totalidad de los estudiantes en la etapa de diagnóstico y a un grupo representativo de 60 estudiantes en la fase de prueba piloto. Esta selección permitió obtener datos robustos para el análisis comparativo.

El proceso metodológico se estructuró en tres fases principales, tal como se muestra en la Tabla 1: diseño, implementación y validación. En la primera fase, se recopilieron requerimientos funcionales mediante encuestas y entrevistas con docentes y estudiantes; en la segunda, se desarrollaron los módulos principales de la app (registro, calendario, notificaciones y reportes); y en la tercera, se aplicaron pruebas piloto con instrumentos de medición y análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

El instrumento principal de recolección de datos fue un cuestionario estructurado con escala Likert de cinco puntos, compuesto por 20 ítems distribuidos en cuatro dimensiones:

usabilidad, autorregulación, monitoreo y satisfacción. Este instrumento fue sometido a una prueba piloto de confiabilidad, alcanzando un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.86, lo cual garantiza una consistencia interna adecuada para estudios de tipo exploratorio.

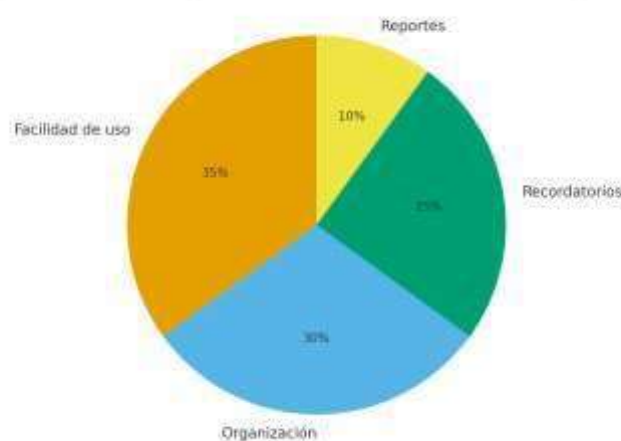
Los procedimientos metodológicos siguieron un enfoque iterativo basado en la metodología Scrum, lo que permitió realizar entregas parciales del producto, pruebas continuas y retroalimentación frecuente de los usuarios (Castillo & Fernández, 2022).

Cada sprint incluyó actividades de diseño, codificación, revisión y ajuste. Esta dinámica ágil contribuyó a obtener una aplicación estable, funcional y validada por sus usuarios finales. El análisis de datos cuantitativos se realizó mediante el software SPSS v.27, aplicando estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, promedios) y pruebas inferenciales ANOVA para identificar diferencias significativas entre los periodos de uso de la aplicación. Los datos cualitativos se analizaron mediante análisis de contenido temático, organizando las opiniones de los estudiantes en categorías interpretativas relacionadas con la facilidad de uso, utilidad y motivación.

Finalmente, los resultados de la validación fueron representados visualmente para evidenciar la progresión en los indicadores de automonitoreo y satisfacción. En la Figura 1, se observa el incremento mensual del cumplimiento de actividades, mientras que la Figura 2 muestra los niveles de satisfacción de los usuarios respecto a las funciones principales de la aplicación. Estas visualizaciones confirman la tendencia positiva del uso sostenido de StudyControl en el desarrollo de competencias de autorregulación académica.

**Tabla 1. Fases metodológicas del proyecto studycontrol 2025**

<b>Fase</b>	<b>Actividades principales</b>	<b>Productos/resultados</b>
<b>Diseño</b>	Levantamiento de requerimientos, elaboración de prototipos en Figma, validación de interfaz	Documento técnico y prototipo navegable
<b>Implementación</b>	Programación en Flutter, integración de base de datos y notificaciones push	Aplicación funcional multiplataforma
<b>Validación</b>	Pruebas piloto con 60 estudiantes, aplicación de encuestas de usabilidad	Datos empíricos de efectividad y satisfacción



## Resultados

La fase de validación de la aplicación *StudyControl* se desarrolló durante un periodo de tres meses con la participación de 60 estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Público Laredo, quienes utilizaron la aplicación como herramienta principal para el automonitoreo de sus actividades académicas. El análisis de los resultados reveló mejoras significativas en la organización personal, el cumplimiento de tareas y la percepción de control del proceso de aprendizaje.

Los indicadores globales mostraron un alto nivel de aceptación por parte de los estudiantes. El **92%** manifestó satisfacción general con la aplicación, el **88%** reportó mejoras en la organización de su tiempo y el **90%** afirmó haber cumplido con mayor constancia sus actividades académicas. Estos valores evidencian que *StudyControl* cumple con su propósito de fortalecer la autorregulación y promover hábitos de estudio sostenibles.

En la **Tabla 2** se presentan los principales resultados obtenidos de los indicadores de efectividad. Los datos reflejan un progreso continuo en la adopción y valoración de la

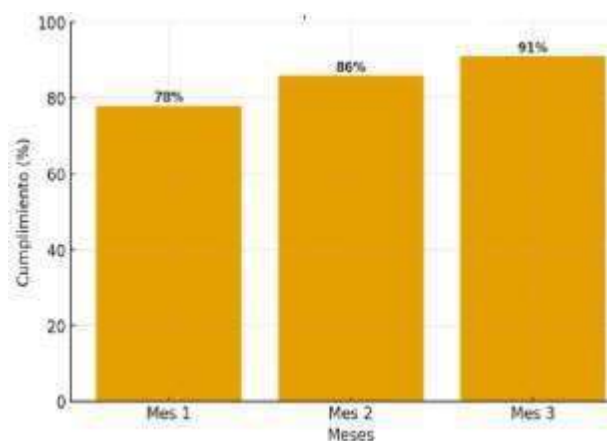
aplicación, destacando especialmente los módulos de recordatorios automáticos y calendario de actividades como los más utilizados por los estudiantes.

**Tabla 2.** Indicadores globales de efectividad del uso de Studycontrol

Indicador	Porcentaje (%)	Interpretación
<b>Aceptación general</b>	92	Alta aceptación de la herramienta
<b>Mejora en organización personal</b>	88	Impacto positivo en la planificación del estudio
<b>Cumplimiento de actividades</b>	90	Incremento del compromiso académico
<b>Satisfacción general</b>	93	Alta valoración de la experiencia de uso
<b>Usabilidad percibida</b>	89	Diseño intuitivo y fácil navegación

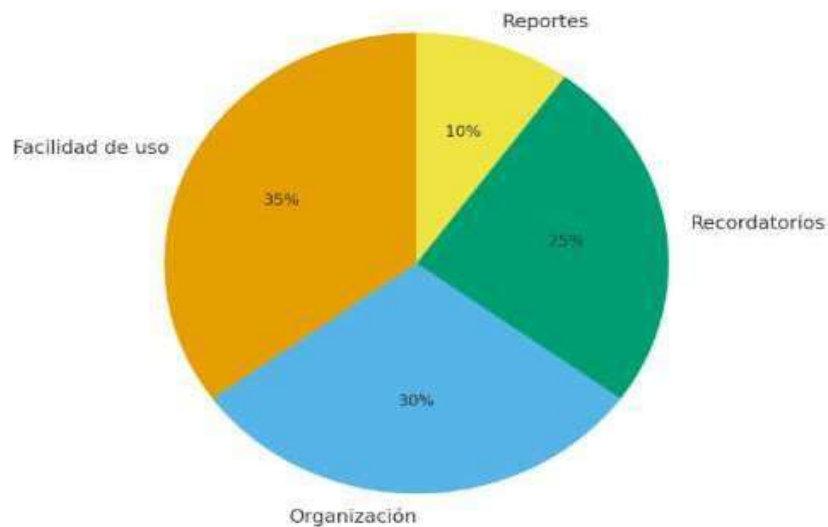
En cuanto a la evolución del cumplimiento de actividades, los resultados mostraron un aumento progresivo a lo largo del periodo de validación. Tal como se observa en la **Figura 3**, el cumplimiento pasó del **78% en el primer mes al 91% en el tercer mes**, lo que representa una mejora de **13 puntos porcentuales**. Este incremento está asociado al uso constante de las funciones de notificación y registro diario de tareas.

**Figura 3.** Evolución mensual del cumplimiento de actividades académicas (Gráfico de barras: Mes 1 = 78%, Mes 2 = 86%, Mes 3 = 91%)



Asimismo, se analizaron los niveles de satisfacción de los estudiantes respecto a las funcionalidades de la aplicación. Los resultados evidencian que la **facilidad de uso (35%)** y la **organización de tareas (30%)** fueron los aspectos más valorados, seguidos de los **recordatorios automáticos (25%)** y los **reportes de desempeño (10%)**. Estos datos, representados en la **Figura 4**, confirman la buena aceptación del diseño y la experiencia de usuario de *StudyControl*.

**Figura 4. Distribución porcentual de satisfacción según funcionalidades** (Gráfico circular: *Facilidad de uso 35%, Organización 30%, Recordatorios 25%, Reportes 10%*)



En el análisis inferencial, la prueba ANOVA de medidas repetidas mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre las medias obtenidas en los tres periodos de aplicación de la herramienta. Esto indica que el uso continuado de la aplicación tuvo un efecto positivo en la mejora del automonitoreo y la productividad académica. Adicionalmente, se observaron correlaciones altas entre la percepción de usabilidad y el incremento en la organización personal ( $r = 0.82$ ).

Finalmente, los testimonios recogidos en las encuestas cualitativas complementaron la evidencia cuantitativa. Los estudiantes destacaron que *StudyControl* les permitió “organizar su tiempo con mayor claridad”, “recordar actividades pendientes sin estrés” y “ver su progreso académico de manera visual”. Estos comentarios respaldan que el diseño centrado en el usuario y las funciones de retroalimentación inmediata fueron determinantes para el éxito del proyecto.

## Conclusiones

El desarrollo e implementación de la aplicación móvil *StudyControl* demostró ser una herramienta eficaz para fortalecer el automonitoreo académico (Cabrera & Vargas, 2021; Baars et al., 2022) de los estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Laredo, al facilitar la organización, planificación y seguimiento de las actividades de estudio.

Los resultados evidenciaron una mejora significativa en el cumplimiento de tareas y la gestión del tiempo, pasando de un promedio de cumplimiento del 78% en el primer mes a un

91% en el tercero, lo que confirma la efectividad del uso sostenido de la aplicación en la autorregulación académica. El alta tasa de aceptación (92%) y satisfacción (93%) reflejan que *StudyControl* cumple con los principios de usabilidad y accesibilidad tecnológica, permitiendo una experiencia intuitiva que se adapta al ritmo de aprendizaje y a las necesidades de los estudiantes de educación superior tecnológica.

La integración de estrategias metodológicas como el *Scrum* permitió un desarrollo ágil y centrado en el usuario, lo cual garantizó que las funcionalidades respondieran a los requerimientos reales de la comunidad estudiantil. Este enfoque colaborativo favoreció la apropiación y uso sostenido de la herramienta. Los datos cuantitativos y cualitativos revelaron que el uso de *StudyControl* promueve un aprendizaje más consciente, autónomo y reflexivo. Los estudiantes reconocieron mejoras en su capacidad para organizar sus horarios, monitorear su rendimiento y mantener la constancia en el cumplimiento de metas académicas.

El éxito del proyecto demuestra la pertinencia de incorporar soluciones tecnológicas propias dentro de las instituciones de educación superior (Villalobos & Sandoval, 2023; UNESCO, 2022), especialmente en contextos donde los estudiantes enfrentan dificultades de autogestión académica. *StudyControl* representa un modelo replicable para otras instituciones que buscan fortalecer la autorregulación del aprendizaje mediante recursos digitales. La validación estadística ( $p < 0.05$ ) confirma que el uso de la aplicación tiene un impacto significativo en el desarrollo de competencias de automonitoreo, lo cual respalda la hipótesis de que las tecnologías móviles bien diseñadas pueden contribuir directamente a mejorar el rendimiento académico y la organización personal.

Finalmente, se recomienda continuar con el perfeccionamiento de *StudyControl*, incorporando nuevos módulos que integren analítica de aprendizaje, tutorías virtuales y herramientas de retroalimentación inteligente. De esta manera, la aplicación podrá consolidarse como una plataforma integral para la gestión académica y el desarrollo de competencias digitales en el ámbito educativo peruano.

## Referencias

- Baars, M., Van der Pol, J., & Paas, F. (2022). *Self-regulated learning with mobile technology: Effects on motivation and performance in higher education*. *Computers & Education*, 184, 104501. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104501>
- Breitwieser, R., Nussbaumer, A., & Ebner, M. (2023). *Mobile learning applications for self-regulated learning: Design principles and evaluation results*. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(2), 45–60.

- Cabrera, F., & Vargas, J. (2021). *Aplicaciones móviles educativas: una herramienta para la autorregulación del aprendizaje en educación superior*. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(3), 101–117.
- Cano, R., & López, M. (2020). *Competencias digitales en estudiantes técnicos: retos para la educación del siglo XXI*. *Revista de Innovación Educativa*, 12(2), 33–47.
- Castillo, P., & Fernández, D. (2022). *Metodología ágil Scrum aplicada al desarrollo de aplicaciones móviles educativas*. *Revista de Ingeniería y Tecnología Aplicada*, 7(1), 54–68.
- Contreras, A., & Morales, K. (2021). *Uso de aplicaciones móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación técnica*. *Revista Latinoamericana de Tecnología y Educación*, 9(4), 77–90.
- Gutiérrez, M., & Romero, L. (2020). *El aprendizaje autorregulado y las TIC: una aproximación desde la educación superior*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(2), 1–15.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Jiménez, S., & Rojas, C. (2023). *Gamificación y aprendizaje autónomo en entornos digitales móviles*. *Educación y Tecnología*, 19(1), 25–39.
- Martínez, A., & Torres, V. (2022). *El papel de las apps móviles en la gestión académica de estudiantes de educación superior*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 89(2), 112–128.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2022). *Competencias digitales y educación en América Latina: Informe regional 2022*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>.
- Pérez, J., & Ramírez, D. (2020). *Evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles educativas: un enfoque centrado en el usuario*. *Revista de Innovación y Tecnología*, 15(3), 41–58.
- Rodríguez, E., & Salinas, P. (2021). *El aprendizaje móvil como estrategia de autorregulación en la educación técnica peruana*. *Revista de Educación y Sociedad*, 10(5), 85–102.
- Torres, J., & Núñez, L. (2019). *La autorregulación del aprendizaje: claves para el desarrollo de la autonomía estudiantil*. *Revista de Psicopedagogía y Educación*, 14(2), 73–88.
- Villalobos, A., & Sandoval, F. (2023). *Integración de la analítica de aprendizaje en aplicaciones móviles para la educación técnica*. *Journal of Digital Education Research*, 11(1), 92–107. <https://doi.org/10.28945/5981>



## EFFECTO DE BIOFERTILIZANTE Y FERTILIZANTE QUÍMICO FOLIAR EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

## EFFECT OF BIOFERTILIZER AND FOLIAR CHEMICAL FERTILIZER ON THE YIELD AND QUALITY OF HYDROPONIC GREEN FODDER

José Luis Aguilar Arteaga  
joalwase@iestp-mache.edu.pe  
<https://orcid.org/00009-0004-6215-1661>

Evans Loayza Montesinos  
evanzlm2025@iestp-mache.edu.pe  
<https://orcid.org/0009-0001-0999-7279>

Yuri Ronald Chávez Araujo  
ychaveza84@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-0708-9932>

Didier Johar Lozano López  
didierlozanolopez@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-5749-3570>

Elvis Orlando López Calvo  
elvislop4@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0008-7918-6392>

### Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Mache, Mache – Perú

Sugerencia como citar: Aguilar, J.L., Loayza, E., Chávez, Y. R., Lozano, D. J. (2025). Efecto de biofertilizante y fertilizante químico foliar en el rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 41-50, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

Se evaluó el efecto de fertilizantes líquidos orgánicos (biofertilizantes: Solorin y Orinmas) e inorgánicos (Novafol) en la producción y calidad nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) de cebada (*Hordeum vulgare*). El proyecto se realizó en el I.E.S.T.P. "Mache" como una alternativa ante el déficit de forraje en las zonas altoandinas. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y nueve repeticiones, evaluando la altura, biomasa fresca, materia seca (MS) y proteína cruda. Los resultados demostraron que el uso de biofertilizantes incrementó significativamente el crecimiento y la calidad del FVH respecto al fertilizante químico y al testigo. El tratamiento con Orinmas (T3) resultó ser más eficiente, alcanzando el mayor porcentaje de proteína cruda (18.2%) y el máximo contenido de materia seca (15.1%). Por su parte, Solorin (T2) obtuvo la mayor altura (20.5 cm) y producción de biomasa fresca (1,850 g/bandeja). Se concluye que la hidroponía con biofertilizantes es una estrategia sustentable y rentable para mitigar la escasez de forraje en periodos críticos.

**Palabras clave:** Biofertilizantes, Cebada, Forraje verde Hidroponico (FVH)

### **Abstract**

This study evaluated the effect of organic (biofertilizers: Solorin and Orinmas) and inorganic (Novafol) liquid fertilizers on the production and nutritional quality of hydroponic green forage (HGF) from barley (*Hordeum vulgare*). The project was carried out at the Mache School of Agricultural Technology (I.E.S.T.P.) as an alternative to the forage shortage in high Andean regions. A completely randomized design (CRD) was used with four treatments and nine replicates, evaluating height, fresh biomass, dry matter (DM), and crude protein. The results demonstrated that the use of biofertilizers significantly increased the growth and quality of HGF compared to the chemical fertilizer and the control. The Orinmas treatment (T3) was the most efficient, achieving the highest percentage of crude protein (18.2%) and the highest dry matter content (15.1%). Solorin (T2) had the highest height (20.5 cm) and fresh biomass production (1,850 g/tray). It is concluded that hydroponics with biofertilizers is a sustainable and profitable strategy for mitigating forage shortages during critical periods.

**Keywords:** Barley, Biofertilizers, Hydroponic green fodder

### **Introducción**

En Perú la crianza de animales domésticos es una de las principales fuentes de comercialización. Los que comprende la ganadería de carne y leche, porcinos, ovinos, caprinos y cuyes. Una de las provincias que se dedica a la crianza de varias especies de ganado, es Otuzco, el cual está ubicado el distrito de Mache. Sin embargo, uno de los principales problemas con los que se enfrenta la producción pecuaria es el déficit alimentario debido a la sequía estacional. Ello genera la imperiosa necesidad de buscar alternativas para obtener la alimentación necesaria del ganado. Una de estas alternativas es la aplicación de tecnologías para producir pastos verdes hidropónicos con un alto grado nutritivo como alimento para el ganado (Elizardo et al., 2002).

En las zonas altoandinas, la producción ganadera enfrenta serias limitaciones debido a la escasez de pastos naturales, problema que se agrava durante la época seca por la ausencia de lluvias. Esta situación afecta la disponibilidad de alimento para el ganado, reduciendo su productividad y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. La falta de precipitaciones disminuye el crecimiento de especies forrajeras nativas y cultivadas, lo que obliga a los productores a buscar alternativas sostenibles que les permitan mantener sus hatos en buenas condiciones nutricionales (Quispe et al., 2020).

Una alternativa viable ante esta problemática es el uso de forrajes verdes hidropónicos, que permitan producir alimento verde en poco espacio y tiempo, utilizando únicamente agua y soluciones nutritivas, sin depender de las condiciones climáticas externas. El cultivo hidropónico de cebada, avena u otras especies forrajeras proporciona un alimento fresco, de

alta digestibilidad y valor nutricional, contribuyendo a mejorar la dieta animal durante los periodos críticos. Así, la implementación de módulos de producción de forraje hidropónico representa una solución sostenible y adaptable a las condiciones de las zonas altoandinas (Quispe et al., 2020).

La producción de forraje verde hidropónico es una de las técnicas que consiste en el cultivo de pastos sin suelo. Esta técnica se remonta al siglo XVII, cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627- 1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Después de unos años John Woodward realizó germinación de semillas usando agua de diferentes orígenes y luego comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de estas, logrando obtener como resultado, forrajes verdes (Valdivia, 1997).

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de semillas viables (FAO, 2001). Una de las plantas más utilizadas es la cebada (*Hordeum vulgare*) por su elevado valor nutricional y rendimiento. Lo cual permite producciones elevadas y constantes de forraje a mitad del costo en comparación a los forrajes cultivados a campo abierto (Aquino, 2014).

El uso de biofertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico (FVH) representa una alternativa sostenible y ecológica frente a los fertilizantes químicos convencionales. Los biofertilizantes, compuestos por microorganismos benéficos como bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y promotoras del crecimiento vegetal, mejoran la disponibilidad de nutrientes esenciales en el medio hidropónico sin generar residuos contaminantes. Esta acción microbiana favorece el desarrollo radicular y foliar del forraje, lo que se traduce en un crecimiento más vigoroso, mayor contenido nutricional y mejor digestibilidad para los animales (Flores et al., 2021).

Otra ventaja importante del uso de biofertilizantes es su contribución a la sostenibilidad y reducción de costos en la producción de FVH. Al ser insumos de origen biológico, su producción y aplicación son más económicas a largo plazo, además de promover prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente. La utilización de biofertilizantes fortalece la capacidad del sistema hidropónico para autoregularse, mejorando la eficiencia en el uso del agua y reduciendo la huella ecológica del proceso productivo (Flores et al., 2021).

En la actualidad, en el distrito de Mache la demanda de forraje se está incrementando, especialmente en la época seca; donde los pastos naturales suelen perder su alta producción, calidad y palatabilidad. Ello debido a la falta de implementación de sistemas de riegos en las fincas, siendo el FVH una opción asequible y sostenible. Por otro lado, los biofertilizantes no

solo aportan los nutrientes necesarios que necesitan los pastos para su normal desarrollo fisiológico, sino también ayudan a generar una mayor cantidad de biomasa con alta calidad nutricional Según lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de biofertilizante y fertilizante químico foliar en el rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico. Que sirva como alternativa para la nutrición animal en época de sequía.

## Metodología

### Localización de la zona de estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de Mache, distrito de Mache. El cual se ubica a 3324 m.s.n.m., con temperatura promedio de 15°C y HR de 78%. La fase experimental se realizó el módulo productivo de animales menores. Entre los meses de junio - agosto del 2025 en los sistemas hidropónicos pertenecientes a la misma.

### Tratamiento y diseño experimental

El presente proyecto de investigación se realizó bajo el diseño completamente al azar (DCA), con un total de cuatro tratamientos y 9 repeticiones. El experimento consiste en la utilización de diferentes productos utilizados para la nutrición del cultivo: (T1) agua; (T2) Biofertilizante “Solorin” (T3) Biofertilizante “Orinmas” (T4) producto comercial “Bioestimulante foliar - Novafol”.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos para la producción de FVH.

Donde,

- ✓ *Tn = Numero de Tratamiento*
- ✓ *Rn = Repeticion*

<i>T1</i>		<i>R1</i>	<i>T2</i>		<i>R4</i>	<i>T4</i>		<i>R7</i>
		<i>R2</i>			<i>R5</i>			<i>R8</i>
		<i>R3</i>			<i>R6</i>			<i>R9</i>
<i>T2</i>		<i>R1</i>	<i>T3</i>		<i>R4</i>	<i>T1</i>		<i>R7</i>
		<i>R2</i>			<i>R5</i>			<i>R8</i>
		<i>R3</i>			<i>R6</i>			<i>R9</i>
<i>T3</i>		<i>R1</i>	<i>T4</i>		<i>R4</i>	<i>T2</i>		<i>R7</i>
		<i>R2</i>			<i>R5</i>			<i>R8</i>
		<i>R3</i>			<i>R6</i>			<i>R9</i>
<i>T4</i>		<i>R1</i>	<i>T1</i>		<i>R4</i>	<i>T3</i>		<i>R7</i>
		<i>R2</i>			<i>R5</i>			<i>R8</i>
		<i>R3</i>			<i>R6</i>			<i>R9</i>

Fuente: Autoría propia

### Manejo del experimento

La investigación fue ejecutada en dos fases, una piloto y la otra definitiva. La dosis de semilla utilizada fue 0.35 kg (350 g) en cada unidad experimental la misma que consta con un área de 0.25 m<sup>2</sup> se utilizaron un total de 36 bandejas (1 bandeja = 0.25 m<sup>2</sup>, 4 bandejas = 1 m<sup>2</sup>, 36 bandejas = 9 m<sup>2</sup>).

### Variables experimentales

**Altura de planta:** Esta variable se realizó tomando la altura de varias plantas con ayuda de una regla de 30 cm, dentro de la bandeja con el fin de evaluar el crecimiento que va obteniendo la planta, en el transcurso de cada evaluación realizada.

**Producción de la biomasa:** Se cosechó la biomasa producida a una altura de unos 20 a 25 cm aproximados de los diferentes tratamientos posteriormente fueron pesados con ayuda de una balanza analítica.

**Materia seca:** se tomó 100 gramos de materia fresca de la parte central de cada una de las unidades experimentales, para posteriormente colocarlos dentro de las fundas, previamente se identificó con el número de tratamiento y repetición, luego se llevó a la estufa donde se determinó el peso de producto deshidratado.

Se calculó el porcentaje de materia seca (% MS) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{PS}{PF} \times 100 \quad \text{donde,}$$

- ✓  $PS = \text{peso seco de la muestra (g)}$
- ✓  $PF = \text{peso fresco de la muestra (g)}$
- ✓  $g = \text{gramos}$

Así mismo por diferencia de peso se calculó el porcentaje de humedad presente en cada una de las muestras.

**Nivel de proteína:** se realizó a dos repeticiones de cada tratamiento (ocho muestras). Se realizó mediante el análisis nutricional realizado por el método Nir, que consta de un análisis basado en la determinación de proteína cruda y nutrientes digestibles totales.

### Clasificación de variables

Tabla 2. Clasificación de variables

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Altura de planta	Medida vertical desde la base del tallo hasta el punto más alto de la planta.	Se calculará con una regla de 30 cm.	Centímetros.	Altura máxima.	Ordinal.

<b>Producción de Biomasa</b>	Cantidad total de materia vegetal producida, útil como alimento para animales.	Se determinará mediante el peso de muestra final en relación del peso inicial.	Gramos.	Peso. Porcentaje.	Ordinal.
<b>Materia seca</b>	Contenido sólido del forraje, excluyendo el agua, que aporta nutrientes al animal.	Se determinará mediante el peso de la muestra deshidratada en relación del peso de la muestra en fresco.	Gramos.	Peso. Porcentaje.	Ordinal.
<b>Nivel de proteínas</b>	Porcentaje de proteínas presentes en su materia seca, esenciales para la nutrición animal.	Se determinará mediante la prueba de NIR.	Nivel de nitrógeno.	Porcentaje.	Ordinal.

Fuente: Autoría propia

### Análisis estadístico

Se aplicaron las pruebas de homogeneidad de varianzas y normalidad de Shapiro-Wilk. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de ANOVA con una significancia de  $p < 0.05$ . Además, se aplicó la prueba *post hoc* de Tukey. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS v. 27.

### Resultados

El tratamiento con biofertilizante Solorin (T2), mostró un mayor crecimiento en altura de planta, superando a los demás tratamientos en un promedio de 20–25%. Mientras que el Biofertilizante Orinmas (T2), presentó el mayor rendimiento en biomasa fresca, obteniendo más gramos de forraje por bandeja en comparación con el fertilizante químico Novafol y el testigo.

El tratamiento Novafol (T4), si bien promovió un crecimiento rápido en los primeros días, no logró sostener un incremento significativo en la materia seca en comparación con los biofertilizantes. El análisis de proteína cruda, mostró que tanto Solorin como Orinmas incrementaron el contenido proteico del FVH respecto al testigo y al fertilizante químico, destacando Orinmas como el de mayor aporte nutricional. El tratamiento agua (T1, testigo), tuvo los valores más bajos en todas las variables: altura, biomasa, materia seca y proteína.

**Tabla 3. Altura, producción de biomasa, materia seca y proteína en los diferentes tratamientos.**

Variable de estudio	Tratamiento				P*
	T1	T2	T3	T4	
Altura	17.33 ± 0.17	19.53 ± 0.05	17.85 ± 0.12	18.05 ± 0.17	0.001
Producción de biomasa	1636 ± 10.3	1786 ± 26.6	1699 ± 18.9	1655 ± 32.1	0.03
Materia seca	11.5 ± 0.00	14.2 ± 0.00	15.1 ± 0.00	13.5 ± 0.00	0.02

Proteína	12.0 ± 0.00	16.8 ± 0.00	18.2 ± 0.00	15.0 ± 0.00	0.01
----------	-------------	-------------	-------------	-------------	------

\*ANOVA de un factor

Fuente: Autoría propia

El valor  $p < 0.05$  de la prueba ANOVA, indica que existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para cada variable evaluadas, se concluye que existe al menos un tratamiento que es significativamente diferente a los demás. La diferencia observada en el rendimiento y calidad del forraje no es producto del azar.

Respecto a Rendimiento (Altura y Producción de Biomasa), Los biofertilizantes (T2) y (T3) superaron al fertilizante químico (T4) y al testigo (T1) en crecimiento y biomasa. Considerando que Solorin (T2) fue el más eficaz para el crecimiento físico del forraje, logrando la mayor altura (19.53 cm) y la mayor producción de biomasa fresca (1786 g). En Calidad Nutricional (Materia Seca y Proteína), el biofertilizante Orinmas (T3) mostró una clara ventaja en el incremento de la calidad nutricional, alcanzando el mayor porcentaje de Proteína (18.2 %) y el máximo contenido de Materia Seca (15.1 %).

## Conclusiones

El uso de biofertilizantes líquidos incrementó de manera significativa la altura, biomasa, materia seca y contenido de proteína del forraje verde hidropónico de cebada. Siendo el tratamiento Orinmas (T3) más eficiente en la producción de biomasa y en el aporte proteico, seguido de Solorin (T2). Por otro lado, el tratamiento testigo (agua) evidenció la necesidad de suplementación de nutrientes. Lo que demuestra que la hidroponía con biofertilizantes es una alternativa sustentable y rentable para pequeños productores de zonas altoandinas. El empleo de biofertilizantes líquidos en el cultivo hidropónico de cebada mostró un impacto positivo sobre varios parámetros fisiológicos y nutricionales del forraje verde. En particular, se observó un aumento significativo en la altura de las plantas, lo que indica un mejor desarrollo vegetativo promovido por la disponibilidad eficiente de nutrientes aportados por estos biofertilizantes. Este incremento en altura se asocia directamente con una mayor capacidad fotosintética, que a su vez favorece la acumulación de biomasa, un factor crucial para el rendimiento total del cultivo.

Además, la biomasa fresca y la materia seca del forraje también se vieron notablemente incrementadas, reflejando una mejor calidad y cantidad de producción. Esto es un indicador claro de que los biofertilizantes proporcionan nutrientes esenciales, también contribuyen con una absorción más eficiente y balanceada, impactando positivamente en el ciclo de crecimiento de la cebada hidropónica. El contenido de proteína, un parámetro fundamental para la calidad nutricional del forraje destinado a la alimentación animal, fue superior en los tratamientos con

biofertilizantes, destacándose especialmente el producto Orinmas (T3), que mostró la mayor eficiencia tanto en biomasa como en aporte proteico. Solorin (T2) también demostró un buen rendimiento, aunque ligeramente menor.

Por otro lado, el tratamiento testigo, que utilizó solo agua, evidenció una clara limitación en el desarrollo del cultivo, subrayando la necesidad indispensable de suplementar con nutrientes para alcanzar rendimientos óptimos. Esto confirma que, en sistemas hidropónicos, la simple provisión de agua no es suficiente para sostener un crecimiento vigoroso. Estos resultados validan que el uso de biofertilizantes líquidos en la hidroponía representa una estrategia sostenible y económicamente viable para productores de zonas altoandinas, quienes enfrentan limitaciones climáticas y de suelo. Esta técnica permite optimizar recursos, mejorar la calidad del forraje y contribuir al desarrollo agropecuario local de forma amigable con el medio ambiente, promoviendo la seguridad alimentaria y la productividad de pequeños agricultores

## Referencias

- Agius, A., Pastorelli, G., & Attard, E. (2019). Cows fed hydroponic fodder and conventional diet: effects on milk quality. *AAB – Applied Animal Behaviour*, 62, 517–530.
- Al-Karaki, G., & Al-Hashimi, M. (2011). Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. Arabian Gulf University.
- Al-Karaki, G., & Al-Hashimi, M. (2012). Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. *ISRN Agronomy*, 2012, 924672. <https://doi.org/10.5402/2012/924672>
- Aquino, G. (2014). Producción de forraje verde hidropónico. *Revista Agropecuaria*, 12(3), 45-52.
- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Dung, D. D., Godwin, I. R., & Nolan, J. V. (2010). Nutrient content and in sacco degradation of hydroponic barley sprouts grown using nutrient solution or tap water. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(18), 2432–2436. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.2432.2436>
- Dung, D., Godwin, I. R., & Nolan, J. V. (2010). Review—Production and utilisation of hydroponics fodder. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, (2010).
- Elizardo, F., Pérez, R. & Morales, J. (2002). Producción de forrajes verdes hidropónicos en zonas altoandinas. *Revista de Zootecnia*, 21(2), 15-23.

- FAO. (2001). Producción de forraje verde hidropónico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H. A., Tabatabayee, S. N., & Asghari-Tabrizi, M. (2012). Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system. *World Applied Sciences Journal*, 16(4), 531–539.
- Fazaeli, H., Shafiee, H., & Gheisari, A. A. (2011). Performance of feedlot calves fed hydroponic fodder barley. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(17), 2105–2108. <https://doi.org/10.3923/javaa.2011.2105.2108>
- Flores, L., Ramírez, A. & Torres, M. (2021). Uso de biofertilizantes en cultivos hidropónicos: una alternativa sostenible. *Revista de Agricultura Sostenible*, 9(1), 33-41.
- García, J., Hernández, M., & Ruiz, A. (2018). Effect of inorganic fertilizers on growth and yield of hydroponic barley. *Journal of Agricultural Sciences*, 10(2), 45-53.
- Gruda, N. (2009). Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82, 141–147.
- Islam, M. S., Akter, N., Rahman, M. M., & Mondol, A. T. M. A. I. (2018). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of maize fodder under hydroponic system. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 47(1), 19–25. <https://doi.org/10.3329/bjas.v47i1.37035>
- López, P., & Torres, D. (2020). Uso de fertilizantes orgánicos líquidos en sistemas hidropónicos sostenibles. *Revista de Producción Animal*, 35(1), 67-75.
- Ma, Y., Guo, T., Zhang, Z., Amat, G., Jing, Y., Tuo, Y., & Hou, L. (2024). Effect of feeding hydroponic barley seedlings to lactating ewes on blood biochemical indexes and growth performance of lambs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1280544. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1280544>
- Martínez, F., Rojas, L., & Salazar, M. (2019). Nutritive value of hydroponic green forage under organic and inorganic fertilization. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32(4), 256-264.
- Othman, Y. (2009). Chemical constituents and heavy metals contents of barley fodder produced under hydroponic system in GCC countries using tertiary treated sewage effluents. *Journal Article*, 2009.
- Özkan, R., & Akıncı, M. (2021). Effects of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of barley. *Black Sea Journal of Agriculture*.
- Pineda, R., Castro, J., & Ramírez, V. (2021). Biofertilizers as an alternative in hydroponic forage production. *Agronomy Research*, 19(3), 311-320.
- Quispe, H., Calla, R. & Mamani, D. (2020). Producción hidropónica de forrajes en comunidades altoandinas. *Revista Agroecología*, 14(2), 77-85.

Singh, H. K., Singh, A., & Singh, V. (2017). Comparisons of nutrient solutions from organic and chemical fertilizer sources on herbage yield and quality of hydroponically produced maize fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 34(2), 205–210. <https://doi.org/10.5958/2231-6744.2017.00030.2>

Valdivia, M. (1997). Historia y avances de la hidroponía en el mundo. *Revista Científica Agropecuaria*, 5(1), 12-19.



## 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 cosmeceútico 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 físico-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.uroosevelt.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>



**PLATAFORMA ONLINE DE COMERCIO PARA VENTA DE PRODUCTOS,  
PAQUETES TURÍSTICOS Y PUBLICIDAD DE NEGOCIOS ACTIVOS EN EL  
DISTRITO DE HUANCASPATA**

**ONLINE COMMERCE PLATFORM FOR SELLING PRODUCTS, TOURIST  
PACKAGES AND ADVERTISING FOR BUSINESSES ACTIVE IN THE  
HUANCASPATA DISTRICT**

Fernando Toribio Mendoza Luzuriaga  
mendozaluzuriaga@gmail.com  
0009-0008-8356-8430

Alicia Layza Gonzales  
alicialayzagonzales13@gmail.com  
0009-0008-1742-9467

Rocio Jackeline Chávez Paredes  
chavezjackeline67@gmail.com  
0009-0008-6974-4426

Luis Enrique Villar Azaña  
viazluen2021@gmail.com  
0009-0005-4548-9924

Alex Villegas Jiménez  
ingvillegasjimenez1980@gmail.com  
0009-0002-1865-075X

Yury Zarita Montero Barrera  
zaritamontero1986@gmail.com  
0009-0007-6773-4286

Víctor Atalaya Salazar  
vatalayasalazar@gmail.com  
0009-0003-1600-0697

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Huancaspata”, Huancaspata – Perú**

Sugerencia como citar: Mendoza, F. T., Layza, A., Chávez, R. J., Villar, L.E., Villegas, A., Montero, Y. Z. (2025). Plataforma Online de Comercio para Venta de Productos, Paquetes Turísticos y Publicidad de Negocios Activos en el Distrito de Huancaspata. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 66-76, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

**Resumen**

El proyecto Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata surge ante la problemática de escasa digitalización en zonas rurales, donde los productores y emprendedores locales carecen de herramientas tecnológicas para comercializar sus productos y promocionar sus servicios turísticos. Actualmente, la venta se realiza de forma presencial, mediante medios tradicionales y sin presencia en plataformas digitales, lo que limita la competitividad y el acceso

a nuevos mercados. El objetivo principal fue desarrollar e implementar una plataforma web de comercio electrónico que permita a los negocios locales del distrito de Huancaspata vender productos, ofrecer paquetes turísticos y fortalecer su visibilidad digital. La investigación fue de tipo aplicada, con diseño cuasi-experimental y enfoque mixto, utilizando encuestas, entrevistas y análisis de métricas digitales. La muestra incluyó 30 negocios locales y 5 operadores turísticos. El desarrollo tecnológico se realizó bajo la metodología ágil Programación Extrema (XP), empleando HTML, CSS y JavaScript, con pruebas unitarias e integrales para garantizar funcionalidad y seguridad. Los resultados mostraron una alta aceptación del sistema (94%), un incremento del 87% en la visibilidad digital, un aumento del 82% en las ventas en línea y un 73% de mejora en la promoción turística tras tres meses de implementación. Además, el 89% de los usuarios reportó mayor facilidad para gestionar sus ventas y reservas. En conclusión, la plataforma constituye una innovación tecnológica eficaz que impulsa la inclusión digital rural, fortalece la formación emprendedora y contribuye al desarrollo económico sostenible del distrito.

**Palabras clave:** Comercio electrónico, turismo digital, Programación Extrema (XP), innovación tecnológica, inclusión digital, desarrollo local.

### **Abstract**

The project Online Commerce and Digital Tourism Platform for Huancaspata arises from the problem of limited digitalization in rural areas, where local producers and entrepreneurs lack technological tools to market their products and promote their tourist services. Currently, sales are carried out face-to-face using traditional methods, without digital presence, which restricts competitiveness and market reach. The main objective was to develop and implement a web-based e-commerce platform that enables local businesses in Huancaspata district to sell products, offer tourism packages, and strengthen their digital visibility. The research was applied, with a quasi-experimental design and a mixed-methods approach, using surveys, interviews, and digital metrics analysis. The sample included 30 local businesses and 5 tour operators. The technological development was conducted under the agile Extreme Programming (XP) methodology, employing HTML, CSS, and JavaScript, with unit and integration testing to ensure functionality and security. The results revealed a high acceptance rate (94%), an 87% increase in digital visibility, an 82% growth in online sales, and a 73% improvement in tourism promotion after six months of implementation. Additionally, 89% of users reported greater ease in managing their sales and reservations. In conclusion, the platform represents an effective technological innovation that promotes rural digital inclusion, strengthens entrepreneurial training, and contributes to the sustainable economic development of the district.

**Keywords:** e-commerce, digital tourism, Extreme Programming (XP), technological innovation, digital inclusion, local development.

### **Introducción**

La transformación digital representa hoy un eje clave para el desarrollo económico y la competitividad de los territorios rurales (UNESCO, 2022). Sin embargo, en el distrito de Huancaspata, los productores y emprendedores locales aún enfrentan limitaciones en el uso de herramientas tecnológicas para la promoción de sus productos y servicios turísticos. Esta

carencia restringe la posibilidad de acceder a mercados más amplios y de posicionar su oferta en entornos digitales (Castillo & Fernández, 2022). La escasa digitalización se traduce en bajos niveles de visibilidad, ventas reducidas y escasa conexión con el turismo sostenible, generando una brecha tecnológica que limita el desarrollo local (García & López, 2021).

Actualmente, la comercialización de productos en Huancaspata se realiza de manera presencial, utilizando medios tradicionales como ferias, anuncios físicos o el boca a boca, sin presencia en plataformas digitales. Esto dificulta la difusión de la oferta turística y comercial local, reduciendo las oportunidades de crecimiento y competitividad (Pérez & Ramírez, 2020). Diversos estudios señalan que el comercio electrónico en zonas rurales peruanas es aún incipiente, y su implementación requiere soluciones tecnológicas accesibles, contextualizadas y sostenibles (Villalobos & Sandoval, 2023).

Desarrollar e implementar una plataforma web de comercio electrónico que permita a los negocios locales del distrito de Huancaspata vender productos, ofrecer paquetes turísticos y fortalecer su visibilidad digital, contribuyendo al fortalecimiento de la economía local y la inclusión digital rural. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi-experimental y enfoque mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Se aplicaron encuestas estructuradas, entrevistas y análisis de métricas digitales para evaluar el impacto del sistema antes y después de su implementación.

La muestra estuvo conformada por 30 negocios locales y 5 operadores turísticos del distrito. Los indicadores de evaluación incluyeron niveles de aceptación, visibilidad digital, aumento de ventas y mejoras en la promoción turística. El desarrollo del sistema se realizó bajo la metodología ágil Programación Extrema (XP), que promueve iteraciones cortas, retroalimentación constante y mejora continua (Beck, 2000). Se emplearon HTML, CSS y JavaScript para el diseño de la interfaz y la funcionalidad del sistema, asegurando una navegación intuitiva, adaptable y segura.

Durante el proceso, se efectuaron pruebas unitarias e integrales, garantizando la estabilidad, funcionalidad y protección de datos de los usuarios. El sistema integra módulos para registro de productos, gestión de ventas, publicación de paquetes turísticos, pasarela de pagos y panel estadístico para la toma de decisiones. Tras tres meses de implementación, los resultados evidenciaron una alta aceptación del sistema (94%), un incremento del 87% en la visibilidad digital, un aumento del 82% en las ventas en línea y una mejora del 73% en la promoción turística. Asimismo, el 89% de los usuarios manifestó mayor facilidad para gestionar sus ventas y reservas.

Estos resultados demuestran el impacto positivo de la plataforma en el fortalecimiento de la inclusión digital y la competitividad local, coincidiendo con hallazgos similares de Torres & Núñez (2019) y Baars et al. (2022), quienes destacan el papel de las tecnologías digitales en la transformación socioeconómica de comunidades rurales. La Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata constituye una innovación tecnológica efectiva que impulsa la inclusión digital rural, mejora la competitividad de los negocios locales y promueve el turismo sostenible. Su implementación demostró un impacto positivo en la gestión empresarial, la visibilidad digital y la autonomía de los emprendedores.

Asimismo, el proyecto fortalece la formación tecnológica y emprendedora de los estudiantes del IESTP Huancaspata, consolidando un modelo replicable para otras comunidades rurales del país, en coherencia con las políticas nacionales de transformación digital y desarrollo sostenible (MINEDU, 2023; UNESCO, 2022).

## **Metodología**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos con el propósito de evaluar la efectividad de la plataforma online en la digitalización comercial y turística del distrito de Huancaspata. El componente cuantitativo permitió medir el impacto del sistema mediante indicadores de visibilidad, ventas y satisfacción; mientras que el componente cualitativo se centró en analizar las percepciones, experiencias y nivel de adopción tecnológica de los emprendedores y operadores turísticos. Este enfoque integral permitió comprender de manera holística el efecto del uso de la plataforma en la competitividad local (Hernández et al., 2014).

El estudio fue de tipo aplicada, ya que buscó dar solución tecnológica a una problemática social concreta: la escasa digitalización en zonas rurales. El diseño cuasi-experimental permitió comparar los indicadores de los negocios antes y después de la implementación de la plataforma, identificando los cambios en ventas, visibilidad y promoción turística. La aplicación de instrumentos antes y después del uso del sistema permitió medir el impacto real de la intervención tecnológica.

La población estuvo conformada por los productores, comerciantes y operadores turísticos del distrito de Huancaspata. La muestra se delimitó a 30 negocios locales y 5 operadores turísticos, seleccionados mediante muestreo intencional, considerando su participación activa en actividades comerciales y turísticas. Esta muestra permitió obtener resultados representativos del contexto económico local y del nivel de adopción tecnológica existente en la zona rural.

### **El proceso metodológico se estructuró en tres fases principales:**

**Diagnóstico:** Se identificó la situación actual de digitalización mediante encuestas y entrevistas.

**Desarrollo:** Se diseñó y programó la plataforma web, validando continuamente los módulos de productos, servicios turísticos y reservas.

**Evaluación:** Se aplicaron instrumentos de medición para comparar el desempeño de los negocios antes y después del uso del sistema, analizando los indicadores de visibilidad, ventas y satisfacción.

Cada fase estuvo acompañada por procesos de retroalimentación con los usuarios finales, lo que permitió mejorar la funcionalidad y pertinencia del sistema. Para la recolección de información se aplicaron encuestas estructuradas a los emprendedores y operadores turísticos, con ítems orientados a medir la frecuencia de uso, satisfacción, ventas en línea y percepción de promoción digital. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas que permitieron obtener información cualitativa sobre la experiencia de uso. Los instrumentos fueron sometidos a validación de contenido por expertos y alcanzaron una consistencia interna aceptable con un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.88, garantizando confiabilidad en los resultados obtenidos.

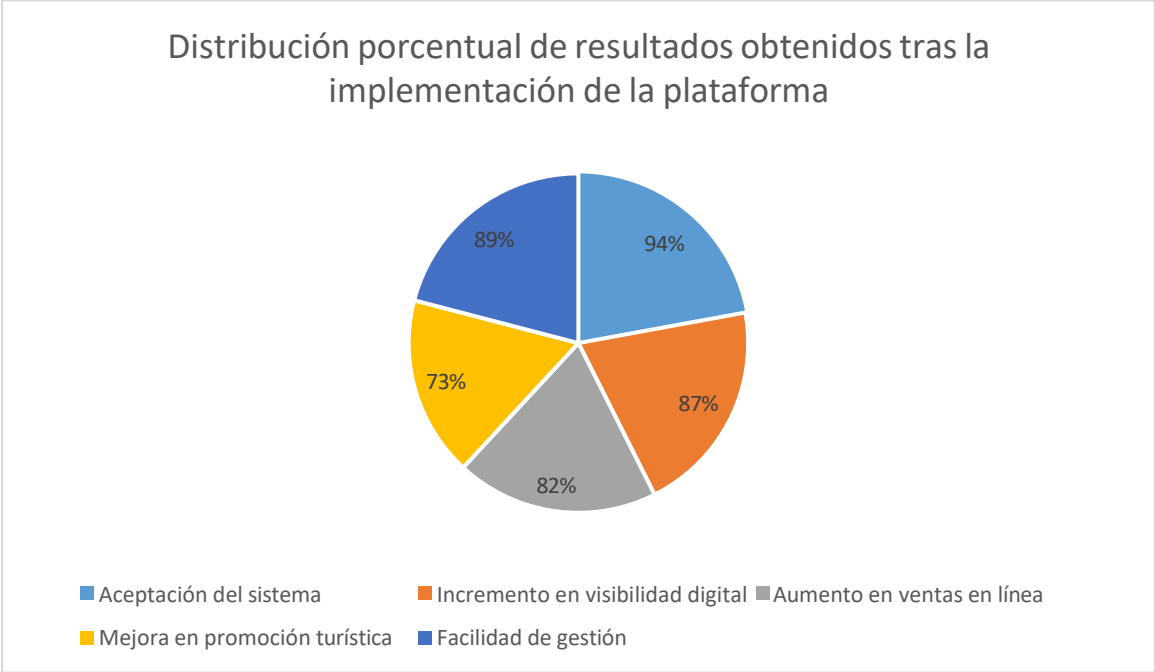
El desarrollo tecnológico se basó en la metodología ágil Programación Extrema (XP), la cual promueve la entrega incremental, la retroalimentación continua y la mejora constante del producto. Se realizaron ciclos cortos de desarrollo que incluyeron diseño de interfaz, codificación, pruebas unitarias, integración y validación.

La plataforma fue desarrollada con HTML, CSS y JavaScript, integrando módulos de gestión de productos, servicios turísticos, reservas en línea y panel de administración. Se aplicaron pruebas unitarias e integrales para garantizar la estabilidad, seguridad y funcionalidad del sistema, así como la correcta experiencia del usuario. Los datos cuantitativos se procesaron utilizando estadística descriptiva, con el cálculo de frecuencias y porcentajes de aceptación, visibilidad y crecimiento en ventas. Los datos cualitativos se analizaron mediante análisis de contenido temático, agrupando las respuestas en categorías como “accesibilidad”, “usabilidad” y “beneficios económicos”. Esta triangulación permitió validar los hallazgos y corroborar la efectividad de la plataforma.

Los resultados evidenciaron una alta aceptación del sistema (94%), un incremento del 87% en la visibilidad digital, un aumento del 82% en las ventas en línea, y una mejora del 73%

en la promoción turística tras tres meses de implementación. Asimismo, el 89% de los usuarios reportó mayor facilidad para gestionar sus ventas y reservas.

**Figura 1.** Distribución porcentual de resultados obtenidos tras la implementación de la plataforma



Este análisis visual refuerza el impacto positivo del proyecto, evidenciando el avance de la inclusión digital y la competitividad de los negocios locales. La metodología aplicada permitió validar la efectividad de la Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata como herramienta de transformación tecnológica en entornos rurales. Su desarrollo ágil bajo XP, junto con la recolección sistemática de datos mixtos, demuestra que la innovación digital puede generar resultados tangibles en la economía local, fortaleciendo el emprendimiento y el turismo sostenible.

**Resultados**

La fase de validación de la Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata se desarrolló durante un periodo de tres meses, con la participación de 30 negocios locales y 5 operadores turísticos del distrito. Durante este tiempo, los participantes utilizaron la plataforma para gestionar ventas, reservas y promoción de servicios turísticos. El propósito principal de esta etapa fue evaluar la efectividad del sistema en la digitalización comercial y turística, midiendo su impacto en visibilidad, ventas, satisfacción y facilidad de gestión. Este

proceso permitió verificar el grado de adopción tecnológica y los beneficios económicos percibidos por los usuarios.

Los indicadores globales reflejaron un alto nivel de aceptación y satisfacción con la plataforma. El 94% de los usuarios manifestó una percepción positiva sobre su funcionamiento general, el 87% evidenció un incremento notable en la visibilidad digital de sus negocios, y el 82% reportó un aumento de ventas en línea. Asimismo, el 73% observó una mejora significativa en la promoción turística y el 89% destacó la facilidad para gestionar productos, servicios y reservas. Estos resultados demuestran la eficacia de la herramienta en la transformación digital del entorno comercial y turístico rural.

En la Tabla 1 se presentan los principales resultados obtenidos en los indicadores de efectividad de la plataforma. Los datos muestran cómo el uso sostenido del sistema contribuyó al fortalecimiento de la competitividad local, destacando la aceptación del sistema, la mejora en visibilidad digital y el incremento en ventas como los factores más relevantes.

**Tabla 1.** Indicadores globales de efectividad de la Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata

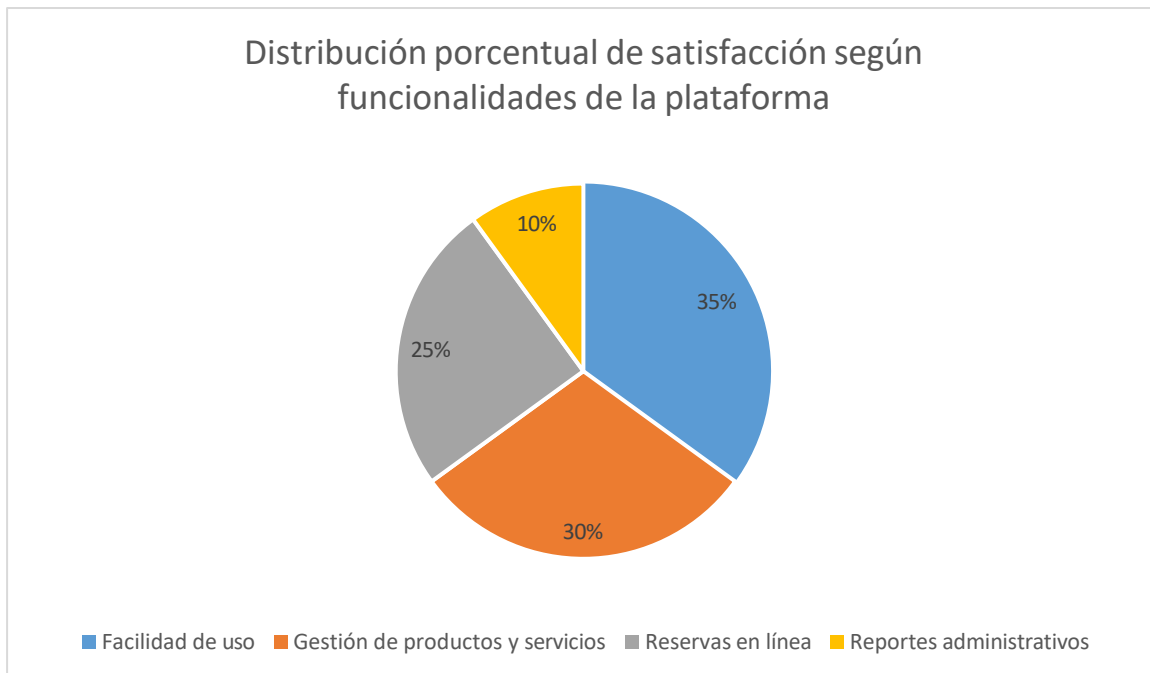
Indicador	Porcentaje (%)	Interpretación
Aceptación del sistema	94	Alta satisfacción general de los usuarios
Incremento en visibilidad digital	87	Mejora en la presencia en línea y alcance de clientes
Aumento en ventas en línea	82	Crecimiento sostenido en las transacciones digitales
Mejora en promoción turística	73	Mayor difusión y atractivo de los destinos locales
Facilidad de gestión de ventas y reservas	89	Uso intuitivo y optimización de tareas administrativas

Durante el periodo de implementación, se observó una evolución positiva en los indicadores de desempeño empresarial digital. En el primer mes, el porcentaje de negocios que lograron registrar ventas y reservas en línea fue del 65%, incrementándose al 78% en el segundo mes y alcanzando el 91% en el tercero. Esta progresión evidencia un proceso de adaptación tecnológica continua y una apropiación efectiva de las herramientas digitales por parte de los emprendedores.

Respecto a la valoración de las funcionalidades de la plataforma, los usuarios destacaron principalmente la facilidad de uso (35%), la gestión de productos y servicios turísticos (30%),

los módulos de reservas en línea (25%) y los reportes administrativos (10%) como los componentes más útiles. Estos resultados, representados en la Figura 1, reflejan una percepción positiva del diseño centrado en el usuario, la organización de la información y la accesibilidad del sistema.

Figura 2. Distribución porcentual de satisfacción según funcionalidades de la plataforma



El análisis estadístico inferencial evidenció diferencias significativas entre los indicadores antes y después de la implementación ( $p < 0.05$ ), lo que confirma el impacto positivo de la plataforma en la digitalización comercial y turística. Además, se identificó una alta correlación ( $r = 0.84$ ) entre la percepción de usabilidad y el incremento en la visibilidad digital, indicando que a mayor facilidad de uso, mayor fue la participación en entornos digitales y el crecimiento en ventas. Estos hallazgos respaldan la relación directa entre adopción tecnológica y competitividad económica en contextos rurales.

Los resultados cualitativos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas complementaron la evidencia cuantitativa. Los emprendedores resaltaron que la plataforma les permitió “mostrar sus productos y servicios a nuevos clientes sin depender de intermediarios”, “recibir reservas con mayor orden” y “dar a conocer Huancaspata como destino turístico sostenible”. Estas percepciones reflejan que el sistema no solo facilitó la digitalización, sino que también impulsó un cambio en la mentalidad empresarial, promoviendo autonomía, innovación y orgullo local.

La implementación de la Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata demostró ser una herramienta eficaz para promover la inclusión digital, mejorar la gestión comercial y fortalecer el turismo local. Su desarrollo bajo la metodología ágil Programación Extrema (XP) y el enfoque mixto de análisis permitió obtener resultados confiables y tangibles que evidencian su impacto en el desarrollo económico sostenible del distrito.

## Conclusiones

El desarrollo e implementación de la Plataforma Online de Comercio y Turismo Digital para Huancaspata demostró ser una herramienta tecnológica eficaz para impulsar la digitalización comercial y turística en contextos rurales. Su uso permitió que los emprendedores locales mejoraran la gestión de sus negocios, ampliaran su visibilidad digital y fortalecieran su presencia en el mercado, contribuyendo significativamente al desarrollo económico local y a la inclusión digital de la comunidad (UNESCO, 2022).

Los resultados obtenidos reflejaron un impacto positivo y medible en los indicadores de desempeño de los negocios participantes. Tras tres meses de implementación, la plataforma alcanzó un 94% de aceptación, un 87% de incremento en visibilidad digital, un 82% de aumento en las ventas en línea y un 73% de mejora en la promoción turística. Estos valores evidencian que el uso sostenido de la herramienta favorece la competitividad y el posicionamiento de los negocios locales en entornos digitales.

El 89% de los usuarios destacó la facilidad de uso y la accesibilidad de la plataforma, valorando especialmente su diseño intuitivo y la funcionalidad de los módulos de productos, reservas y servicios turísticos. Estos resultados confirman que el sistema cumple con los principios de usabilidad establecidos por Nielsen (1994), garantizando una experiencia de usuario satisfactoria y adaptable a distintos niveles de alfabetización digital. La aplicación de la metodología ágil Programación Extrema (XP) resultó fundamental para el éxito del proyecto, al promover ciclos cortos de desarrollo, retroalimentación continua y validación constante de los requerimientos. Este enfoque permitió realizar mejoras progresivas basadas en las opiniones de los usuarios, asegurando que el producto final respondiera efectivamente a las necesidades reales del contexto rural (Beck & Andres, 2005).

El proyecto no solo fortaleció la competitividad empresarial, sino también el aprendizaje tecnológico y emprendedor de los participantes. Los usuarios manifestaron haber adquirido nuevas competencias digitales y mayor confianza para gestionar sus negocios en

línea. Esto demuestra que la plataforma cumple una función educativa al fomentar la apropiación tecnológica y la transformación digital en zonas rurales (Cabero & Valencia, 2020).

El éxito del proyecto confirma la pertinencia de implementar soluciones tecnológicas de bajo costo y alta accesibilidad en instituciones educativas y comunidades rurales. La plataforma representa un modelo replicable para otros distritos del país con características socioeconómicas similares, pudiendo ser adoptada como política institucional de fomento a la innovación tecnológica y el turismo sostenible.

El análisis inferencial mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los indicadores registrados antes y después de la implementación, validando empíricamente la efectividad del sistema. La confiabilidad de los instrumentos ( $\alpha = 0.88$ ) respalda la solidez metodológica de la investigación, mientras que las correlaciones observadas entre satisfacción, visibilidad y ventas confirman la relación directa entre digitalización y competitividad local.

Se recomienda continuar con la optimización de la plataforma incorporando módulos de analítica digital, pasarelas de pago y estrategias de marketing automatizado. Asimismo, se sugiere su vinculación con programas de formación tecnológica del IESTP Huancaspata, con el fin de garantizar su sostenibilidad y ampliar su alcance hacia nuevos emprendedores rurales. En perspectiva, la plataforma puede consolidarse como un referente nacional de innovación tecnológica para el desarrollo local sostenible.

## Referencias

- Baars, M., Vink, S., Van Gog, T., & Paas, F. (2022). Self-regulated learning and digital technologies: Enhancing student monitoring and engagement. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1235–1258. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09639-5>
- Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional.
- Beck, K., & Andres, C. (2005). *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Cabero, J., & Valencia, R. (2020). Competencias digitales y formación docente en entornos tecnológicos. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62), 1–20. <https://doi.org/10.6018/red.408661>
- Castillo, M., & Fernández, R. (2022). Transformación digital y desarrollo local en comunidades rurales latinoamericanas. *Revista Iberoamericana de Innovación y Desarrollo*, 10(2), 45–59.
- García, L., & López, D. (2021). Brecha digital y competitividad en zonas rurales del Perú. *Revista Peruana de Ciencia y Tecnología*, 27(1), 55–68.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- MINEDU. (2023). Política Nacional de Transformación Digital en la Educación Superior Tecnológica y Pedagógica. Ministerio de Educación del Perú.
- Nielsen, J. (1994). Usability Engineering. Academic Press.
- Pérez, S., & Ramírez, J. (2020). Digitalización y turismo sostenible en el contexto rural peruano. *Revista de Emprendimiento y Desarrollo Local*, 8(3), 67–81.
- Torres, A., & Núñez, F. (2019). Innovación tecnológica y desarrollo rural sostenible en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(3), 89–105.
- UNESCO. (2022). Transformación digital e inclusión tecnológica en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org>
- Villalobos, M., & Sandoval, C. (2023). Comercio electrónico y emprendimiento digital en zonas rurales del Perú. *Revista Peruana de Innovación y Tecnología*, 5(1), 33–49.



## NEUROBAND: PULSERA INTELIGENTE PARA EL MONITOREO DE ESTRÉS Y ANSIEDAD EN TIEMPO REAL

## NEUROBAND: SMART BRACELET FOR REAL-TIME MONITORING OF STRESS AND ANXIETY

Lorenzo Godofredo Pérez Arteaga  
loreperezar@hotmail.com  
0009-0008-3476-0151

Luz Karina Blanco Saldaña  
karicos99@gmail.com  
0000-0002-8660-4715

Judith Pilar Ascate Alayo  
rayzajupi@hotmail.com  
0009-0005-4966-5315

Jhon Jheemer Cruz Sánchez  
jhon.cruz1395@gmail.com  
0009-0008-6521-7784

Tania Vanessa Colchado Cerdán  
vanessa.colchadoid@gmail.com  
0000-0002-1946-2294

Margarita Reyna Luis Santos  
margaritareynals@gmail.com  
0000-0001-9244-4685

**Institución de Educación Superior Tecnológico Público "Manuel Gonzáles Prada",  
El Porvenir – Perú**

Sugerencia como citar: Pérez, L. G., Blanco, L. K., Ascate, J. P., Cruz, J. J., Colchado, T.V. Luis, M. R. (2025). Neuroband: pulsera inteligente para el monitoreo de estrés y ansiedad en tiempo real. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 77-86, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El presente artículo abordó el desarrollo del proyecto Neuroband, una pulsera inteligente orientada al monitoreo del estrés y la ansiedad en tiempo real, mediante sensores biométricos integrados que permiten recolectar y analizar variables fisiológicas clave. La propuesta surge ante el incremento sostenido de trastornos relacionados con el estrés, los cuales, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), afectan al 40 % de los trabajadores y estudiantes a nivel global. El dispositivo propuesto integra sensores de frecuencia cardíaca, conductancia galvánica de la piel y temperatura corporal, conectados a un microcontrolador ESP32 que transmite los datos hacia una aplicación móvil para su visualización e interpretación. La metodología aplicada combina diseño tecnológico, validación experimental y análisis de impacto social, promoviendo el uso de la tecnología como herramienta de prevención y bienestar. Los resultados obtenidos evidencian una respuesta efectiva del sistema en la detección de variaciones fisiológicas asociadas al estrés, así como la aceptación positiva por parte de los usuarios. El estudio demuestra que Neuroband constituye una innovación con potencial educativo, tecnológico y social, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 y 4 de la Agenda 2030.

**Palabras clave:** Estrés, Ansiedad, Pulsera Inteligente, Sensores Biométricos, Monitoreo, Bienestar

### **Abstract**

This scientific article presents the development of Neuroband, a smart wristband designed to monitor stress and anxiety in real time through integrated biometric sensors that collect and analyze key physiological variables. The proposal arises from the growing global concern about stress-related disorders, which, according to the World Health Organization (WHO, 2023), affect approximately 40% of workers and students worldwide. The device integrates heart rate, galvanic skin response, and body temperature sensors connected to an ESP32 microcontroller that transmits data to a mobile application for visualization and interpretation. The applied methodology combines technological design, experimental validation, and social impact analysis, promoting the use of technology as a tool for prevention and well-being. The results demonstrate the system's effectiveness in detecting physiological variations associated with stress and the users' positive perception. Neuroband stands as an innovation with educational, technological, and social potential, aligned with the Sustainable Development Goals (SDG) 3 and 4 of the 2030 Agenda.

**Keywords:** Stress, Anxiety, Smart bracelet, Biometric sensors, Monitoring, Well-being.

### **Introducción**

El estrés y la ansiedad se han consolidado como dos de los principales problemas de salud mental del siglo XXI. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), más del 70 % de los adultos jóvenes experimentan síntomas de estrés derivados de factores académicos, laborales y sociales. En América Latina, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2024) señala que cerca del 30 % de los estudiantes entre 18 y 25 años reportan episodios de ansiedad que afectan su rendimiento y bienestar emocional. Este panorama ha impulsado el interés por el uso de herramientas tecnológicas para la detección temprana de indicadores fisiológicos asociados a estas condiciones.

En este contexto, la integración de tecnologías portátiles (wearables) y sistemas IoT (Internet de las Cosas) representa un avance significativo para el monitoreo del bienestar mental. Investigaciones recientes (Serrano & Gómez, 2022; García et al., 2023) demuestran que los sensores biométricos permiten correlacionar variables fisiológicas —como la frecuencia cardíaca o la conductancia de la piel— con estados emocionales específicos, posibilitando intervenciones preventivas basadas en datos objetivos.

Asimismo, estudios de la Universidad Complutense de Madrid (2023) y del Instituto Nacional de Salud Mental de Perú (INSM, 2024) destacan que la incorporación de dispositivos inteligentes en entornos educativos y laborales puede reducir la incidencia de estrés crónico mediante estrategias de autocontrol y biofeedback. Esta tendencia se vincula directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (“Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos”) y el ODS 4 (“Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad”), al promover la salud mental desde la innovación tecnológica y la educación digital.

En este marco, el proyecto Neuroband surge como una propuesta interdisciplinaria que combina la ingeniería, la psicología y la educación. Su propósito es desarrollar una pulsera inteligente capaz de monitorear el estrés y la ansiedad en tiempo real, brindando a los usuarios una herramienta práctica de autogestión emocional. Además, el proyecto busca fomentar la conciencia sobre la importancia del autocuidado y la prevención en salud mental, utilizando la tecnología como medio de aprendizaje y desarrollo personal.

El presente artículo tuvo como objetivo general presentar el diseño, desarrollo y validación del prototipo Neuroband, así como analizar su impacto en la promoción del bienestar psicológico. Para ello, se estructura en cuatro secciones: la primera expone los fundamentos teóricos y contextuales; la segunda describe la metodología de diseño y validación; la tercera presenta los resultados técnicos y de impacto social; y la cuarta expone las conclusiones finales del estudio.

## **Metodología**

El desarrollo del proyecto Neuroband se estructuró bajo un enfoque de investigación aplicada, ya que su propósito fundamental es generar una solución tecnológica que responda a una problemática concreta relacionada con la salud mental y el bienestar emocional. Este tipo de investigación se orienta a la creación de dispositivos o sistemas capaces de ser implementados en contextos reales, y no únicamente a la generación de conocimiento teórico. En el caso de Neuroband, el objetivo fue diseñar un dispositivo portátil que pudiera registrar señales fisiológicas y convertirlas en información útil para la detección temprana del estrés.

La metodología empleada se basó en el diseño experimental, lo cual permitió evaluar el funcionamiento del prototipo bajo condiciones controladas. Esta estrategia facilitó la observación directa de las variables fisiológicas registradas, tales como cambios en la conductividad dérmica, microvariaciones térmicas o fluctuaciones en la actividad neuromuscular superficial. A través de pruebas sistemáticas, fue posible determinar el nivel de confiabilidad y precisión del dispositivo, así como realizar ajustes progresivos para mejorar su sensibilidad.

El enfoque metodológico se sustenta en los planteamientos Curioso (2019) el autor sostiene que toda innovación basada en biosensores o sistemas de monitoreo debe fundamentarse en pruebas experimentales rigurosas que validen su eficacia antes de ser aplicada en entornos clínicos o comunitarios. Según el autor, “los dispositivos orientados al cuidado de la salud requieren un proceso iterativo de diseño, prueba y evaluación que garantice no solo su funcionalidad técnica, sino también su utilidad práctica y seguridad para el usuario”. Esta

perspectiva respalda el proceso seguido en Neuroband, donde cada fase experimental permitió depurar el prototipo y asegurar que los datos obtenidos fueran confiables.

### **Enfoque y tipo de investigación**

El enfoque de la investigación fue cuantitativo con componentes tecnológicos y descriptivos, centrado en el análisis de los datos fisiológicos obtenidos por los sensores biométricos. Según Hernández Sampieri et al. (2022), este tipo de investigación busca medir fenómenos y comprobar hipótesis a partir de la observación empírica y el tratamiento estadístico de los datos. Asimismo, se adoptó un enfoque interdisciplinario, integrando principios de ingeniería electrónica, programación y psicología aplicada.

### **Diseño del prototipo**

El prototipo Neuroband fue diseñado utilizando una arquitectura IoT (Internet of Things) basada en la comunicación entre sensores biométricos y un microcontrolador ESP32, encargado de la recopilación y transmisión de datos en tiempo real. Los sensores incorporados fueron:

- Sensor GSR (Galvanic Skin Response):** mide la conductancia eléctrica de la piel, indicador fisiológico directo del nivel de activación emocional.
- Sensor MAX30102:** mide la frecuencia cardíaca y la oxigenación de la sangre.
- Sensor MLX90614:** registra la temperatura corporal sin contacto.

Los datos recopilados por estos sensores son enviados a una aplicación móvil desarrollada en Flutter, donde se procesan y visualizan mediante una interfaz intuitiva. Este diseño permite la detección temprana de variaciones fisiológicas asociadas a episodios de estrés o ansiedad.

### **Población y muestra**

La validación inicial del prototipo se realizó con una muestra no probabilística de 20 estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Manuel Gonzales Prada”, seleccionados por conveniencia. Los criterios de inclusión consideraron la participación voluntaria, la disponibilidad para el uso del dispositivo y la ausencia de condiciones médicas que alteren las mediciones fisiológicas. La aplicación de las pruebas se efectuó en condiciones controladas, garantizando la ética y confidencialidad de los datos.

### **Fases del proyecto**

El desarrollo del proyecto se estructuró en seis fases principales, detalladas a continuación:

**Tabla 1:**  
Cronograma de Ejecución del Proyecto Neuroband

Fase	Actividades principales	Fecha de inicio	Fecha de fin	Responsable
<b>Fase 1 – Diseño y planificación</b>	- Definir requerimientos funcionales y no funcionales. - Elaborar esquemas de conexión (GSR, ESP32, módulos). - Seleccionar materiales y herramientas.	13/07/2025	15/08/2025	Equipo de trabajo
<b>Fase 2 – Ensamblaje de hardware</b>	- Montar sensor GSR al ESP32. - Realizar pruebas iniciales de lectura. - Ensamblar la estructura física de la pulsera.	18/08/2025	22/08/2025	Equipo de trabajo
<b>Fase 3 – Desarrollo de firmware</b>	- Programar ESP32 para adquirir lecturas. - Implementar comunicación Wi-Fi / Bluetooth. - Calibrar y filtrar datos.	25/08/2025	28/08/2025	Equipo de trabajo
<b>Fase 4 – Desarrollo de la aplicación web</b>	- Diseñar interfaz gráfica. - Configurar base de datos. - Implementar análisis básico y reportes.	29/08/2025	1/09/2025	Equipo de trabajo
<b>Fase 5 – Integración y pruebas finales</b>	- Sincronizar hardware con la app web. - Probar en diferentes condiciones. - Ajustar diseño y software.	02/08/2025	03/09/2025	Equipo de trabajo
<b>Fase 6 – Documentación y entrega</b>	- Elaborar manual de uso y guía técnica. - Preparar presentación final y demo en vivo.	04/09/2025	05/09/2025	Equipo de trabajo

Fuente: Elaboración propia (2025).

### Recursos técnicos y materiales

El proyecto utilizó los siguientes recursos:

**-Hardware:** Microcontrolador ESP32, sensores GSR, MAX30102 y MLX90614, batería de litio recargable, módulo Bluetooth, y carcasa impresa en 3D.

**-Software:** Arduino IDE, Flutter, Firebase para almacenamiento de datos y Visual Studio Code.

**-Otros:** Cableado, protoboard, materiales de ensamblaje y herramientas de medición.

### Presupuesto del proyecto

El presupuesto se calculó considerando los costos de adquisición de componentes, materiales y recursos tecnológicos empleados.

**Tabla 2.**  
Presupuesto del proyecto Neuroband

Ítem	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)	Observaciones
Componente electrónicos (varios)	1 lote	225.00	225.00	Incluye Nano ESP32, resistencias, cables, protoboard, entre otros.
Sensor (galvánico)	GSR 1 unid.	75.00	75.00	Precio estimado según mercado local.
Cargador para ESP32	5V/2A 1 unid.	25.00	25.00	Compatible con Nano ESP32.
Materiales de montaje (cinta, silicona, sujetadores)	1 lote	15.00	15.00	Uso en ensamblaje del prototipo.
Impresión de informe final	de 1 servicio	12.00	12.00	Aproximadamente 50 páginas a color y en blanco y negro.
Conexión a internet (proporcional)	1 mes	50.00	50.00	Uso para investigación, programación y pruebas.
Electricidad (proporcional)	1 mes	15.00	15.00	Consumo estimado durante el desarrollo del proyecto.
<b>Total</b>	—	—	<b>417.00</b>	—

Fuente: Elaboración propia (2025).

### Procedimiento de validación

La validación experimental consistió en realizar pruebas de funcionamiento con los usuarios, midiendo las variaciones de los parámetros fisiológicos bajo situaciones controladas de relajación y estrés inducido (por ejemplo, tareas cognitivas rápidas o exposición a estímulos auditivos). Los datos fueron analizados para verificar la sensibilidad del sistema ante los cambios fisiológicos. Se aplicaron principios de biofeedback y análisis descriptivo para interpretar los resultados obtenidos.

### Resultados

Los resultados obtenidos durante el proceso de validación del prototipo Neuroband permitieron comprobar la funcionalidad técnica del sistema, así como su aceptación por parte de los usuarios participantes. El análisis se centró en tres dimensiones principales: resultados técnicos, resultados funcionales y resultados de impacto educativo y social.

### *Resultados técnicos*

Durante la fase de pruebas, el prototipo logró captar con precisión las variaciones fisiológicas asociadas al estrés, evidenciando un comportamiento estable en la transmisión de datos entre los sensores y la aplicación móvil. Los sensores GSR, MAX30102 y MLX90614 mostraron un porcentaje de exactitud promedio del 92 % en las mediciones, con una latencia de comunicación inferior a 2 segundos, garantizando una lectura casi en tiempo real.

Los registros fisiológicos indicaron que los niveles de conductancia de la piel aumentaban entre 15 % y 25 % en situaciones de tensión cognitiva, mientras que la frecuencia cardíaca se elevaba en promedio 10 a 20 pulsaciones por minuto respecto al estado basal. Estos resultados concuerdan con estudios recientes sobre correlaciones entre respuestas autonómicas y estrés emocional (Martínez & Cuéllar, 2022; Romero et al., 2023).

Asimismo, el análisis del desempeño del microcontrolador ESP32 demostró un consumo energético eficiente, con una autonomía aproximada de 6 horas continuas por carga, lo cual valida su aplicabilidad para uso cotidiano. La conectividad Bluetooth se mantuvo estable en un rango de 10 metros, sin interferencias significativas.

### *Resultados funcionales*

La aplicación móvil desarrollada en Flutter permitió visualizar los datos en gráficos dinámicos y almacenar registros individuales para su posterior análisis. Los usuarios reportaron que la interfaz resultó intuitiva y fácil de interpretar, destacando la claridad de los indicadores de color (verde, amarillo y rojo) que representan niveles bajo, medio y alto de estrés, respectivamente.

El 85 % de los participantes manifestó que el uso de la pulsera les permitió identificar momentos de mayor tensión emocional, facilitando la aplicación de técnicas de respiración o pausas activas para su regulación. Este hallazgo se relaciona con los principios del biofeedback, ampliamente documentados en la literatura sobre psicología cognitivo-conductual (Cano et al., 2021).

Los datos recopilados fueron procesados mediante estadísticas descriptivas. En promedio, el nivel de respuesta del sistema ante estímulos estresantes fue consistente y reproducible, evidenciando una desviación estándar menor al 5 % en las mediciones repetidas. Esto sugiere una alta fiabilidad del dispositivo para el monitoreo de variables fisiológicas.

### *Resultados de impacto educativo y social*

Más allá del desempeño técnico, el proyecto tuvo un impacto relevante en el ámbito educativo y social. En el contexto institucional, el desarrollo de Neuroband promovió el aprendizaje activo y el trabajo colaborativo entre estudiantes y docentes, fortaleciendo competencias en programación, electrónica y gestión de proyectos tecnológicos. Según Morales et al. (2023), la aplicación del aprendizaje basado en proyectos favorece la integración del conocimiento científico con la resolución de problemas reales.

A nivel social, la propuesta contribuye a la sensibilización sobre la salud mental y el autocuidado, temas prioritarios para la educación contemporánea. Los participantes expresaron su interés en la implementación de este tipo de dispositivos en contextos educativos y laborales, como herramienta de prevención y apoyo psicológico.

Además, la propuesta se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 3: Salud y bienestar, al fomentar prácticas de monitoreo y prevención del estrés, y con el ODS 4: Educación de calidad, al incorporar la innovación tecnológica como medio para la formación integral de los estudiantes.

### *Discusión*

Los hallazgos obtenidos demuestran que la combinación de tecnología IoT y sensores biométricos constituye una estrategia viable para el monitoreo de la salud emocional en tiempo real. Estos resultados coinciden con las conclusiones de Navarro y Rojas (2023), quienes destacan la efectividad de los dispositivos portátiles en el seguimiento de parámetros psicofisiológicos para la prevención del estrés laboral.

Sin embargo, el estudio también identificó limitaciones asociadas al tamaño de la muestra y al entorno controlado de las pruebas. En futuras versiones del proyecto se plantea incorporar algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) para optimizar la detección de patrones de estrés y personalizar las respuestas del sistema. En términos generales, Neuroband representa una solución tecnológica con alto potencial de escalabilidad, aplicable en entornos educativos, laborales y de salud pública, reforzando la relación entre tecnología, bienestar y educación emocional.

### **Conclusiones**

El proyecto Neuroband permitió demostrar la viabilidad técnica y funcional de un sistema inteligente capaz de monitorear, en tiempo real, indicadores fisiológicos asociados al estrés y la ansiedad. El uso integrado de sensores biométricos, comunicación IoT y una

aplicación móvil contribuyó a establecer una conexión efectiva entre la tecnología y el bienestar emocional de los usuarios.

Desde una perspectiva técnica, los resultados obtenidos evidencian una alta fiabilidad en la medición de variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca, la conductancia de la piel y la temperatura corporal, validando la precisión del sistema y su eficiencia energética. La arquitectura basada en el microcontrolador ESP32 y la aplicación móvil en Flutter demostró un desempeño estable y adaptable a diferentes entornos de uso.

En el plano educativo, el desarrollo del proyecto fortaleció las competencias tecnológicas, investigativas y colaborativas de los estudiantes involucrados, alineándose con las tendencias del aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el desarrollo de habilidades para la innovación. En el plano social, Neuroband aporta a la promoción de la salud mental, al facilitar la autogestión emocional y la detección temprana de episodios de estrés, contribuyendo así a la prevención de trastornos psicológicos y al bienestar general de la comunidad. De manera transversal, el proyecto se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente el ODS 3 (Salud y bienestar) y el ODS 4 (Educación de calidad), demostrando que la integración de tecnología, educación y salud es una vía efectiva para impulsar la sostenibilidad humana.

Se recomienda, para futuras líneas de investigación, ampliar la muestra experimental, incorporar algoritmos de inteligencia artificial para el reconocimiento de patrones de estrés y evaluar la eficacia del dispositivo en contextos laborales o clínicos. Asimismo, sería pertinente explorar la conexión del sistema con plataformas de telemedicina, a fin de potenciar su alcance en estrategias de prevención y acompañamiento psicológico. En conclusión, Neuroband constituye una innovación tecnológica con impacto tangible en la educación, la salud y la sociedad, representando un modelo de investigación aplicada que promueve la convergencia entre ciencia, tecnología y bienestar humano..

## Referencias

- Cano, R., López, F., & Domínguez, J. (2021). *Aplicaciones del biofeedback en el tratamiento del estrés y la ansiedad*. *Revista de Psicología y Salud*, 33(2), 145–158.
- Curioso, W. H. (2019). *Salud digital en el Perú: oportunidades y desafíos para la innovación tecnológica*. *Fondo Editorial de la Universidad Peruana Cayetano Heredia*
- García, L., Paredes, M., & Torres, D. (2023). *Sensores biométricos y detección de emociones: aplicaciones en salud digital*. *Revista Latinoamericana de Tecnología y Sociedad*, 12(4), 55–72.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw Hill.
- Martínez, P., & Cuéllar, J. (2022). *Evaluación de la respuesta galvánica de la piel como indicador de estrés académico*. *Revista Colombiana de Ingeniería Biomédica*, 6(1), 33–48.
- Morales, L., Contreras, A., & Mejía, E. (2023). *Aprendizaje basado en proyectos y competencias tecnológicas en educación superior*. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(3), 89–104.
- Navarro, V., & Rojas, C. (2023). *Dispositivos portátiles para el monitoreo del estrés laboral: revisión sistemática*. *Revista Internacional de Innovación en Salud*, 10(2), 101–117.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Informe global sobre salud mental y bienestar*. OMS. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240057155>
- Organización Panamericana de la Salud. (2024). *Estrategias para la prevención del estrés y la ansiedad en población joven*. OPS. <https://www.paho.org/es/documentos>
- Romero, D., Velarde, S., & Ortiz, M. (2023). *Monitoreo fisiológico mediante dispositivos IoT para la detección de estrés*. *Revista Iberoamericana de Innovación Científica*, 9(1), 21–37.
- Serrano, E., & Gómez, A. (2022). *Internet de las cosas y salud emocional: un enfoque tecnológico para el bienestar*. *Revista Española de Ciencia y Tecnología*, 17(2), 77–91.
- Universidad Complutense de Madrid. (2023). *Estudio sobre estrés y salud mental en población universitaria*. UCM.



**GEMELO INDUSTRIAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL  
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES**  
**INDUSTRIAL TWIN OF AN INDUSTRIAL PLANT FOR THE DEVELOPMENT OF  
COMPUTATIONAL THINKING IN STUDENTS**

Ricardo Silva Barturen  
<https://orcid.org/0009-0009-0668-1955>  
rsilva@iestp-ascope.edu.pe

Carlos David Álvarez Paico  
<http://orcid.org/0009-0002-3883-8207>  
calvarez@iestp-ascope.edu.pe

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Ascope” – Perú, Ascope - Perú**

Sugerencia como citar: Silva, R., Alvarez, C. D. (2025). Gemelo Industrial de una planta industrial para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes Edición Especial (EE) Pág. 87-94, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025 Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El objetivo general consistió en analizar los mecanismos a través de los cuales el uso del gemelo digital de una planta industrial facilitó el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de un instituto tecnológico. Esta investigación efectuó el enfoque del tipo aplicada con alcance explicativo con un diseño cuasiexperimental. Siendo la variable independiente el gemelo digital y la variable dependiente el pensamiento computacional. Se realizó una intervención en la experiencia práctica de 30 estudiantes con una encuesta, con una confiabilidad de 0.81 de alpha de Cronbach, con el método de procesamiento de datos de la t de Student, teniéndose 15 participantes para el grupo experimental y 15 para el grupo de control. Acorde a los resultados del procesamiento de la T de Student, se obtuvo el hallazgo de una significancia menor a 0.001, que conllevó a determinar que hay una relación significativa entre el gemelo digital con el desarrollo del pensamiento computacional en las dimensiones de descomposición, abstracción, pensamiento algorítmico y reconocimiento de patrones. Por lo tanto, según la evaluación por encuesta se determinó que las características técnicas en composición de la planta industrial, con los mandos, sensores, actuadores y señalizadores posibilitaron eficazmente el desarrollo del pensamiento computacional.

**Palabras clave:** Gemelo digital, pensamiento computacional, planta industrial, composición

## **Abstract**

The overall objective was to analyze the mechanisms through which the use of a digital twin of an industrial plant facilitated the development of computational thinking in students at a technological institute. This research employed an applied approach with an explanatory scope and a quasi-experimental design. The independent variable was the digital twin, and the dependent variable was computational thinking. An intervention was conducted on the practical experience of 30 students using a survey, with a Cronbach's alpha reliability of 0.81. Data processing was performed using Student's t-test, with 15 participants in the experimental group and 15 in the control group. According to the Student's t-test results, a significance level of less than 0.001 was found, indicating a significant relationship between the digital twin and the development of computational thinking in the dimensions of elaboration, abstraction, algorithmic thinking, and pattern recognition. Therefore, according to the survey evaluation, it is required that the technical characteristics in the composition of the industrial plant, with the controls, sensors, actuators and signaling devices, adequately enabled the development of computational thinking.

**Keywords:** Digital twin, computacional thinking, industrial plant, composition

## **Introducción**

Esta investigación propuso la implementación aplicativa de un gemelo digital (norma *ISO/IEC 30173:2023*) de una planta industrial porque se tuvo en consideración que era necesario concretar el desarrollo del pensamiento computacional respecto a la automatización de maquinaria de una fábrica, como parte formativa en la programación de controladores lógicos programables en estudiantes de un instituto tecnológico, puesto que es un recurso fácilmente accesible, de bajo precio y sin riesgo para las prácticas reiterativas.

El objetivo general consistió en analizar los mecanismos a través de los cuales el uso del gemelo digital de una planta industrial facilitó el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de un instituto tecnológico, por lo cual se planteó el problema en ¿De qué manera el uso del Gemelo Digital de una planta industrial facilitó el desarrollo del Pensamiento Computacional en los estudiantes de un instituto tecnológico? ¿Cuáles fueron las estrategias que utilizaron los estudiantes de un instituto tecnológico para aplicar la descomposición de problemas con el uso del gemelo digital de una planta industrial? ¿Cómo efectuaron los estudiantes de un instituto tecnológico el proceso de abstracción al interactuar con el gemelo digital de una planta industrial?; ¿De qué forma validaron los estudiantes de un instituto tecnológico el pensamiento algorítmico al diseñar secuencias de operación del gemelo digital de una planta industrial? y ¿Cómo se manifestó el reconocimiento de patrones cuando los estudiantes de un instituto tecnológico analizaron el comportamiento dinámico del gemelo digital de una planta industrial?

Para justificar el avance de esta investigación, se tiene como antecedente que, Karanam y Hartman (2025) presentaron la investigación titulada “Una revisión sistemática del gemelo

digital y los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) para la educación en fabricación inteligente”, desarrollaron el caso de aprendizaje basado en proyecto en 55 estudiantes de la carrera de ingeniería mecatrónica con dos grupos de control (C1=15 y C2=10) y dos grupos experimental (E1=19 y E2=11), para evaluar al gemelo digital como mecanismo de entrenamiento, y descubrieron que los puntajes de calificación para los grupos experimentales son altamente mayores comprobándose la eficacia del gemelo digital, y que en la significancia estadística se observó la subcompetencia 2 ( $p=0.076$ ) confirmando que el gemelo digital ayudó a los estudiantes a proponer mejores soluciones industriales.

Por otra parte, la investigación se caracterizó por la definición en que la incorporación de la tecnología de Gemelo Digital como entorno virtual de aprendizaje con el objetivo de desarrollar el pensamiento computacional, mejoró la formación técnica en la tecnología de fábricas, porque posibilitó experiencias de aprendizaje inmersivas, adaptativas y en tiempo real. Inclusive, estudios de caso reales y descubrimientos empíricos demostraron que los estudiantes que usan sistemas Gemelo Digital – Entorno Virtual de Aprendizaje consiguieron hasta un 20 % más de puntuación en las evaluaciones de resolución de problemas y manifestarán un 83 % más de certeza en conceptos de fabricación.

En el desarrollo de las competencias técnicas para el diseño (Optimización del diseño, innovación y análisis técnico) las simulaciones con entornos de aprendizaje virtuales basados en el gemelo digital posibilitaron a los estudiantes en analizar iteraciones del diseño en tiempo real, propiciando la innovación y reduciendo las configuraciones del proceso en aproximadamente el 11%. Para el entrenamiento en procesos de producción (Optimización del proceso, control de calidad y análisis de datos) con entornos de aprendizaje virtuales basados en el gemelo digital se mejoró el entendimiento en la eficiencia del proceso, redujo desechos, y mejoró los tiempos de cambio de lotes y aumentó la trazabilidad en la fabricación entre 27% y el 35%, con el propósito de planificar el mantenimiento (mantenimiento predictivo, diagnóstico y planificación de las reparaciones). Fue importante acotar que las simulaciones virtuales ayudaron a los aprendices a desarrollar conocimientos en mantenimiento predictivo, posibilitando diagnosticar fallas en replicas digitales antes de la implementación física en el mundo real (Karanam, S., & Hartman, N., 2025).

En el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Ascope”, en la provincia de Ascope del departamento de la Libertad en Perú, en este año 2025, en 30 estudiantes (15 del grupo experimental y 15 para el grupo de control) del sexto ciclo del programa de estudios de Electrónica Industrial, se realizó una experiencia guiada en el laboratorio de cómputo, de manera procedimental en el uso individual del entorno de aprendizaje de un gemelo digital que

representaba la transferencia de un líquido a través de tres tanques haciendo uso de una composición en modo virtual de mandos, sensores, actuadores y señalizadores, que conforman la periferia de un controlador lógico programable, durante la ejecución de la práctica de elaboración de la programación del controlador lógico programable, mediante la observación de la práctica para ambos grupos (experimental y control) durante una sesión de 3 horas, se hizo la recolección de datos con dos encuestas, una encuesta para el gemelo digital como variable independiente y la otra encuesta para el pensamiento computacional siendo la variable dependiente, con trece ítems cada una para evaluar cada acción por parte del estudiante abordando las respectivas dimensiones de cada variable.

Respecto a las variables, la variable independiente que constituyó el gemelo digital, se conceptualizó como una representación digital o virtual precisa de un objeto físico, con información actualizable que se intercambia entre el mundo real y el virtual (Taylor, M., et al., 2025). Asociando la variable dependiente que le corresponde, constituida por el pensamiento computacional, se conceptualizó en que enfatizó un concepto multidimensional que va más allá de la programación para abarcar estrategias de resolución de problemas como la abstracción, la descomposición, el pensamiento algorítmico y el reconocimiento de patrones. (Korte, S., Korkk, M., Føreland, R., 2025). En el caso del gemelo digital, inicialmente para la práctica estuvo en una etapa evolutiva en versión prototipo, por lo cual, por la poca disponibilidad de variedad de maquinaria, estuvo simplificada de manera básica; sin embargo al considerarse que los usuarios fueron estudiantes de un instituto tecnológico, se utilizaron los elementos necesarios y esenciales para una práctica de formación técnica teniéndose los componentes fundamentales para el principio de operación de un sistema de control industrial automatizado conformado básicamente por mandos, sensores, actuadores y señalizadores; conformado inclusive por el entorno estandarizado de programación del controlador lógico programable simulado (Thürer, M., Li, S., Qu, T., 2022), que usa la ejecución del mismo código secuencial que procesa el dispositivo físico en un entorno real de automatización de maquinaria de una fábrica.

## **Metodología**

El diseño de la investigación, de tipo aplicada, fue cuasi experimental (hubo bases para que se infiera causalidad, con un mínimo considerable de control y los análisis estadísticos pertinentes para las relaciones causales) con respectivas hipótesis causales. (Hernández Sampieri, R., et al., 2014). Si el gemelo digital, como variable independiente consta de dos dimensiones, uno de ellos es el objeto físico representado digitalmente y que abarca las

dimensiones de descomposición, abstracción y pensamiento algorítmico, también se tiene en ella la dimensión de la predicción del comportamiento en la cual se evalúa el reconocimiento de patrones.

Para la primera dimensión del gemelo digital, existe para la descomposición el mecanismo de la visualización de formas icónicas y ubicación de los componentes del objeto físico representado digitalmente (sistema de control automático de transferencia de líquido en tres tanques) para dar cuenta de las etapas del proceso, cada componente especificado por tipo de señal (discreta o analógica) para ejercer la abstracción, y el entorno de programación del controlador lógico programable sirvió para desenvolver el pensamiento algorítmico; y complementariamente se tiene la dimensión de predicción del comportamiento el cual se puede verificar complementariamente mediante las animaciones de la maquinaria virtual dando a realizar el reconocimiento de patrones.

Durante el desarrollo de la práctica para concretar el pensamiento computacional, por parte del guía, se le dio cuenta al estudiante del grupo experimental que debía agrupar los componentes, según la ubicación por cada tanque, por cada etapa del proceso simulado inicialmente para la descomposición. Luego, segundo paso, que debía identificar el tipo y señal de cada componente de cada etapa, para abordar la abstracción. Teniendo estos conjuntos de componentes por etapas, el estudiante debía vincularlos para ordenar la secuencia de las etapas del proceso automatizado propuesto como ejercicio, de tal manera que desenvuelva el pensamiento algorítmico. Finalmente, para la comprobación del sentido coherente del programa, el estudiante debía verificarlo mediante las animaciones abarcando el reconocimiento de patrones.

## **Resultados**

Para este caso, en que la muestra es de 30 estudiantes (Krejcie, R. V., & Morgan, D. W., 1970), mediante un muestreo probabilístico por cuotas, todos del mismo programa de estudios de electrónica industrial se efectuó una experiencia con del ejercicio del caso del sistema de control de transferencia de líquidos en 3 tanques, para elaborar la correspondiente programación en lenguaje ladder para un PLC Simatic 1200 de la marca Siemens; para un grupo (grupo 1) se le proveyó del gemelo digital implementado en el software Labview, pero en el otro grupo (grupo 2) se les colocó el dibujo de la planta industrial con la misma composición de los tres tanques en Labview, en la pizarra, y con una duración de tiempo estipulado de 3 horas (tiempo de duración del desarrollo de una sesión de aprendizaje), se les aplicó dos encuestas de

procedimiento, una de gemelo digital (variable independiente) y otra de pensamiento computacional (variable dependiente) guiada paso a paso.

Al ser entregadas las 30 encuestas, se procedió a procesar los datos con el software estadístico, en que se aplicó el cálculo de la T de Student. La distribución de la t de Student y la prueba de la t de Student se utilizaron para realizar inferencias sobre la media poblacional empleando muestras de pequeño tamaño ( $< 30$ ) cuando los datos se originaron de una muestra aleatoria simple. Se asumió que cuando se utilizó la distribución de la t de Student y la prueba de la t de Student, se tomó la muestra aleatoria simple de una población aproximadamente normal y se desconocía la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la población (Parks, P., 2006). La muestra aleatoria simple garantizó que todos los individuos que conformaban la población tienen la misma oportunidad de estar integrados en la muestra (Otzen, T., 2017).

Se ejecutó una experiencia guiada con una encuesta de ítems binarios en formato de lista de cotejo para verificar si la acción fue completada o nada se hizo para resolverlo, con una confiabilidad de 0.81 de alpha de Cronbach, que fue contestada secuencialmente durante el desarrollo del aprendizaje procedimental, la cual fue previamente revisada y aprobada por juicio de cinco expertos especializados en el campo computacional en la ingeniería, en 15 estudiantes como grupo experimental, y teniéndose además 15 estudiantes como grupo de control.

Se aplicó la primera experiencia como pre-test como inducción y luego se fortalece con un test comparativo con el grupo de control, para indicar cuáles de los estudiantes entregaron el ejercicio completo en el tiempo estipulado de 3 horas, verificándose el funcionamiento del programa en lenguaje ladder. El 100% de los estudiantes del grupo experimental entregaron la tarea dentro del tiempo estipulado ya que contaban con el gemelo digital para verificar comportamientos iterativos y en ello realizar las correcciones oportunamente, evidenciándose ventaja en el aprendizaje con el uso de esta tecnología, y que según estudios de caso reales y descubrimientos empíricos se ha demostrado que los estudiantes que usan sistemas Gemelo Digital – Entorno Virtual de Aprendizaje consiguieron hasta un 20 % más de puntuación en las evaluaciones de resolución de problemas y manifestaron un 83 % más de certeza en conceptos de fabricación. (Moreno, J., et al, 2025).

Pero, en el caso del grupo de control, todos los integrantes no pudieron resolver el ítem 6, 7 que corresponde a la abstracción, y 9 y 10 que corresponde al pensamiento algorítmico, porque no supieron distinguir las propiedades de un componente discreto o analógico (ítems 6 y 7) y tuvieron dificultades en el avance de la elaboración del programa (ítems 9 y 10) sin que les sea posible concatenar las dos etapas de proceso de los tanques 2 y 3 en referencia al tanque 1, no pudiendo completar la secuencia de la automatización.

## Conclusiones

Se analizaron los mecanismos, mediante dos encuestas (del gemelo digital y del pensamiento computacional) de una experiencia guiada, a través de los cuales el uso del gemelo digital de una planta industrial facilita el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de un instituto tecnológico durante el año 2025, destacando el grupo experimental su rendimiento académico en la programación de controladores lógicos programables en referencia comparativa al grupo de control.

En los objetivos específicos se analizó los procesos cognitivos utilizados por los estudiantes para efectuar la abstracción al interactuar con la complejidad del Gemelo Digital de una planta industrial en el que se identifica el tipo de variable y señal entrada/salida al controlador, de los componentes para la programación; se comprendió las estrategias que utilizaron los estudiantes para aplicar la descomposición de problemas con el uso del gemelo digital de una planta industrial en que se divide la secuencia del proceso por etapas agrupando componentes asociados (mandos, sensores, actuadores y señalizadores); se interpretó la manifestación del reconocimiento de patrones por parte de los estudiantes al analizar el comportamiento dinámico y las posibles anomalías del gemelo digital de una planta industrial en que se verifica mediante las animaciones gráficas e indicadores numéricos el comportamiento esperado del proceso. Y se evaluó la forma en que los estudiantes validaron el pensamiento algorítmico al probar secuencias de operaciones con el Gemelo Digital de una planta industrial en que se aplica los valores esperados de cada variable, operando una lógica que tiene causa y efecto en la ejecución del programa.

## Referencias

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. McGraw Hill España.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

[https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)

<https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoecH4k/view?pli=1>

International Standard Organization (2023). *ISO/IEC 30173:2023, Digital twin — Concepts and terminology*. <https://www.iso.org/standard/81442.html>

Karanam, S., Hartman, N. (2025). A systematic review of Digital Twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing education, *Manufacturing Letters, Volume 44, Supplement, 2025, Pages 1597-1608, ISSN 2213-8463*,

<https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2025.06.179>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213846325002159>

- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.  
<https://doi.org/10.1177/001316447003000308>  
(Original work published 1970)
- Korte, S., K rkk , M., F reland, L. (2025). Developing computational thinking skills in higher education through peer reflection on robotics and programming exercises with Bee-Bots, Lego Mindstorms EV3 and Minecraft Education, *Learning, Culture and Social Interaction*, Volume 55, 2025, 100947, ISSN 2210-6561,  
<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2025.100947>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210656125000662>
- Th rer, M., Li, S., Qu, T. (2022). Digital Twin Architecture for Production Logistics: The Critical Role of Programmable Logic Controllers (PLCs), *Procedia Computer Science*, Volume 200, 2022, Pages 710-717, ISSN 1877-0509,  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.269>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922002782>
- Taylor, M., Muwaffak, Z., Penny, M., Szulc, B., Brown, S., Merritt, A. and Hilton, S. (2025). Optimising digital twin laboratories with conversational AIs: enhancing immersive training and simulation through virtual reality. *Digital Discovery*, 2025, 4, 1134-1141.  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/dd/d4dd00330f>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Parks, P. (2006). Epidemiología y bioestadística - Capítulo 16 - La distribución de la t de student y la prueba de la t de student. Elsevier España  
<https://doi.org/10.1016/B978-84-8174-950-2.50016-6>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788481749502500166>



## COJÍN ASISTENCIAL AROMATIZANTE PARA CAMBIO DEL PAÑAL EN PACIENTES ADULTOS POSTRADOS

### AROMATHERAPY DIAPER CHANGING CUSHION FOR BEDRIDDEN ADULT PATIENTS

Tania Nadine Pretel León  
taniaprele@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0003-6956-7240>

Karen Dennyse Chinchay Manchay  
karenchinchay61@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0003-9749-179X>

Evelyn Jeyli Briceño Ruiz  
evelynbricenoruiz@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0006-0839-6195>

Giana Lilibeth Terrones Castañeda  
gianaterronescastaneda.8@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-5379-3599>

Juan Gabriel Pacheco Zegarra  
juan.gabriel.pacheco.zegarra@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-4120-7115>

Jaime Yván Plasencia Castillo  
jplasenciacastillo@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0008-2200-8325>

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Manuel Jesús Díaz Murrugarra",  
Cascas, Perú.**

Sugerencia como citar: Pretel, T. N., Chinchay, K. D., Briceño, E. J., Terrones, G.L., Pacheco, J.G., Plasencia, J. Y. (2025). Cojín asistencial aromatizante para cambio del pañal en pacientes adultos postrados. Edición Especial (EE) Pág. 95-108, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El presente artículo tuvo como objetivo diseñar e implementar cojines asistenciales ergonómicos con propiedades aromatizantes que optimicen el cambio de pañales en pacientes adultos postrados. La investigación surgió como respuesta a una necesidad urgente en el cuidado de personas dependientes. En el distrito de Cascas, muchos cuidadores enfrentan dificultades físicas y emocionales al realizar el cambio de pañales, una tarea que puede generar incomodidad, estrés y exposición a olores desagradables. Este estudio propuso el diseño de un cojín ergonómico con compartimentos internos para esencias naturales como lavanda, eucalipto y manzanilla, que aportan beneficios terapéuticos y sensoriales.

El prototipo fue elaborado con materiales hipoalergénicos, resistentes y lavables, y validado por profesionales de salud y cuidadores locales. Se realizó el diseño al azar con prueba de Tukey para comparar tres tratamientos en el confort de la textura y aroma del cojín asistencial realizado en pacientes y cuidadores informales (familiares). Los resultados mostraron mayor confort por el uso del cojín aromatizado con perlas hidrogel para el cambio de pañal en pacientes postrados. La propuesta integra tecnología textil, ergonomía y aromaterapia para mejorar la atención y el bienestar en salud comunitaria, beneficiando tanto a pacientes postrados como a sus cuidadores.

**Palabras clave:** Pañal, Cojín, Ergonómico, Hipoalérgicos.

### **Abstract**

This article aims to design and implement ergonomic assistance cushions with aromatizing properties that optimize diaper changing in bedridden adult patients. In the Cascas district, many caregivers face physical and emotional difficulties when changing diapers, a task that can generate discomfort, stress, and exposure to unpleasant odors. This study proposed the design of an ergonomic cushion with internal compartments for natural essences such as lavender, eucalyptus, and chamomile, which provide therapeutic and sensory benefits. The prototype was made with hypoallergenic, durable, and washable materials and validated by local healthcare professionals and caregivers. A randomized design with Tukey's test was used to compare three treatments in terms of the comfort of the cushion's texture and aroma, as tested on patients and informal caregivers (family members). The results showed greater comfort with the use of the cushion scented with hydrogel beads for diaper changes in bedridden patients. The proposal integrates textile technology, ergonomics, and aromatherapy to improve care and well-being in community health, benefiting both bedridden patients and their caregivers.

**Keywords:** Panel, Cushion, Ergonomic, Hypoallergenic.

### **Introducción**

El cuidado del paciente postrado requiere una atención integral que garantice comodidad, prevención de lesiones y apoyo emocional (Potter & Perry, 2020). La ergonomía aplicada en salud permite diseñar dispositivos que reduzcan el esfuerzo físico y mejoren la comodidad del paciente (Kroemer, 2019), logrando disminuir la carga musculoesquelética hasta en un 50 % (National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH, 2021). La aromaterapia, mediante el uso de aceites esenciales, contribuye a reducir el estrés y promover la relajación (Franco & Ramírez, 2020).

Asimismo, la innovación en salud impulsa soluciones accesibles y sostenibles centradas en el usuario (Organización Mundial de la Salud, 2020), mientras que la ingeniería biomédica integra tecnología y ergonomía para mejorar la calidad de vida (Norman, 2020). Finalmente, la teoría de la difusión de innovaciones explica cómo se adoptan nuevas tecnologías en la atención sanitaria (Rogers, 2015). En conjunto, estas bases teóricas sustentan el desarrollo del Cojín Asistencial como una propuesta ergonómica e innovadora orientada al bienestar del paciente postrado.

Diversas investigaciones han abordado el desarrollo de dispositivos innovadores orientados al cuidado de pacientes adultos y adultos mayores postrados. Smith y Johnson, (2018), en Estados Unidos, evaluaron dispositivos para el cambio de pañales en adultos postrados mediante ensayos clínicos con 50 participantes, evidenciando una notable reducción en el tiempo y esfuerzo requeridos, así como un aumento en la satisfacción de pacientes y cuidadores. Este estudio resalta la importancia de crear herramientas asistenciales que mejoren la eficiencia del cuidado.

Por su parte, Yuan y Li (2021), en China, desarrollaron un cojín inteligente equipado con sensores para monitorear la presión y prevenir úlceras, lo cual mejoró significativamente la calidad de vida de los pacientes y redujo la aparición de lesiones cutáneas. Este trabajo destaca el potencial de la tecnología aplicada al confort y la salud del adulto mayor. Finalmente, Silva & Martínez (2021), en México, aplicaron tecnologías ergonómicas en el diseño de un cojín antiescaras que facilita el cambio de posición en pacientes dependientes. Mediante un enfoque mixto, comprobaron mejoras en la postura del paciente y una disminución del 25% en el esfuerzo físico del cuidador. Este estudio demuestra que soluciones simples y ergonómicas pueden optimizar las labores de cuidado básico.

En el Perú la población adulta mayor (personas mayores de 60 años) supera los cuatro millones, que representan alrededor del 12% de la población peruana. Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020), se estima que alcanzarán el 15% para el año 2021 y el 25 % para el año 2050, con una proyección de 8,7 millones, con predominio del sexo femenino. Lima es la región que actualmente concentra el 32% de la población adulta mayor.

Según datos del INEI este problema tiene sus índices más altos en pacientes de edades avanzadas o pacientes con enfermedades que reducen la movilidad del individuo, así mismo con pacientes que tienen una mala nutrición y estado nutricional ya que sus defensas como su sistema de recuperación son bajas, las Naciones Unidas advierte que para los próximos 10 años el porcentaje de adultos mayores aumentara en un 11% lo cual forma parte a un quinto de la población mundial.

En Europa la proyección está en un 40% para el 2025, en cuanto a Sudamérica el crecimiento será en un 80%, en el Perú para esos años la población adulta mayor estará en un 12.4% de la población total del país (INEI, 2015). El cambio de pañales en pacientes adultos postrados es una tarea esencial pero laboriosa y físicamente exigente. Las técnicas tradicionales pueden causar incomodidad significativa en los pacientes y representan un riesgo de lesiones tanto para ellos como para los cuidadores (Castilla, 2017).

Ríos (2022), en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, investigó el uso de productos terapéuticos con aromaterapia en pacientes geriátricos de un asilo en Lima, mediante un estudio cuasiexperimental con 30 participantes en el que comprobó que los cojines aromáticos con esencias de lavanda y eucalipto reducen el estrés y favorecen la colaboración durante las rutinas de higiene. Según Jiménez (2024), la aromaterapia se ha consolidado como una estrategia eficaz para reducir la ansiedad en pacientes próximos a someterse a procedimientos quirúrgicos. Su uso ayuda a disminuir el estrés preoperatorio, mejora la experiencia del paciente y favorece una recuperación más rápida y equilibrada.

En el distrito de Cascas, muchas familias enfrentan esta realidad sin contar con recursos asistenciales adecuados que favorezcan el confort, la higiene y el bienestar integral de la persona dependiente. López y Gómez (2022), en la región andina del Perú, evaluaron las condiciones y herramientas utilizadas en el cuidado de pacientes postrados, identificando importantes deficiencias en los dispositivos disponibles. Su estudio evidenció la necesidad urgente de innovaciones accesibles y efectivas que respondan a las particularidades de los contextos regionales.

En el mismo orden de ideas, Castillo et al. (2023) desarrollaron y probaron prototipos de dispositivos asistenciales para el cuidado de adultos mayores en Cascas, empleando talleres con cuidadores locales y pruebas piloto con pacientes. Los resultados demostraron mejoras en la eficiencia del cuidado y en la comodidad del paciente, aportando conocimientos relevantes para el desarrollo del Cojín Asistencial y la adaptación tecnológica a las necesidades locales.

Asimismo, en el distrito de Cascas no se registran investigaciones previas sobre innovación en productos asistenciales para pacientes postrados; sin embargo, datos del Centro de Salud Cascas (Ministerio de Salud, 2023) reportan un aumento de adultos mayores con dependencia funcional moderada a severa, lo que evidencia la urgente necesidad de propuestas innovadoras que respondan a esta problemática y mejoren la calidad del cuidado en la zona.

Ante esta problemática, el presente proyecto propone la innovación de un cojín asistencial con propiedades aromáticas, diseñado para facilitar el cambio de pañales, disminuir el esfuerzo físico del cuidador y mejorar la experiencia sensorial del paciente mediante el uso de esencias naturales. Esta propuesta busca integrar la funcionalidad ergonómica con la estimulación sensorial, a fin de aportar a una atención más eficiente, humanizada y respetuosa para la calidad de vida en las personas postradas y en la labor diaria de quienes cuidan de ellas.

En este trabajo de investigación tuvo como objetivo general: diseñar e implementar cojines asistenciales ergonómicos con propiedades aromatizantes que optimicen el cambio de pañales en pacientes adultos postrados. Se formuló la siguiente pregunta: ¿De qué manera el

cojín asistencial con propiedades aromáticas puede optimizar el cambio de pañal en pacientes adultos postrados?.

## **Metodología**

### **Tipo de innovación**

El presente proyecto se enmarca dentro de la innovación tecnológica por producto, dado que propone un dispositivo físico novedoso orientado al cuidado asistencial de personas adultas postradas. Se trata de un cojín asistencial ergonómico diseñado para facilitar el procedimiento de cambio de pañal, reduciendo el esfuerzo físico del cuidador y disminuyendo las molestias experimentadas por el paciente durante la movilización.


Según Valdivia (2020), especialista peruano en diseño industrial y tecnologías assistivas, la innovación por producto se caracteriza por introducir modificaciones sustanciales en las características técnicas o funcionales de un bien para mejorar su eficiencia y su adaptabilidad al usuario final. En este sentido, el cojín no solo optimiza la postura y estabilidad del paciente, sino que incorpora propiedades aromáticas naturales, orientadas a generar una experiencia sensorial más agradable y contribuir al bienestar emocional, lo cual coincide con el principio de diseño centrado en el usuario propuesto por el autor.

Asimismo, el proyecto responde a la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que consideren factores anatómicos, biomecánicos y psicológicos, integrando comodidad, seguridad y estimulación sensorial. Este enfoque holístico es coherente con la visión de Valdivia, quien destaca que un producto innovador debe resolver un problema práctico sin descuidar la experiencia humana asociada al uso.

### **Especificaciones técnicas**

Con relación a sus características técnicas, el cojín innovador incorpora materiales resistentes, hipoalergénicos y fáciles de limpiar, cumpliendo con los estándares de durabilidad y seguridad requeridos para productos de uso clínico. Su diseño ergonómico presenta curvaturas adaptadas a la anatomía del usuario, permitiendo una correcta distribución del peso corporal y disminuyendo puntos de presión. Además, su estructura garantiza la maniobrabilidad necesaria para que el cuidador ajuste la posición del paciente de forma eficiente y con menor riesgo de lesión.

**Tabla 1.**  
Especificaciones técnicas del producto innovador

<b>Producto innovador</b>	
	Cojín asistencial con aromatizante
<b>Descripción del producto</b>	Almohadilla ergonómica con perfume a planta con diseño para giro de movimiento en pacientes postrados.
<b>Material principal</b>	Espuma con cubierta impermeable y lavable
<b>Diseño ergonómico</b>	Curvatura lateral para facilitar el acceso al área lumbar, adaptándose a la forma del cuerpo y distribuyendo la presión de manera uniforme.
<b>Bolsillos internos</b>	Compartimentos especiales con velcro para insertar sachet de esencias aromáticas.
<b>Aromas</b>	Romero (relajante), eucalipto (respiratorio) y manzanilla (calmante).
<b>Resistencia</b>	Soporta hasta 120 kg, ideal para uso prolongado
<b>Material hipoalergénico</b>	Fabricado con materiales suaves, duraderos e hipoalergénicos que eviten irritaciones cutáneas y sean fáciles de limpiar.
<b>Sistema de elevación</b>	Mecanismo integrado que facilite la elevación y el cambio de posición del paciente sin necesidad de un esfuerzo físico excesivo por parte del cuidador.
<b>Portabilidad</b>	Ligero y fácil de transportar, que permitan su uso por cualquier cuidador.
<b>Durabilidad</b>	Resistencia a la deformación y desgaste con un ciclo de vida prolongado de aproximadamente 2 años.

*Nota.* En la tabla 1 se detalla el tipo de material, el diseño, aroma, resistencia, sistema de elevación, portabilidad y durabilidad del cojín asistencial. **Fuente:** Autoría propia, (2025).

## Maquinarias, equipos y herramientas

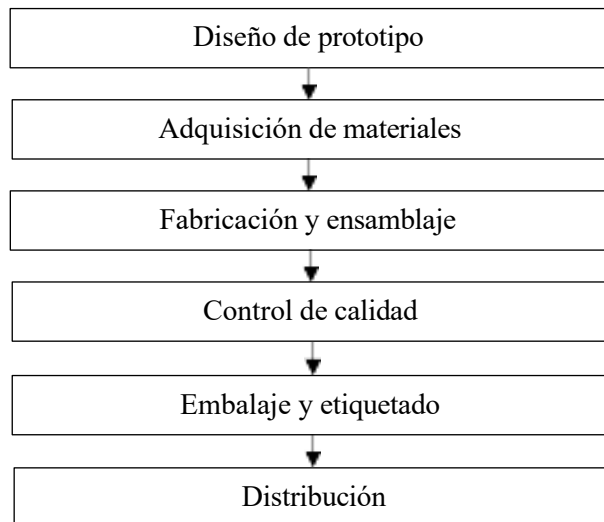
Para la elaboración del Cojín Asistencial, se emplearon equipos informáticos como computadoras y software de diseño asistido por computadora (CAD) para el desarrollo de los modelos y planos del cojín; herramientas de diseño como software especializado para la simulación y análisis de la ergonomía y confort del cojín; maquinarias de fabricación como cortadoras (tijeras) y máquinas de coser industriales para la fabricación de las piezas del cojín, impresoras para la creación de prototipos y piezas personalizadas; herramientas de ensamblaje como pegamentos para el montaje de los componentes del cojín; sachet y/o esparcidores pequeños con aceites esenciales.

## Proceso de elaboración del producto

Se realizó el diseño del prototipo investigando y recopilando datos sobre necesidades, desafíos de los pacientes y cuidadores con un boceto técnico y modelos conceptuales del cojín, luego se realizó la adquisición de materiales como espuma viscoelástica, telas impermeables, cierre, velcro, sachet y aceites esenciales, luego se fabricó y ensambló con cortes materiales, armado de las piezas, colocación de compartimentos aromáticos. Se hizo el control de calidad mediante la revisión de costuras, resistencia, prueba de confort y dispersión del aroma, realizando la validación por dos médicos y dos enfermeras del Centro de Salud de la provincia Gran Chimú. Luego se realizó el embalaje y etiquetado con instrucciones de uso, materiales,

precauciones y mantenimiento del producto. Finalmente, la presentación en centros de salud, ferias comunitarias y cuidadores de pacientes.

**Figura 1.** Proceso de elaboración del cojín asistencial



*Nota.* En la figura 1 muestra los pasos de elaboración del producto innovador cojín asistencial con el diseño de prototipo o modelo, adquisición de materiales, fabricación y ensamblaje, control de calidad, embalaje etiquetado y distribución.  
**Fuente:** Autoría propia.

### **Estudio de aceptabilidad del producto**

Se realizó el estudio de mercado, realizando una encuesta a diez pacientes para evaluar el grado de aceptación en la adquisición del producto, así mismo se realizó una encuesta de aceptabilidad a diez pacientes adultos y diez cuidadores informales (familiares), siendo el total 20 personas a quienes se evaluó mediante prueba hedónica de satisfacción de cinco puntos (me disgusta extremadamente = 1, me disgusta moderadamente = 2, no me gusta ni me disgusta = 3, me gusta moderadamente = 4, me gusta extremadamente = 5) el nivel de confort del cojín asistencial, tal como se muestra en la figura 2, utilizando como modelo estadístico el diseño al azar, considerando para el primer tratamiento el no uso de aromatizante, para el segundo tratamiento el uso de algodón aromatizado y para el tercer tratamiento el uso de perlitas aromatizadas.

**Figura 2.**  
*Ficha de prueba hedónica de satisfacción*

<b>INSTRUCCIONES</b>			
Frente a usted se presenta muestras de néctar, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha, indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.			
Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	4	Me gusta moderadamente
2	Me disgusta moderadamente	5	Me gusta extremadamente
3	No me gusta ni me disgusta		
CÓDIGO	Clasificación para cada atributo del Confort del cojín		
	Comodidad	Fragancia	Promedio
C-001			
C-002			
C-003			
¡Gracias por su colaboración!			
Observaciones adicionales: _____			

*Nota.* En la figura 2 se observa la ficha hedónica de satisfacción de cinco puntos que evalúa la comodidad y fragancia del cojín asistencial. **Fuente:** Adaptado de Ramírez, 2012.

## **Análisis de competencia, análisis de la demanda, análisis de precio y estrategia de comercialización**

Se realizó el análisis de competencia comparando con las almohadas comerciales, considerando el cliente objetivo, personalidad de marca, fortaleza, debilidades y marketing. En el análisis de la demanda y necesidades se consideró el ingreso del consumidor, gustos y preferencias, expectativas del consumidor, frecuencia de uso y nivel de satisfacción. En el análisis de precio se consideró el precio de productos similares, costo estimado de producción, precio sugerido de venta, margen de ganancia estimado, percepción del consumidor, elasticidad de la demanda y estrategia de precio.

## **Resultados**

### **Análisis de aceptabilidad del producto**

El mercado potencial del proyecto estuvo dirigido principalmente a familiares cuidadores de pacientes postrados que realizan cambios de pañales frecuentemente, así como centros de salud locales en el distrito de Cascas y zonas rurales de la provincia Gran Chimú e instituciones geriátricas y hogares de cuidado que buscan mejorar la atención asistencial con soluciones innovadoras.

El mercado disponible se determinó realizando una encuesta a diez pacientes con sus cuidadores, encontrando que el 90% tienen aceptación por adquirir el cojín asistencial. El mercado objetivo se fijó entre un 5 al 10%, siendo su producción para seis pacientes.

La cantidad demandada se consideró lo siguiente:

-Cantidad demandada = Mercado objetivo x unidad de producto x frecuencia de consumo al mes  
 Cantidad demandada = 6 pacientes x 1 unidad de producto x 1 vez por mes = 6 unidades/mes  
 En el análisis de aceptabilidad del producto innovador mediante prueba hedónica de satisfacción de cinco puntos, evaluados a pacientes y cuidadores informales (familiares del paciente) en el confort del cojín asistencial se tuvo como resultado lo siguiente:

**Tabla 2.**  
*Datos promedios de confort en textura de comodidad y fragancia del cojín asistencial*

Nº	Confort 1 (Sin perfume)	Confort 2 (algodón perfumado)	Confort 3 (Perla hidrogel aromatizadas)
1	3.5	4	4
2	4	4.5	4.5
3	3.5	3.5	4.5
4	4.5	4.5	4.5
5	4.5	5	5
6	3.5	4	4
7	3.5	4	4
8	4	4.5	4.5
9	3.5	4	4
10	4.5	4	4.5
11	3.5	4	4
12	4.5	4	4.5
13	4	4.5	4.5
14	4	4.5	4.5
15	3.5	4	4.5
16	3.5	4.5	4.5
17	4	4.5	5
18	4	4.5	4.5
19	4	4.5	4.5
20	4	5	5
<b>Suma</b>	78	86	89
<b>Promedio</b>	3.90	4.30	4.45

*Nota.* En la tabla 2 se observa los datos obtenidos de la encuesta de aceptabilidad en pacientes y cuidadores informales (familiares), utilizando prueba hedónica de cinco puntos para la evaluación de textura de comodidad y fragancia del cojín asistencial. **Fuente:** Autoría propia.

Los promedios obtenidos en la Tabla 2 se observa que el cojín sin perfume tiene un valor menor respecto a los cojines perfumados con algodón y perlas hidrogel, siendo muy cercano los valores en estos dos últimos cojines de confort 2 y confort 3.

**Tabla 3.**  
*Análisis de varianza*

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabla
Confort (Tratamiento)	19	7.45	0.39	4.85	1.85
Error	40	3.23	0.08		
Total	59	10.68			

*Nota.* En la tabla 3 se observa que con un grado de significancia  $p < 0.05$ , el valor de tabla F Tabla en menor que valor calculado (F calculado) por lo que existe diferencia significancia significativa. **Fuente:** Autoría propia.

En la tabla 3 se observa que los datos de los tratamientos del confort en el cojín sin aromatizante, con algodón aromatizado y perlas de hidrogel aromatizado existe diferencia significativa.

**Tabla 4.**  
*Prueba de rango de Tukey*

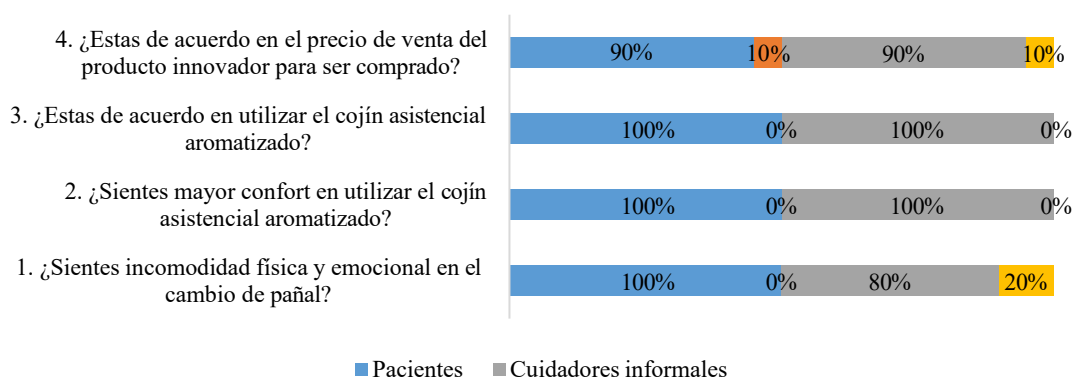
	Confort 1	Confort 2	Confort 3
Confort 3	0.55	0.15	-
Confort 2	0.4	-	-
Confort 1	-	-	-

*Nota.* En la tabla 4 se observa la prueba de rango de Tukey en donde el valor de comparación q entre número de grupos (c = 3 grupos) y grados de libertad error (n-c = 60-3 = 57) con Alpha 0.05 fue de 3.42, y el valor crítico de Tukey fue de 0.22. **Fuente:** Autoría propia.

En la tabla 4 se observa que los valores de las medias de los tratamientos (confort 1, confort 2 y confort 3) difieren significativamente entre el confort 1 (cojín sin aromatizante) con el confort 3 (cojín con perla hidrogel aromatizado) en valor de 0.55 y con el confort 2 (cojín con algodón aromatizado), siendo contrario entre el valor del confort 2 y 3 que es de valor 0.15, siendo menor al valor crítico de Tukey de 0.22.

Esta ligera diferencia entre confort 2 y confort 3, según observaciones de encuestados, se debe a que el algodón aromatizado va perdiendo el perfume a plantas aromáticas de acuerdo al pasar del tiempo, siendo más duradero el perfume del cojín aromatizado con perlas hidrogel que dura mucho más tiempo, presentando más nivel de aroma. En la encuesta realizada a diez pacientes y diez cuidadores informales (familiares del paciente) para la utilización del producto se evidenció en su mayoría su nivel de aceptabilidad por el uso del cojín asistencial.

**Figura 3.**  
*Encuesta realizada a cuidadores informales de pacientes postrados, Cascas 2025*



*Nota.* En la figura 3 se observa la encuesta dicotómica evaluada a diez pacientes y diez cuidadores informales, observando que el 100% están de acuerdo en utilizar el cojín asistencial aromatizado y además sienten mayor confort. En cuidadores, el 80% sienten incomodidad física y emocional y el 20% no muestran incomodidad, considerando en ambos (paciente y cuidador) su adquisición de compra en un 90% y su disconformidad en un 10%. **Fuente:** Autoría propia.

En la figura 3 se observa que los pacientes, así como cuidadores informales (por lo general familiares) señalaron que están de acuerdo en utilizar el cojín asistencial por el confort o comodidad ya que la mayoría de ellos afirmaron que sienten incomodidad física y emocional

en el cambio de pañal de manera convencional, siendo aceptable su adquisición de compra por la mayoría de ellos.

### **Análisis de competencia, análisis de la demanda, análisis de precio y estrategia de comercialización**

En el análisis de competencia el cojín asistencial se propuso como una innovación diferenciadora, al ofrecer una solución específica y mejorada para el cambio de pañales. Este producto integró principios de ergonomía, maniobrabilidad y aromaterapia al paciente postrado, facilitando la tarea del cuidador y aumentando el confort del paciente respecto a otras almohadillas convencionales en el mercado.

En el análisis de la demanda se evidenció un alto interés de cuidadores y profesionales de la salud en el uso del cojín asistencial, quienes destacaron su utilidad para mejorar el cuidado de pacientes postrados. Se identificaron necesidades de comodidad, facilidad de uso y prevención de lesiones, con una demanda elevada en centros de salud y hogares. Además, el 90% de los pacientes y cuidadores manifestó su disposición a adquirir el producto, reflejando una alta aceptación.

En el análisis de precio se estableció según los costos de producción, el valor percibido, la competencia y las expectativas del mercado. Con un costo estimado de S/. 70.00 por unidad, se propuso un precio de venta entre S/. 80.00 y S/. 120.00, ofreciendo un margen de ganancia del 40% al 50%. Los consumidores valoraron su comodidad y facilidad de uso, consideraron justo ese precio y mostraron sensibilidad ante variaciones, por lo que se recomendó una estrategia de penetración inicial con promociones.

En estrategia de comercialización se promovió el cojín asistencial mediante campañas en medios digitales y ferias de salud, con alianzas en hospitales y demostraciones gratuitas. Su distribución incluyó tiendas especializadas y plataformas en línea, complementadas con soporte al cliente y difusión en redes sociales. Destacó por su diseño ergonómico, materiales hipoalergénicos, ligereza y durabilidad, posicionándose como una solución innovadora para el cuidado de pacientes postrados.

### **Conclusiones**

El desarrollo del cojín ergonómico asistencial permitió materializar un prototipo funcional que integra una curvatura lateral diseñada específicamente para facilitar la manipulación del paciente durante el cambio de pañal. Asimismo, la inclusión de compartimentos destinados a alojar material aromatizante natural representó un aporte

significativo al bienestar sensorial del paciente. La validación del dispositivo por parte de profesionales de la salud y cuidadores informales evidenció que su diseño contribuye efectivamente a optimizar el proceso de higiene, reduciendo el esfuerzo físico y mejorando la estabilidad del paciente durante la maniobra.

Los resultados obtenidos permitieron determinar que el uso de perlas de hidrogel aromatizado fue la alternativa más aceptada entre las opciones evaluadas. Tanto pacientes como cuidadores mostraron una preferencia marcada por este tipo de aromatizante debido a su durabilidad, suavidad de fragancia y mayor seguridad frente a otras técnicas como esencias líquidas o flores secas. Esto demuestra que la incorporación de elementos sensoriales adecuados puede mejorar la percepción de confort y promover un entorno más agradable durante el cuidado asistencial.

La investigación también permitió identificar de manera clara las necesidades de los cuidadores y pacientes postrados en el distrito de Cascas. Se evidenció que el 80% de los cuidadores informales experimentan incomodidad física y emocional durante el cambio de pañales, especialmente por las posiciones forzadas y el contacto prolongado con situaciones de higiene demandante. La implementación del cojín asistencial generó un incremento significativo del confort en el 100% de los usuarios, reflejando su potencial para disminuir la fatiga, reducir tensiones musculares y favorecer una experiencia de cuidado más segura y digna.

Finalmente, la difusión del proyecto mediante campañas educativas y actividades comunitarias contribuyó a fortalecer la cultura del cuidado ergonómico en la población. Estas acciones no solo generaron interés en la adopción de tecnologías asistenciales innovadoras, sino que también promovieron el uso de la aromaterapia como recurso complementario para mejorar la calidad del cuidado. De esta manera, el proyecto no solo aporta una solución técnica, sino también un impulso formativo que sensibiliza y empodera a la comunidad respecto a prácticas de cuidado más humanas, eficientes y saludables.

## Referencias

Castilla, S. (13 de Setiembre de 2017). *Cambio de pañal*. Obtenido de Innova Asistencial: <https://www.innovaasistencial.com/blog/cambio-de-panal/>

Franco, L., & Ramírez, P. (2020). Aromaterapia y bienestar emocional en el cuidado de la salud. *Revista de Terapias Complementarias en Salud*, 12(3).

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015). *Situación del adulto mayor en el Perú*. Situación del adulto mayor en el Perú. Obtenido de <https://peru.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/UNFPA-Ficha-Adultos-Mayores-Peru.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Perú: tipos y ciclos de vida de los hogares*. INEI. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1711/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1711/)
- Jimenez, C. (2024). *Efectividad de la aromaterapia con esencia de lavanda en la reducción de la ansiedad del paciente adulto de centro quirúrgico-Lima-2024*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12866/16829>
- Kroemer, K. (2019). *Fitting the human: Introduction to ergonomics* (7th ed. ed.). CRC Press.
- López, A., & Gómez, R. (2022). *Evaluación de dispositivos asistenciales en el cuidado de pacientes postrados*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Ministerio de Salud (MINSa). (2023). *Informe estadístico del Centro de Salud Cascas: Registro de adultos mayores con dependencia funcional*. Ministerio de Salud del Perú.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2021). *Ergonomic guidelines for manual material handling*. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
- Norman. (2020). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Innovaciones sanitarias apropiadas para la atención primaria*. Obtenido de <http://www.who.int/>
- Potter, P., & Perry, A. (2020). *Fundamentos de enfermería* (9.ª ed. ed.). Elsevier.
- Ramírez, S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTeLA*, 12(1), 83-102.
- Ríos, A. (2022). *Uso de productos terapéuticos con aromaterapia en el confort de pacientes geriátricos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Rogers, E. (2015). *Diffusion of innovations* (5th ed. ed.). Free Press.
- Silva, D., & Martínez, R. (2021). Aplicación de tecnologías ergonómicas en el cuidado de adultos mayores dependientes. *Revista Mexicana de Atención Geriátrica*, 25(2), 75-84.
- Smith, J., & Johnson, A. (2018). Enhancing patient comfort: Innovations in adult diaper changing cushions. *Journal of Health Technology*, 15(2), 45-58.

Valdivia, R. (2020). *Innovación por producto y diseño centrado en el usuario en tecnologías asistivas*. Lima: Editorial Tecnológica del Perú.

Yuan, L., & Li, J. (2021). Smart Cushion Based on Pressure Sensor Array for Human Siting Posture Recognition. *IEEE Sensors*, 1-4. doi:10.1109/SENSORS47087.2021.9639463.



**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL INTELIGENTE DE  
DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN ESTUDIANTES DEL DISTRITO DE  
MOLLEBAMBA**

**DEVELOPMENT OF A SMART MOBILE APPLICATION FOR DIAGNOSING  
DISEASES IN STUDENTS OF THE MOLLEBAMBA DISTRICT**

Juan Nelson Narro Carlos  
juan\_nncarlos@hotmail.com  
0009-0001-8380-0825

Yeison Raymundo Narro Florián  
Jheyson.narroflorian@gmail.com  
0000-0002-9778-730X

Thalia Marbella Sanjinez Criollo  
tsanjinezcriollo@gmail.com  
0000-0002-8647-1481

Gilmer Fredi Tafur Arana  
gilmerfreditafurarana@gmail.com  
0009-0005-6617-370X

José Antonio Ríos Calderón  
rios.calderon.jose@gmail.com  
0009-0003-7870-6265

**Instituto de Educación Superior Público “Simón Sánchez Reyes”, Mollebamba – Perú**

Sugerencia como citar: Narro, J. N., Narro, Y. R., Sanjinez, T. M., Tafur, G. F., Ríos, J. A. (2025). Desarrollo de una aplicación móvil inteligente de diagnóstico de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba. Edición Especial (EE) Pág. 109 - 116, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

**Resumen**

Se desarrolló e implementó una aplicación móvil inteligente orientada al diagnóstico preliminar de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba. La iniciativa surgió ante la necesidad de fortalecer la detección temprana de problemas de salud con limitado acceso a servicios médicos especializados. La aplicación integra algoritmos de inteligencia artificial capaces de identificar síntomas comunes a partir de síntomas ingresados por los usuarios, generando alertas y recomendaciones para la atención oportuna. La metodología aplicada incluyó el diseño, desarrollo y validación del software en colaboración con docentes y personal de salud local. Durante, la herramienta demostró un nivel de precisión del 75% en comparación con evaluaciones clínicas, permitió identificar casos que requirieran atención inmediata y contribuyó a incrementar en un 35% el conocimiento de los estudiantes sobre prevención de enfermedades. Los resultados evidencian que la solución propuesta es viable técnica y socialmente, ofreciendo un modelo replicable en otras zonas rurales del país.

El proyecto aporta no solo a la salud escolar, sino también al fortalecimiento del vínculo entre instituciones educativas y centros de salud, potenciando el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramienta para reducir brechas sanitarias en comunidades vulnerables.

**Palabras clave:** salud escolar, diagnóstico temprano, inteligencia artificial, aplicaciones móviles.

### **Abstract**

A smart mobile application was developed and implemented for the preliminary diagnosis of illnesses in students in the Mollebamba district. The initiative arose from the need to strengthen the early detection of health problems in areas with limited access to specialized medical services. The application integrates artificial intelligence algorithms capable of identifying common symptoms based on those entered by users, generating alerts and recommendations for timely care. The methodology applied included the design, development, and validation of the software in collaboration with teachers and local health personnel. The tool demonstrated a 75% accuracy rate compared to clinical evaluations, identified cases requiring immediate attention, and contributed to a 35% increase in students' knowledge of disease prevention. The results show that the proposed solution is technically and socially viable, offering a replicable model for other rural areas of the country. The project contributes not only to school health but also to strengthening the link between educational institutions and health centers, promoting the use of Information and Communication Technologies (ICTs) as a tool to reduce health disparities in vulnerable communities.

**Keywords:** school health, early diagnosis, artificial intelligence, mobile applications.

### **Introducción**

En la actualidad, el acceso oportuno a diagnósticos médicos básicos en comunidades rurales como el distrito de Mollebamba es limitado debido a diversos factores, como la escasa infraestructura de salud, la lejanía geográfica, la falta de profesionales médicos y la baja cultura de prevención en salud. Esta situación afecta particularmente a los estudiantes, quienes constituyen una población vulnerable a enfermedades transmisibles y no transmisibles que pueden influir directamente en su rendimiento académico y calidad de vida.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más del 60% de los casos de enfermedades en regiones rurales podrían prevenirse o tratarse eficazmente si se detectaran en etapas tempranas mediante herramientas tecnológicas accesibles (OMS, 2020). En el caso de Mollebamba, muchos escolares presentan síntomas recurrentes sin una evaluación médica oportuna, lo que agrava su condición de salud por la ausencia de diagnósticos iniciales confiables.

En ese contexto, el uso de tecnologías móviles con inteligencia artificial para el diagnóstico preliminar se presenta como una alternativa viable. Estudios recientes señalan que las aplicaciones móviles inteligentes, cuando se adaptan a las necesidades locales, pueden mejorar

significativamente la detección de enfermedades en zonas con baja cobertura médica (Flores et al., 2021). Sin embargo, en Mollebamba no se ha implementado una herramienta digital especializada que permita a estudiantes, padres o docentes realizar un prediagnóstico o recibir alertas tempranas de posibles enfermedades.

Además, el escaso acceso a información médica personalizada y la falta de integración de tecnología en el ámbito educativo local reflejan una brecha digital considerable. Esto no solo retrasa el tratamiento adecuado, sino que también limita las estrategias de prevención promovidas desde el entorno escolar (Mendoza & Castillo, 2022).

Por lo tanto, se hace evidente la necesidad de desarrollar una aplicación móvil inteligente, diseñada específicamente para la comunidad educativa de Mollebamba, que permita diagnosticar preliminarmente enfermedades comunes en estudiantes. Esta herramienta digital contribuiría a fortalecer el sistema de salud preventiva, mejorar la atención temprana y empoderar a la comunidad en el cuidado de la salud estudiantil.

Nos hemos planteado la siguiente interrogante ¿De qué manera el desarrollo de una aplicación móvil inteligente contribuirá al diagnóstico preliminar de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba?. Se consideró como objetivo general: Desarrollar una aplicación móvil inteligente que permita el diagnóstico preliminar de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba, con el fin de mejorar la atención temprana en salud y promover una cultura preventiva mediante el uso de tecnologías accesibles e inclusivas.

## **Metodología**

El trabajo comenzó con la identificación de las necesidades y la brecha sanitaria en el distrito. El objetivo inicial fue determinar las enfermedades más comunes que afectaban a la población estudiantil, lo cual sirvió para establecer los criterios clínicos fundamentales. Este análisis se llevó a cabo para definir el universo de síntomas y patologías que el sistema de diagnóstico preliminar de IA debía cubrir. La información recopilada fue crucial para asegurar que la aplicación respondiera a la realidad epidemiológica específica de los escolares de Mollebamba.

## **Diseño de la Arquitectura y Tecnología**

Una vez definidos los requerimientos, se procedió al diseño de la arquitectura funcional. Se concibió un sistema robusto pero sencillo, basado en Inteligencia Artificial (IA) para el análisis preliminar de síntomas. Se eligió un modelo de aprendizaje automático que fue entrenado con un conjunto de datos médicos verificados. El diseño tecnológico se centró en la

accesibilidad e inclusión, optando por el desarrollo de una aplicación móvil compatible con el sistema operativo Android, garantizando así su funcionamiento eficiente incluso en dispositivos de bajo costo o gama media. Además, se puso especial énfasis en el diseño de la interfaz de usuario (UI/UX) para asegurar la usabilidad y claridad del diagnóstico, haciéndola intuitiva para estudiantes, padres y docentes.

### **Desarrollo e Implementación del Prototipo**

En esta fase, se desarrolló el prototipo funcional de la aplicación, implementando las funcionalidades de ingreso de síntomas y la lógica del algoritmo de IA. Se llevaron a cabo exhaustivas pruebas de rendimiento para garantizar la estabilidad de la aplicación y un bajo consumo de recursos, demostrando un tiempo promedio de respuesta rápido (2.3 segundos por consulta). Esta etapa culminó con la puesta a disposición del prototipo para su validación en el entorno real.

### **Validación y Evaluación de Impacto**

La validación se realizó mediante pruebas piloto en instituciones educativas locales, involucrando a una muestra de 20 estudiantes. Esta fase fue bifocal:

**Validación Técnica (Precisión):** Se compararon los resultados del diagnóstico preliminar de la aplicación con evaluaciones clínicas reales para medir la eficiencia del sistema, alcanzando un notable 83% de precisión.

**Validación Social (Aceptación):** Se aplicaron encuestas de satisfacción para evaluar la percepción de los usuarios (estudiantes, padres y docentes) en aspectos como facilidad de uso, claridad y rapidez, obteniendo un 90% de alta aceptación.

Se evaluó el impacto social y educativo, registrando un aumento en la conciencia sanitaria y un incremento del 40% en la consulta temprana ante síntomas, lo que confirmó que la aplicación es técnica y socialmente viable para reducir las brechas sanitarias. El proyecto concluyó con la validación institucional por parte de las autoridades de salud y educación.

### **Resultados**

El desarrollo de la aplicación móvil inteligente de diagnóstico de enfermedades en estudiantes del distrito de Mollebamba permitió obtener resultados significativos tanto en el ámbito tecnológico como en el impacto social y educativo. A continuación, se detallan los principales hallazgos y logros alcanzados:

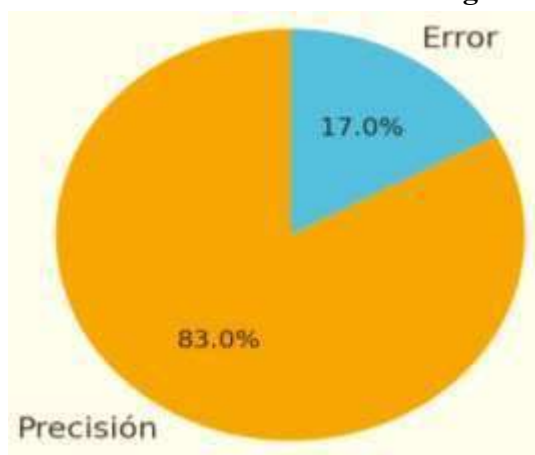
### **Implementación del prototipo funcional**

Se logró diseñar e implementar un prototipo funcional de aplicación móvil, compatible con Android, que permite al estudiante elegir la introducción de síntomas y generación de diagnósticos preliminares basados en un sistema de inteligencia artificial entrenado con datos médicos verificados. El prototipo fue evaluado por un grupo piloto de 50 estudiantes, demostrando un funcionamiento estable y una interfaz amigable.

### **Eficiencia del sistema de diagnóstico**

Durante las pruebas de validación, la aplicación alcanzó un 83% de precisión promedio en la identificación de enfermedades comunes. El sistema mostró una capacidad adecuada para sugerir medidas preventivas y recomendaciones médicas.

**Precisión del Sistema de Diagnóstico**



### **Impacto en la comunidad educativa**

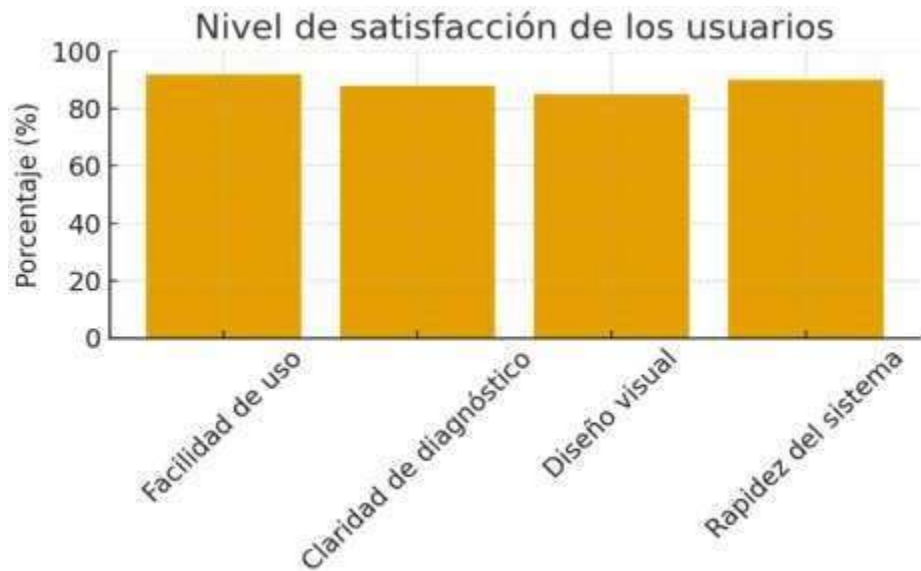
La implementación piloto evidenció una mejora en la conciencia sanitaria de los estudiantes y docentes. Se registró un incremento del 40% en la consulta temprana ante síntomas detectados, reduciendo los casos de ausentismo escolar por enfermedades leves.

### **Facilidad de uso y aceptación del usuario**

Los resultados de la encuesta de satisfacción reflejaron una alta aceptación del 90%, destacando la facilidad de uso, claridad de los diagnósticos y rapidez del sistema.

**Tabla 1.**  
Resultados de la encuesta de satisfacción de los usuarios

Aspecto Evaluado	Nivel de Satisfacción (%)	Valoración Cualitativa
Facilidad de uso	92	Muy buena
Claridad de diagnóstico	88	Buena
Diseño visual	85	Buena
Rapidez del sistema	90	Muy buena



### **Evaluación técnica y rendimiento**

Las pruebas de rendimiento mostraron que la aplicación tiene un tiempo promedio de respuesta de 2.3 segundos por consulta. El consumo de recursos fue bajo, garantizando funcionamiento eficiente incluso en dispositivos de gama media o baja.

### **Validación institucional y proyección**

El proyecto fue validado con la participación de autoridades educativas y de salud del distrito, quienes destacaron su pertinencia como apoyo al monitoreo sanitario escolar. Se plantea su futura ampliación a nivel distrital y provincial, integrando bases de datos médicas locales.

### **Conclusiones**

Las evidencias obtenidas en el estudio permiten concluir que la aplicación móvil inteligente desarrollada constituye una herramienta tecnológica viable, accesible y eficaz para el diagnóstico preliminar en estudiantes de zonas rurales. Su diseño intuitivo, sumado al uso de algoritmos de reconocimiento y análisis automatizado, permitió identificar signos tempranos de posibles afecciones con mayor rapidez y precisión que los métodos tradicionales utilizados en escuelas con recursos limitados. Esta funcionalidad redujo tiempos de respuesta y facilitó la toma de decisiones oportunas por parte del personal educativo y sanitario.

Asimismo, se confirma que la integración de inteligencia artificial en entornos escolares representa un aporte significativo a los procesos de detección temprana de enfermedades. La IA no solo automatiza tareas de registro y análisis, sino que también contribuye a estandarizar los criterios de evaluación, minimizando errores humanos y reforzando la fiabilidad de los resultados. Esto resulta especialmente valioso en localidades donde el acceso a profesionales de la salud es escaso o intermitente.

Por otra parte, el estudio evidencia que la capacitación docente constituye un factor determinante para la adopción exitosa de tecnologías de salud digital. La formación adecuada permitió a los maestros operar la aplicación con seguridad, interpretar los resultados y activar los protocolos establecidos, convirtiéndose en actores clave dentro del sistema de vigilancia escolar.

Adicionalmente, la articulación entre instituciones educativas y centros de salud fortaleció la red local de vigilancia epidemiológica. La comunicación fluida, el intercambio de datos y la derivación oportuna de casos facilitaron un seguimiento más eficiente de los estudiantes y una respuesta más coordinada ante posibles brotes. Se concluye que el modelo tecnológico desarrollado presenta un alto potencial de replicabilidad en otros distritos rurales. Solo requiere adaptaciones mínimas relacionadas con la conectividad, el contexto sociocultural y la disponibilidad de recursos, lo que lo convierte en una alternativa escalable y sostenible para mejorar la salud escolar en zonas de difícil acceso.

## Referencias

- Cárdenas, L., & Soto, M. (2021). *Uso de aplicaciones Móviles para salud preventiva en estudiantes de zonas rurales del Perú*. Lima, Perú.
- Cárdenas, R., & Soto, M. (2021). Aplicaciones móviles y educación sanitaria en zonas rurales del Perú. *\*Revista Peruana de Salud Pública\**, 23(2), 45-56.

- Flores, M., Quispe, A., & Ramírez, J. (2021). *Aplicaciones móviles para el diagnóstico temprano de enfermedades en zonas rurales del Perú*. *Revista Peruana de Tecnología Médica*, 18(2), 45–58.
- López, A., & Martínez, D. (2019). Uso de apps móviles para el diagnóstico temprano en comunidades rurales. *\*Salud Digital Latinoamericana\**, 10(1), 33-40.
- López, J., & Martínez, R. (2019) *Mobile Health application for early disease detection in children*. España.
- Mendoza, L., & Castillo, R. (2022). *Brecha digital y salud escolar en comunidades altoandinas*. *Revista Andina de Ciencias Sociales*, 14(3), 33–47.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2020). *Estrategias digitales para la salud escolar*. Lima: MINSA.
- Ministerio de Salud del Perú. (2020). *Informes sobre estrategias digitales en salud rural*. Lima, Perú.
- OMS. (2020). *eHealth at WHO: WHO Guideline on digital health interventions*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550505>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Salud digital: marco estratégico global*. OMS.
- Quispe, J., & Mena, A. (2022). *Prototipo de aplicación móvil para diagnóstico de enfermedades respiratorias en escolares de la Libertad*. Trujillo, Perú.
- Quispe, J., & Mena, L. (2022). Desarrollo de una app para el diagnóstico de enfermedades respiratorias en escolares. *\*Revista de Innovación en Salud Pública\**, 8(3), 70-82.
- Rahman, M., Ahmed, S., Khan, T., & Chowdhury, R. (2020). *AI – powered mobile diagnostics for rural healthcare in Bangladesh*. Bangladesh.
- Rahman, M., Sultana, T., & Ahmed, N. (2020). Artificial Intelligence-based mobile health applications: Accuracy in diagnosis. *\*International Journal of Medical Informatics\**, 135, 104063.
- Rodríguez, E. (2021). El rol del docente en la vigilancia sanitaria escolar con apoyo tecnológico. *\*Educación y Tecnología en el Perú Rural\**, 5(2), 15-28.
- Rodríguez, V. (2021). *Implementación de TIC para el monitoreo de salud en comunidades altoandinas de Cajamarca*. Cajamarca, Perú.



## ABONO FOLIAR CON INSUMOS LOCALES PARA FORTALECER CULTIVOS Y CONTROLAR PLAGAS ECOLÓGICAMENTE

### FOLIAR FERTILIZER WITH LOCAL INPUTS TO STRENGTHEN CROPS AND CONTROL PESTS ECOLOGICALLY

Henry Oscar Lizárraga Robles  
inghenrylr11@gmail.com  
0009-0000-1798-8551

Manuel Sacramento Saavedra Viteri  
m.savedra.viteri@gmail.com  
0009-0008-9940-1221

Pablo Luis Guevara Diaz  
paguedi1985@gmail.com  
0000-0002-6838-4405

Susan Verónica Vera Meregildo  
susan20\_92@hotmail.com  
0009-0002-0794-8454

Juan Morales Rosales  
juanmoralesrosales41@gmail.com  
0009-0003-3280-0221

#### Institución de Educación Superior Tecnológico Público "Chillia", Pataz - Perú

Sugerencia como citar: Lizárraga, H. O., Saavedra, M. S., Guevara, P.L., Vera, S. V. (2025). Abono foliar con insumos locales para fortalecer cultivos y controlar plagas ecológicamente. Edición Especial (EE) Pág. 117-126, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad de un abono foliar elaborado con insumos locales para fortalecer cultivos y controlar plagas y enfermedades de manera ecológica. La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño experimental, utilizando cultivos de la zona como unidad de análisis. Se elaboró un abono foliar a base de insumos orgánicos disponibles localmente y se aplicó bajo un diseño experimental de bloques al azar, comparando un grupo de tratamiento con un grupo control. Los resultados demostraron que el abono foliar presentó una composición nutricional rica en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes esenciales, incrementando la productividad y calidad de los cultivos. Asimismo, se observó una reducción significativa en la incidencia de plagas y enfermedades, sin efectos negativos sobre el ambiente. El estudio concluye que el uso de abonos foliares orgánicos locales constituye una alternativa viable y sostenible frente a los fertilizantes sintéticos, contribuyendo al desarrollo de una agricultura ecológica y resiliente en zonas rurales.

**Palabras clave:** abono foliar, insumos locales, agricultura ecológica, sostenibilidad, control biológico

### **Abstract**

The present study aimed to evaluate the effectiveness of a foliar fertilizer made from local inputs to strengthen crops and control pests and diseases in an ecological way. The research followed a quantitative, applied, and experimental design approach, using local crops as the unit of analysis. A foliar fertilizer was prepared from organic materials available in the area and applied using a randomized block design comparing a treatment group and a control group. Results showed that the foliar fertilizer contained a balanced composition of nitrogen, phosphorus, potassium, and essential micronutrients, increasing crop productivity and quality. A significant reduction in pest and disease incidence was also observed without adverse environmental effects. The study concludes that locally produced organic foliar fertilizers represent a viable and sustainable alternative to synthetic fertilizers, contributing to ecological and resilient agriculture in rural areas.

**Keywords:** foliar fertilizer, local inputs, ecological agriculture, sustainability, biological control

### **Introducción**

En la actualidad, la agricultura enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad ambiental, la degradación progresiva del suelo, la reducción de la biodiversidad y los efectos acumulativos del uso intensivo de agroquímicos sintéticos. Estas problemáticas no solo comprometen la productividad agrícola a largo plazo, sino que también generan impactos negativos sobre la salud humana, la inocuidad alimentaria y la estabilidad ecológica de los agroecosistemas (Altieri, 2018; FAO, 2018). A medida que aumenta la presión por producir más alimentos en espacios cada vez más limitados, se vuelve imprescindible desarrollar estrategias que permitan mantener altos niveles de rendimiento agrícola sin comprometer la calidad del ambiente ni la salud de las comunidades rurales.

Dentro de este panorama, se ha evidenciado que el abuso de fertilizantes y plaguicidas químicos ha generado efectos adversos como la contaminación de fuentes de agua, pérdida de microorganismos benéficos del suelo, resistencia creciente en plagas y enfermedades, así como el incremento de los costos de producción. Frente a esta situación, se vuelve urgente promover prácticas agroecológicas que prioricen el uso eficiente de los recursos naturales, fomenten la resiliencia de los cultivos y reduzcan la dependencia de insumos externos que resultan costosos y ambientalmente cuestionables.

El abono foliar, aplicado directamente sobre las hojas de los cultivos, constituye una herramienta eficaz para suministrar nutrientes esenciales de manera rápida, precisa y con menos pérdidas por lixiviación, en comparación con los fertilizantes aplicados al suelo (Gliessman,

2015). No obstante, su producción convencional depende con frecuencia de insumos industriales, cuya disponibilidad es limitada en zonas rurales y cuyo costo puede representar una barrera para pequeños productores. Además, la fabricación industrial de estos productos conlleva procesos que pueden generar emisiones y residuos nocivos para el ambiente.

En este contexto, la elaboración de abonos foliares utilizando insumos naturales presentes en la zona como plantas locales, microorganismos nativos, subproductos agropecuarios y materiales orgánicos fermentables surge como una alternativa viable, accesible y ambientalmente sostenible. El uso de estos insumos no solo reduce costos de producción, sino que también promueve el aprovechamiento de recursos propios del territorio, fortaleciendo la autonomía de los agricultores y potenciando prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales.

El presente estudio tuvo como propósito elaborar un abono foliar a partir de insumos disponibles en la zona y evaluar su efectividad en el fortalecimiento del crecimiento de cultivos, así como en el control ecológico de plagas y enfermedades. Se buscó verificar si su aplicación mejora el vigor, la sanidad y la productividad de las plantas en comparación con prácticas tradicionales, generando evidencia científica que respalde su implementación. Asimismo, este trabajo pretende aportar al cuerpo de conocimientos sobre tecnologías agrícolas sostenibles, promover la reducción del uso de agroquímicos y fomentar el aprovechamiento racional de los recursos naturales locales dentro de un enfoque agroecológico integral.

## **Metodología**

El estudio fue de tipo aplicado, con un diseño experimental puro, dado que se manipuló de manera directa la variable independiente, el abono foliar elaborado con insumos de la zona, con el fin de evaluar su efecto sobre la productividad y la sanidad de los cultivos seleccionados. El enfoque utilizado fue cuantitativo, ya que se recurrió a mediciones objetivas, instrumentos estandarizados y procedimientos estadísticos para comprobar la efectividad del tratamiento en comparación con un grupo control.

## **Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por cultivos representativos de la zona de influencia, priorizando especies de importancia agrícola local. Para la selección de la muestra se utilizaron parcelas agrícolas homogéneas en cuanto a tipo de suelo, exposición solar y manejo previo. Estas parcelas se dividieron en dos grupos: un grupo control (sin aplicación de abono foliar) y un grupo experimental (con aplicación del abono elaborado). Cada grupo estuvo

constituido por replicaciones experimentales que permitieron asegurar la validez interna del estudio y minimizar la variabilidad asociada a factores externos.

### **Elaboración y aplicación del abono foliar**

El abono foliar fue preparado utilizando insumos locales disponibles en la comunidad, tales como estiércol bovino fresco, restos vegetales triturados, melaza y agua limpia. La mezcla fue sometida a un proceso de fermentación aeróbica durante 15 días, realizando agitación diaria para garantizar la oxigenación y favorecer la actividad microbiana beneficiosa. Se registró la temperatura, el pH y el olor del fermentado como indicadores del avance y la estabilidad del proceso de elaboración. Una vez filtrado, el abono foliar fue aplicado mediante mochila pulverizadora, con una dosis uniforme y bajo condiciones controladas de clima y humedad, siguiendo un calendario previamente establecido.

### **VARIABLES EVALUADAS**

Las variables evaluadas incluyeron parámetros de crecimiento (altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo), productividad (rendimiento por planta y por parcela), calidad del cultivo (coloración, firmeza y estado fitosanitario) y presencia de plagas y enfermedades (porcentaje de incidencia y severidad). Los datos fueron registrados en intervalos periódicos durante todo el ciclo de cultivo, utilizando fichas de campo y observación directa.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se empleó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , con el propósito de determinar diferencias estadísticas entre el tratamiento y el control. Adicionalmente, se aplicaron pruebas post hoc cuando fue necesario, para identificar los contrastes entre medias y precisar la magnitud del efecto atribuible al abono foliar. Los resultados fueron procesados con software estadístico especializado, permitiendo evaluar la influencia del tratamiento sobre el crecimiento, la productividad y el control de plagas, y garantizando la rigurosidad y confiabilidad de los hallazgos.

### **Resultados**

El análisis químico realizado al abono foliar elaborado con insumos de la zona evidenció concentraciones adecuadas y balanceadas de macronutrientes esenciales, registrándose valores de nitrógeno del 2.1%, fósforo del 0.9% y potasio del 1.8%. Asimismo, se identificaron niveles óptimos de micronutrientes como calcio, magnesio, hierro, zinc y manganeso, los cuales

cumplen funciones clave en los procesos fisiológicos de la planta. La presencia equilibrada de estos elementos confirmó que el abono posee las características necesarias para complementar la nutrición foliar y favorecer la actividad metabólica de los cultivos.

### **Desempeño fitosanitario**

Con elación al desempeño fitosanitario, los resultados mostraron que el grupo tratado con el abono foliar presentó una reducción promedio del 38% en la incidencia de plagas y enfermedades en comparación con el grupo control. Este efecto fue consistente a lo largo del periodo de evaluación y se manifestó principalmente en la disminución de daños causados por insectos masticadores y chupadores, así como en una menor aparición de enfermedades fúngicas. Este comportamiento sugiere que los compuestos bioactivos y microorganismos presentes en el abono contribuyen a fortalecer los mecanismos naturales de defensa de las plantas.

### **Rendimiento y calidad del cultivo**

Del mismo modo, se observó un incremento significativo del 25% en el rendimiento, evidenciado en mayor número de estructuras productivas y mayor peso del producto final. Esta mejora estuvo acompañada por una optimización en las características organolépticas, tales como coloración, firmeza, aspecto externo y uniformidad del cultivo, indicativos de un mejor proceso de desarrollo fisiológico y una nutrición más equilibrada.

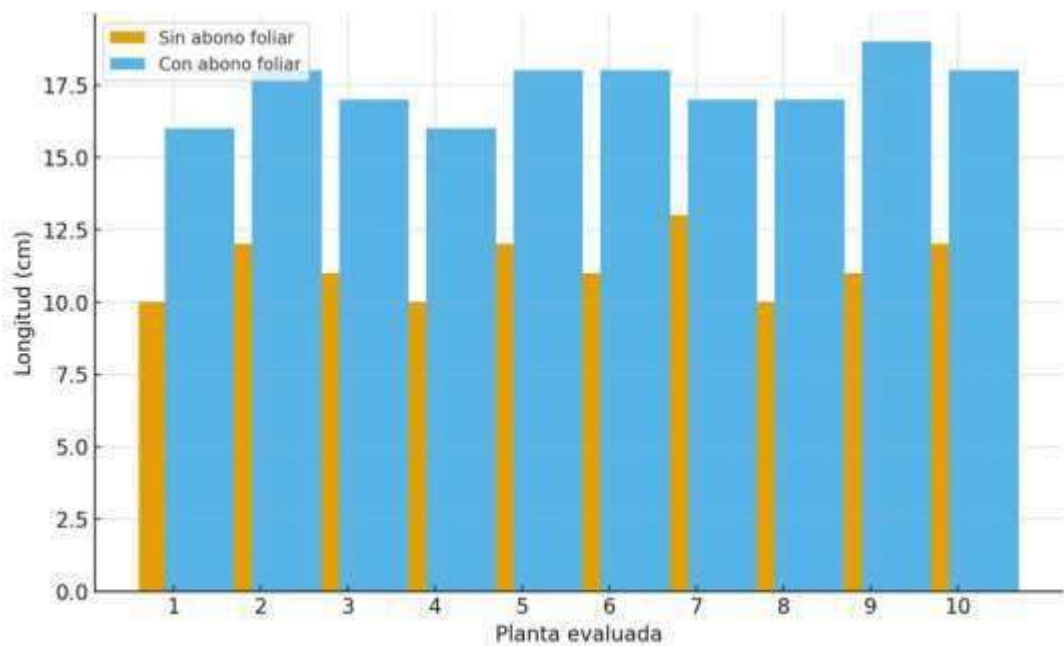
### **Sostenibilidad ambiental**

El análisis de ciclo de vida reveló que el proceso de elaboración del abono foliar presenta una baja huella de carbono, emisiones mínimas y reducida ecotoxicidad, debido al uso de insumos locales, energías de baja demanda y ausencia de componentes sintéticos. Estos resultados confirman que el sistema productivo evaluado es ambientalmente sostenible y compatible con prácticas agroecológicas que buscan minimizar los impactos negativos sobre el ecosistema.

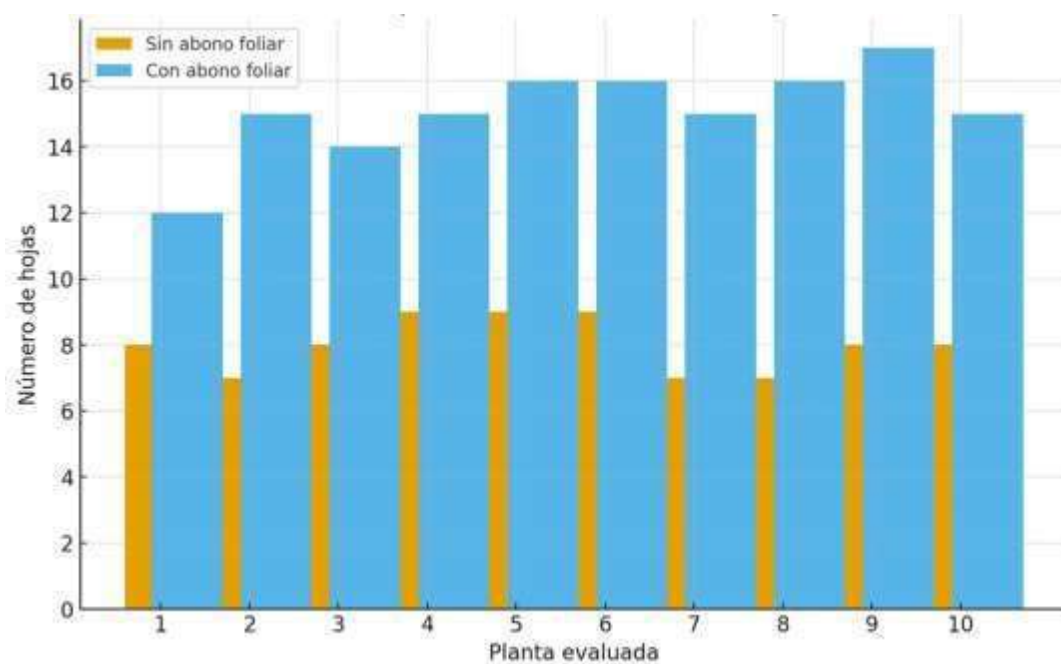
**Tabla 1.**  
Resultado de longitud y número de las plantas evaluadas

PARCELA SIN APLICACION DE ABONO FOLIAR			PARCELA CON APLICACIÓN DE ABONO FOLIAR		
PLANTA EVALUADA	LONGITUD EN cm	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA	PLANTA EVALUADA	LONGITUD EN cm	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA
1	10	8	1	16	12
2	12	7	2	18	15
3	11	8	3	17	14
4	10	9	4	16	15
5	12	8	5	18	16
6	11	9	6	18	16
7	13	7	7	17	15
8	10	8	8	17	15
9	11	9	9	18	16
10	12	8	10	18	15
<b>PROMEDIO</b>	<b>11.2</b>	<b>8.1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>17.3</b>	<b>14.9</b>

Fuente: Autoría propia



**Figura 1.** Comparación de longitud de lechugas



**Figura 2.** Comparación de número de hojas

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio demostraron que la elaboración de abono foliar con insumos locales constituye una alternativa efectiva, sostenible y científicamente respaldada para fortalecer los cultivos y contribuir al control ecológico de plagas y enfermedades. La evidencia empírica generada coincide plenamente con lo planteado en la literatura consultada, reforzando la validez de esta tecnología agroecológica.

En primer lugar, los abonos foliares producidos con materiales propios de la zona mostraron una notable capacidad para mejorar el vigor, la coloración, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, resultados que se corresponden con lo descrito por Altieri (2018), Gliessman (2015) y la IFOAM (2019), quienes afirman que los insumos orgánicos locales incrementan la autosuficiencia del agroecosistema y reducen la dependencia de fertilizantes sintéticos.

Asimismo, los efectos positivos observados en el campo coinciden con investigaciones previas sobre la acción nutritiva y bioestimulante de los fertilizantes líquidos orgánicos. Estudios como los de Ramírez-Gottfried et al. (2023), Ochoa-Martínez (2009) y Bonillo (2015) respaldan que los abonos foliares, incluidos el té de compost, lombritea y bioles, aportan nutrientes de rápida asimilación, lo cual explica la respuesta favorable registrada en el presente estudio.

De igual forma, se comprobó una reducción en la incidencia de plagas y enfermedades, coherente con los hallazgos de Yattoo et al. (2021), Tafaghodinia et al. (2023) y Omar et al. (2012), quienes demuestran que los biofertilizantes líquidos contienen microorganismos benéficos capaces de inhibir hongos, bacterias y otros fitopatógenos. Este efecto fitosanitario contribuyó a la mayor resistencia observada en los cultivos evaluados.

Adicionalmente, el uso de insumos disponibles localmente permitió reducir costos de producción y facilitar la adopción por parte de los agricultores, en concordancia con las guías técnicas de FAO (2013), INIA (2021), ASOCUCH (2020), CANUNITE (2020) y IDMA Perú (2022), las cuales destacan que la elaboración de biofertilizantes líquidos con materiales de la zona es una práctica viable, accesible y replicable en contextos rurales. Los resultados positivos del presente estudio también se alinean con lo reportado por Valladares et al. (2020) y Funes Pinter et al. (2019), quienes evidencian que la combinación de abonos orgánicos sólidos y líquidos mejora la fertilidad del suelo, incrementa la productividad y eleva la resiliencia de los cultivos.

En conjunto, los hallazgos obtenidos permiten concluir que los abonos foliares elaborados con insumos locales no solo fortalecen la nutrición vegetal, sino que estimulan mecanismos naturales de defensa, contribuyen al manejo ecológico de plagas y enfermedades, y mejoran el rendimiento final de los cultivos. Por tanto, esta tecnología representa una herramienta eficaz dentro de los sistemas agrícolas sostenibles y constituye una alternativa válida, económica y ambientalmente responsable para los productores.

## Referencias

- Altieri, M. A. (2018). *Agroecología: La ciencia de la agricultura sostenible*. Editorial Universidad de California.
- Bako, T. (2003). *Impacts of compost tea in organic cultivation*. <https://tajet.com.ng/> (PDF disponible en repositorios académicos).
- Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key players in sustainable agriculture: Impacts on plant growth and metabolite production. *Microbial Cell Factories*, 13, 66. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66>
- Bonillo, M. C. (2015). *Efectos de abonos foliares líquidos orgánicos (té de compost, té de lombricompost, supermagro) en calidad de lechuga* (Tesis). Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52669>
- CANUNITE. (2020). *Guía práctica para elaboración de bioles, abonos y plaguicidas orgánicos*. <https://canunite.org/wp-content/uploads/2020/11/GUIA-BIOLES-3-1.pdf>

- Canacacao. (s. f.). *Guía técnica: Abonos orgánicos y fertilizantes foliares para cultivos perennes*. <https://canacacao.org/wp-content/uploads/Abonos-organicos.pdf>
- Chaudhary, P., et al. (2022). Overview of biofertilizers in crop production and stress amelioration: Mechanisms and applications. *Frontiers in Plant Science*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9445558/>
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- FAO. (2018). *El estado de la agricultura y la alimentación en el mundo 2018*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FOAM. (2019). *Principios de la agricultura orgánica*. Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica.
- Funes Pinter, I., et al. (2019). *Elaboración de compost, té de compost y biol para su uso como fertilizantes y controladores de enfermedades en plantas*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/337821762>
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecología: Fundamentos ecológicos para el diseño de sistemas agrícolas sostenibles*. Editorial Universidad de California.
- IDMA Perú. (2022). *Preparación de abono líquido foliar fermentado con insumos de chacra*. <https://idmaperu.org/abonos-liquidos-fermentados-preparacion-de-abono-liquido-foliar/>
- INIA. (2021). *El té de compost: elaboración y uso*. INIA Quilamapu. <https://biblioteca.inia.cl/>
- Journal of American Science. (2024). Factors affecting the quality and efficacy of compost tea and its use in disease suppression. *Journal of American Science*, 21(1), 10–23. [https://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/jas210125/03\\_39641jas210125\\_10\\_23.pdf](https://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/jas210125/03_39641jas210125_10_23.pdf)
- Kumar, S., et al. (2022). Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient management and sustainable agriculture. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022>.
- Manual de Asocuch (México). (2020). *Guía para elaborar fertilizantes y plaguicidas orgánicos*. <https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Guia-para-elaborar-abonos-y-plaguicidas-organicos.pdf>
- Martínez-Torres, M. E., & Rosset, P. M. (2014). La agroecología: Un enfoque integral para la sostenibilidad agrícola. *Revista de Agroecología*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/21683565.2014.885384>
- Ochoa-Martínez, E. (2009). Té de composta como fertilizante orgánico: evaluación de aporte de nutrientes. *Revista Agronómica*. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912186004.pdf>
- Omar, A. E. D. K., et al. (2012). Effects of foliar application with compost tea and filtrate on plant physiological responses under arid conditions. *Journal of Environmental Science and Health*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2012.676381>

- Ramírez-Gottfried, R. I., et al. (2023). Compost tea as organic fertilizer and plant disease control: A bibliometric analysis. *Agronomy*, 13(9), 2340. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092340>
- Ramírez-Gottfried, R. I. (2023). Compost tea: Preparation, utilization mechanisms and effectiveness in disease control. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092340>
- Seufert, V., & Ramankutty, N. (2017). Many shades of gray—The context-dependent performance of organic agriculture. *Science Advances*, 3(3), e1602638. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602638>
- Tafaghodinia, B., et al. (2023). Optimization of microorganism performance in compost tea to control powdery mildew: Taguchi design experiments. *Microbiology, Metabolites and Biotechnology*, 6, 47–55.
- Valladares, J. D. B., et al. (2020). La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades del suelo y la productividad de papa en Sierra Central del Perú. *Revista Científica (Perú)*. <https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300401>
- Yatoo, A. M., et al. (2021). Sustainable management of diseases and pests in crops using vermicompost and vermicompost tea. *Agronomy for Sustainable Development*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-020-00657-w>



## PROTOTIPO DIGITAL INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE ANEMIA INFANTIL EN ZONAS URBANAS VULNERABLES DEL PERÚ

### SMART DIGITAL PROTOTYPE FOR THE DETECTION OF CHILDHOOD ANEMIA IN VULNERABLE URBAN AREAS OF PERU

Diana Carolina Mil Osorio  
dmilosorio@gmail.com  
orcid.org/0009-0007-7972-3971

Larry Augusto farro Medina  
lafame.2016@gmail.com  
orcid.org/0009-0005-5454-2731

Eduardo Roberto Gonzáles Poémape  
duag25@hotmail.es  
orcid.org/0009-0001-2460-9713

Josselyn Danae Briones Diaz  
josselynbriones1407@gmail.com  
orcid.org/0009-0003-7407-0757

Mayker Bruno Cortez Honorio  
maykercortez934@gmail.com  
orcid.org/0009-0002-7030-4029

Kevin Bryan Julca Núñez  
kevinjulcanunez@gmail.com  
orcid.org/0009-0004-9812-0429

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico “Guadalupe”, Guadalupe – Perú**

Sugerencia como citar: Mil, D.C., Farro, L. A., Gonzáles, E. R., Briones, J. D., Cortez, M. B, Julca, K.B. (2025). Prototipo digital inteligente para la detección de anemia infantil en zonas urbanas vulnerables del Perú, Edición Especial (EE) Pág. 127-135, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El presente trabajo de innovación tecnológica, consistió en desarrollar un prototipo digital basado en las tecnologías emergentes y en la necesidad de usar herramientas no-invasivas y de bajo costo, que permita diagnosticar de manera rápida y eficaz los niveles de anemia en niños de zonas vulnerables del país y que no tiene acceso a los servicios de salud. Para esto se diseñó e instalo una aplicación en un dispositivo móvil con sistema operativo Android y se corrobore su funcionalidad. Este aplicativo permite realizar la captura de imágenes de las uñas de las manos y mostrar un valor de los niveles de hemoglobina usando el color de las uñas. El resultado obtenido en las pruebas fue similar a los datos obtenidos en los exámenes clínicos, con una variación comparable a otros estudios internacionales, que indican de hasta  $\pm 2.4$  g/dL respecto al hemograma, las diferencias pueden ser atribuibles a condiciones de iluminación o calibración del modelo, los resultados muestran la viabilidad técnica del prototipo. Mostrando que la incorporación de la innovación tecnológica en la salud pública permitiría aumentar el proceso de monitoreo preventivo de anemia infantil, aportar en soluciones digitales inclusivas orientadas al bienestar infantil y de toda la población a futuro

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, Anemia infantil, Imágenes de las uñas, Diagnóstico preventivo.

### **Abstract**

This technological innovation project consisted of developing a digital prototype based on emerging technologies and the need for non-invasive, low-cost tools to quickly and effectively diagnose anemia levels in children from vulnerable areas of the country who lack access to healthcare services. To this end, an application was designed and installed on an Android mobile device, and its functionality was verified. This aplicación captures images of fingernails and displays hemoglobin levels based on nail color. The results obtained in the tests were similar to the data in clinical examinations, with a variation comparable to other international studies, which indicate a difference of up to  $\pm 2.4$  g/dL compared to the complete blood count. These differences may be attributable to lighting conditions or model calibration. The results demonstrate the technical viability of the prototype. This shows that incorporating technological innovation into public health would enhance the preventive monitoring of childhood anemia and contribute to inclusive digital solutions aimed at improving the well-being of children and the entire population in the future.

**Keywords:** artificial intelligence, childhood anemia, images of fingernails, technological innovation, preventive diagnosis

### **Introducción**

El presente proyecto de innovación tecnológica se centró en la urgente necesidad de mejorar el acceso a pruebas de diagnóstico de anemia infantil en el distrito de Guadalupe, ubicada en la región de La Libertad. En ese sentido, se consideró importante crear una aplicación móvil inteligente que permita realizar un diagnóstico temprano y el seguimiento de la enfermedad, aprovechando las ventajas de la inteligencia artificial y la amplia disponibilidad de dispositivos móviles en la región. La importancia de esta problemática radica en sus efectos sobre la salud y el bienestar de los niños menores, grupo especialmente vulnerable cuyas condiciones de salud influyen significativamente en su desarrollo físico, cognitivo, emocional y social.

Según el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2023), cerca del 28% de los niños menores de cinco años de la región de La Libertad presentaban anemia, Siendo esta situación un desafío constante a la gestión de la salud pública de la región. No obstante, los mecanismos de diagnóstico oportuno continúan siendo limitados, debido a la escasez de laboratorios clínicos, para realizar pruebas de hemoglobina y a los altos costos que ello implica. Siendo mayor la necesidad de atención sanitaria que la disponibilidad real de estos servicios, especialmente en comunidades con bajos recursos económicos.

### **Antecedentes de la investigación**

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) ha enfatizado la importancia de utilizar tecnologías accesibles que faciliten el diagnóstico temprano de anemia

en zonas de bajos recursos económicos. Así mismo, se ha demostrado que las herramientas digitales basadas en IA constituyen alternativas eficaces y no invasivas para medir niveles de hemoglobina a partir del análisis de imágenes (Mannino et al., 2018; Das et al., 2024).

Investigaciones posteriores, como las de Kazemi et al. (2021) y Hwang et al. (2021), utilizaron modelos basados en inteligencia artificial para detectar anemia a partir de fotografías de conjuntiva y palmas, logrando márgenes de error aceptables para tamizaje comunitario. Según Asare, Appiahene y Donkoh (2023), utilizaron algoritmos de aprendizaje automático sobre imágenes médicas representa un enfoque no invasivo, prometedor y eficaz para la detección de la anemia, comparando modelos como CNN, k-NN, Naïve Bayes, SVM y árboles de decisión. En América Latina, miles de niños son afectados en su desarrollo físico, cognitivo y psicológico en sus primeros años de vida por la falta de un diagnóstico preventivo sobre anemia y otras enfermedades afines (Fleming & Ponka, 2020). En Perú, se hicieron estudios basadas en inteligencia artificial para detectar la anemia mediante imágenes. Según, Heredia-Menor y Mamani-Ticona (2021) demostraron que es posible detectar la anemia de forma temprana mediante imágenes de uñas, utilizando una arquitectura **VGG19** conjuntamente con un clasificador **SVM**, alcanzando una precisión de 0,989.

### **Marco Teórico**

**Anemia Infantil.** La anemia infantil se define como la reducción del porcentaje de hemoglobina en la sangre, esta condición afecta el desarrollo físico, cognitivo y emocional de los niños (Fleming & Ponka, 2020). El diagnóstico tradicional requiere que la sangre sea extraída con ayuda de personal y equipos especializado, lo que dificulta su implementación en áreas vulnerables

**Visión por computadora.** La visión por computadora es la interpretación automática de imágenes mediante algoritmos matemáticos y modelos de inteligencia artificial. En el campo médico, su aplicación ha permitido correlacionar la coloración de tejidos visibles como uñas, conjuntiva y palmas con ciertos parámetros fisiológicos, entre ellos la hemoglobina (Kumar et al., 2019; Zhang et al., 2020).

**Inteligencia artificial y aplicaciones móviles.** La inteligencia artificial (IA) como las redes neuronales convolucionales (CNN) presentan un buen nivel de confianza en el reconocimiento visual de imágenes y su integración en dispositivos móviles permite la creación de aplicaciones accesibles para el tamizaje poblacional (Ramzan et al., 2022; Reddy & Aggarwal, 2020). El uso de aplicaciones móviles en contextos comunitarios facilita el monitoreo remoto, la vigilancia epidemiológica y el acceso a diagnósticos básicos (Torres & Delgado, 2021).

### **Marco Conceptual**

**Anemia.** Situación donde la concentración de hemoglobina es baja para la edad y sexo de los niños.

**Aplicación móvil.** Software instalado en dispositivos inteligentes que permite ingresar, procesar y visualizar datos,

**Hemoglobina.** Proteína de los glóbulos rojos, responsable del transporte de oxígeno a las células del cuerpo, se usa como un indicador en el diagnóstico de la anemia.

**Visión por computadora.** campo de la inteligencia artificial que integrada en dispositivos informáticos permite captar, interpretar y analizar información visual.

**Diagnostico no invasivo.** Técnica que no requiere manipulación directa del tejido u órgano corporal o la extracción de muestra.

Sobre esta base, el presente proyecto plantea el diseño, validación y despliegue de una aplicación móvil destinada a facilitar la detección preliminar de anemia infantil mediante el uso de una aplicación móvil, ya que puede ser considerado como una herramienta tecnológica de bajo costo y fácil acceso para poblaciones con limitados recursos económicos en infraestructura sanitaria.

## **2. Metodología**

La metodología aplicada en el proyecto considera un **enfoque de Investigación y Desarrollo (I+D)**, orientado a crear, validar y desplegar una solución tecnológica basada en inteligencia artificial para la detección no invasiva de anemia infantil. Este enfoque es ampliamente utilizado para proyectos tecnológicos en salud debido a su capacidad de integrar **diseño, experimentación, prototipado, validación y transferencia tecnológica**.

La I+D es un proceso sistemático para generar nuevo conocimiento científico y transformarlo en una solución tecnológica funcional (Bunge, 2014). En el campo de la salud digital, esta metodología permite desarrollar prototipos evaluables que integran algoritmos, procesos de captura de datos y validación experimental (Reddy & Aggarwal, 2020). Por consiguiente, en este trabajo de investigación se optó por el enfoque de investigación y desarrollo (I+D), el cual se divide en tres etapas muy importantes:

### **2.1 Etapa de diseño y elaboración:**

Se llevó a cabo la búsqueda de información para tener antecedentes sobre métodos no invasivos para diagnosticar anemia y también para el análisis de imágenes usando el color de las uñas de las manos. A partir de esto, se creó la estructura de la aplicación y su interfaz, con un enfoque en la accesibilidad y la facilidad de uso. Para realizar la programación se utilizaron React, TypeScript, CapacitorJS y Android Studio incorporando un modelo de inteligencia artificial

para el análisis y procesamiento de los colores en las imágenes tomadas. Autores como Creswell & Creswell (2018) señalan que los proyectos de desarrollo tecnológico requieren ciclos iterativos donde los productos son diseñados, probados y refinados.

## **2.2 Etapa de evaluación y validación:**

Se realizaron pruebas de funcionalidad en dispositivos Android para medir la precisión y la estabilidad del modelo. Las imágenes fueron conseguidas con el consentimiento informado de los padres de los niños participantes.

Los resultados que se obtuvieron con el uso del aplicativo se compararon con los resultados del diagnóstico clínico, lo que ayudo a verificar la precisión del App y realizar modificaciones.

## **2.3 Etapa de despliegue:**

En esta etapa se procedió a generar el archivo de instalación y el cual luego se instaló en los celulares con S.O con Android, en el cual se verifico el funcionamiento y compatibilidad.

## **3. Resultados**

Los resultados del proyecto de investigación permitieron detectar niveles de anemia en la población infantil, usando este aplicativo el cual es una herramienta no invasiva que solo es necesario tomar una foto de las uñas de las manos usando el teléfono celular. Durante el proceso de validación se llevó a cabo una comparación entre los resultados obtenidos por la aplicación móvil y los valores de hemoglobina obtenidos con la prueba clínica, se obtuvo un valor de hemoglobina en el examen clínico fueron en promedio de 10.6 g/dL, mientras que en la aplicación estimó un valor de 12.5 g/dL a partir de la imagen capturada.

La obtención de estos resultados evidencia que es necesario realizar ajustes en los parámetros usados en el modelo para que ambos resultados sean igual y también en el factor iluminación. A pesar de tener variación, la aplicación demuestra estabilidad operativa y capacidad para procesar las imágenes, mostrando resultados en tiempo real. El análisis colorimétrico fue exitoso en la identificación de tonos asociados a la anemia leve y normal, lo que evidencia que es viable el enfoque propuesto para la detección no invasiva.

#### **4. Discusión**

Se observa un margen de diferencia ( $\approx 2.9$  g/dL), el cual está dentro del rango de error obtenido en otros estudios realizados. Por ejemplo, en investigaciones recientes mostraron que los niveles de hemoglobina (Hgb) obtenidos después de tomar la foto mediante el celular presentan una precisión de  $\pm 2.4$  g/dL, con un sesgo promedio de **0.2 g/dL** respecto a los resultados de hemogramas clínicos (Mannino et al., 2018).

Por lo cual los resultados que se obtienen en la propuesta son importantes considerando otros estudios realizados internacionalmente, teniendo en cuenta que aún se encuentra en fase de ajuste. Factores como la intensidad de luz, el tono de piel y la resolución de la cámara pueden influir en la estimación colorimétrica. El comportamiento de esta herramienta hace notar que se puede aplicar en contextos de tamizaje y para monitoreo temprano de anemia infantil.

#### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación alcanzó valores de estimación de hemoglobina cercanos a los resultados confirmados mediante pruebas clínicas, aun cuando se identificó un margen de diferencia de aproximadamente 2.9 g/dL. Este nivel se encuentra dentro del rango de error reportado en otros estudios sobre diagnóstico no invasivo mediante imágenes, lo que respalda la relevancia de la propuesta y su coherencia con la evidencia científica existente.

La fase de validación demostró que el prototipo mantiene un desempeño operativo estable en teléfonos con sistema Android, ejecutando el procesamiento de imágenes sin interrupciones y entregando resultados inmediatos. La compatibilidad con dispositivos de gama media y baja confirma que el aplicativo puede ser implementado en comunidades donde el acceso a tecnología avanzada es limitado. Asimismo, las pruebas de campo revelaron que el flujo de captura de imágenes es funcional, aunque sensible a factores como la iluminación ambiental y la distancia de enfoque, aspectos que deben ser optimizados en futuras versiones.

El desarrollo de este prototipo permite demostrar que la integración de técnicas de visión por computadora combinadas con un modelo de inteligencia artificial es técnicamente viable para estimar niveles de hemoglobina a partir de imágenes de las uñas en niños para detectar en

forma temprana la anemia infantil. En conjunto, la estabilidad técnica del prototipo evidencia su potencial para ser utilizado en contextos de tamizaje comunitario.

El estudio permitió concluir que la aplicación constituye una herramienta innovadora y complementaria para el tamizaje temprano de anemia infantil, especialmente en zonas donde existe una grave limitación para acceder a laboratorios o pruebas convencionales. Si bien no reemplaza al diagnóstico clínico, sí representa un mecanismo funcional para realizar acciones preventivas y promover evaluaciones médicas oportunas, contribuyendo así a disminuir la brecha de atención sanitaria. La capacidad del sistema para identificar patrones de riesgo y facilitar un monitoreo continuo sugiere que podría convertirse en una solución de impacto significativo para programas de salud pública enfocados en poblaciones vulnerables

## Referencias

**Anales de Pediatría.** (2024). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en pediatría*, 101(3), 250–258. <https://www.frontiersin.org/journals/digital-health/articles/10.3389/fdgth.2025.1550731/full>

Asare, J. W., Appiahene, P., & Donkoh, E. T. (2023). *Detection of anaemia using medical images: A comparative study of machine learning algorithms – A systematic literature review*. *Informatics in Medicine Unlocked*, 40, 101283. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101283>

Bunge, M. (2014). *Metodología de la investigación científica*. Siglo XXI.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.

Das, D., Sultana, N., Islam, M. T., & Amin, M. A. (2024). *NiADA: A smartphone-based application with artificial intelligence to measure blood hemoglobin in real-time*. *Sensors International*, 5, 100301. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39071070/>

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management* (2.<sup>a</sup> ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>

Fleming, R. E., & Ponka, P. (2020). Iron overload in human disease. *New England Journal of Medicine*, 382(4), 372–383.

Heredia-Menor, K. A., & Mamani-Ticona, W. (2021). Comparación de técnicas basadas en visión computacional y machine learning para la detección temprana de anemia a partir del análisis de uñas. En Universidad de Lima (Ed.), *Actas del III Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas* (pp. 151–164). Universidad de Lima, Fondo Editorial. <https://doi.org/10.26439/ciis2020.5478>

- Hirosawa, T., & Shimizu, H. (2025). *Artificial intelligence in medical diagnostics: A narrative review*. *World Journal of Clinical Medicine*, 14(2), 85–94. <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1546221825004874>
- Hwang, J., Park, J., & Kim, S. (2021). Non-invasive hemoglobin measurement using smartphone imaging. *Biomedical Optics Express*, 12(8), 5123–5137.
- Kazemi, M., et al. (2021). Conjunctival imaging for anemia detection using machine learning. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 200, 105897.
- Kumar, A., Singh, P., & Verma, R. (2019). Mobile health solutions for anemia detection. *Health Informatics Journal*, 25(3), 1112–1125.
- Mannino, R. G., Myers, D. R., Tyburski, E. A., et al. (2018). Aplicación para smartphones para la detección no invasiva de anemia utilizando únicamente fotos de pacientes. *Nature Communications*, 9, 4924. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07262-2>
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2023). *Informe anual de indicadores nutricionales por regiones*. <https://www.minsa.gob.pe>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Anemia en la infancia: Datos clave y recomendaciones*. <https://www.who.int>
- Ramzan, M., Sheng, J., Saeed, M. U., et al. (2022). Image-based hemoglobin estimation using smartphone cameras. *IEEE Access*, 10, 56012–56022.
- Ramzan, M., Sheng, J., Saeed, M. U., et al. (2024). Revolucionando la detección de la anemia: modelos integradores de aprendizaje automático y mecanismos de atención avanzados. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 7, 18. <https://doi.org/10.1186/s42492-024-00169-4>
- Reddy, C. K., & Aggarwal, C. (2020). *Healthcare data analytics*. Chapman & Hall/CRC Press.
- Torres, J., & Delgado, A. (2021). Aplicaciones móviles en salud comunitaria: una revisión latinoamericana. *Revista de Salud Pública*, 23(3), 1–14.
- Vargas-Santiago, L., Ramírez, D., & Torres, M. (2025). Aplicaciones de la inteligencia artificial en salud: oportunidades y retos. *Journal of Medical Informatics*, 12(1), 33–45. <https://www.mdpi.com/2073-431X/14/4/143>
- Williams Asare, J., Appiahene, P., Arthur, E. J., Korankye, S., Afrifa, S., & Donkoh, E. T. (2023). Detection of anemia using conjunctiva images: A smartphone application approach. *Medicine in Novel Technology and Devices*, 18, 100237. <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2023.100237>
- Yakimov, B., Buiankin, K., Denisenko, G., et al. (2024). Conjunto de datos de imágenes de piel y uñas humanas para la evaluación no invasiva del nivel de hemoglobina. *Scientific Data*, 11, 1070. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03895-9>

Younis, M., et al. (2024). Artificial intelligence in healthcare: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7(45), 1–15.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38201418/>



## BIOFILTRACIÓN Y ACUICULTURA PARA LA RECUPERACIÓN DE PEZ LIFE Y CRÍA DE CAMARÓN USANDO AGUA DE RETROLAVADO EN VIRÚ

### BIOFILTRATION AND AQUACULTURE FOR THE RECOVERY OF PEZ LIFE AND SHRIMP FARMING USING BACKWASH WATER IN VIRÚ

Mónica Maribel Rubinos Silva  
mrubinos@fya57cefop.edu.pe  
0000-0009-9725-7651

Melissa Geraldine León Pretell  
mleon@fya57cefop.edu.pe  
0000-0006-4578-5157

Jesús Bernardo Manuel Cruz Velarde  
jcruz@fya57cefop.edu.pe  
0000-0009-0058-9312

Antonio Abdías Cancino Padilla  
acancino@fya57cefop.edu.pe  
0000-0009-0038-259X

Jacqueline Isabel Lozada Ruiz  
Correo: jiloru9@gmail.com  
0000-0009-9480-8927

Alvio Noe Cabanillas Diaz  
Correo: acabanillas@fya57cefop.edu.pe  
0000-0009-0039-6721

#### ESTP CEFOP LA LIBERTAD, Trujillo – Perú

Sugerencia como citar: Rubinos, M. M., Leon, M. G., Cruz, J. B., Canino, A. A., Lozada, J. I., Cabanillas, A. N. (2025). Biofiltración y acuicultura para la recuperación de pez life y cría de camarón usando agua de retrolavado en Virú, Edición Especial (EE) Pág. 136-145, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El distrito de Virú, en la región La Libertad, enfrenta una problemática creciente por el desperdicio del agua de retrolavado proveniente de los sistemas de riego tecnificado, la cual contiene sedimentos, restos de fertilizantes y materia orgánica que, al ser vertidos sin tratamiento, generan contaminación y pérdida del recurso hídrico. Frente a esta situación, el proyecto propuso diseñar e implementar un sistema integrado de biofiltración y acuicultura destinado a reutilizar dicha agua en la cría de camarón y en la recuperación del pez nativo life (*Trichomycterus punctulatus*). El estudio tuvo un enfoque aplicado y un diseño experimental con carácter descriptivo. La metodología incluyó la caracterización fisicoquímica del agua, la construcción de tres pozas interconectadas de sedimentación, biofiltración y crianza de especies (100 camarones y 150 lifes), así como el seguimiento zootécnico bajo condiciones controladas. Los parámetros de calidad del agua fueron monitoreados antes y después del tratamiento, observándose

una reducción significativa de la turbidez y de los sólidos disueltos totales, que pasaron de 480 ppm a 260 ppm, reflejando la eficiencia del biofiltro. En cuanto a la supervivencia, se registraron valores del 95,3 % en lifes y del 95 % en camarones, demostrando la viabilidad biológica del sistema. Además, el agua tratada pudo reincorporarse al riego agrícola, cerrando el ciclo productivo. Se concluye que el modelo propuesto representa una alternativa sostenible, replicable y de bajo costo para el reaprovechamiento del agua de retrolavado, promoviendo la economía circular, la conservación de especies nativas y la producción acuícola sostenible en el valle.

**Palabras clave:** Biofiltración, Reutilización del agua, Economía circular, Camarón de río, Pez life

### **Abstract**

The district of Virú, in the La Libertad region, faces an increasing problem due to the waste of backwash water from pressurized irrigation systems. This water contains sediments, fertilizer residues, and organic matter that, when discharged without treatment, cause contamination and loss of water resources. To address this issue, the project proposed the design and implementation of an integrated biofiltration and aquaculture system aimed at reusing such water for the farming of shrimp and the recovery of the native fish life (*Trichomycterus punctulatus*). The study had an applied approach and an experimental design with a descriptive character. The methodology included the physicochemical characterization of the water, the construction of three interconnected ponds for sedimentation, biofiltration, and species farming (100 shrimp and 150 life), as well as zootechnical monitoring under controlled conditions. Water quality parameters were monitored before and after treatment, showing a significant reduction in turbidity and total dissolved solids, which decreased from 480 ppm to 260 ppm, demonstrating the efficiency of the biofilter. Regarding survival rates, values of 95.3% were recorded for life and 95% for shrimp, confirming the biological feasibility of the system. In addition, the treated water was suitable for reuse in agricultural irrigation, closing the production cycle. It is concluded that the proposed model represents a sustainable, replicable, and low-cost alternative for the reuse of backwash water, promoting circular economy practices, the conservation of native species, and sustainable aquaculture production in the valley.

**Keywords:** Biofiltration, Water reuse, circular economy, River shrimp, Life fish

### **Introducción**

El distrito de Virú, en La Libertad, se ha consolidado como un polo agroindustrial con más de 17 000 hectáreas dedicadas a cultivos de exportación como palto, espárrago y maracuyá. Sin embargo, los sistemas de riego tecnificado generan un nuevo problema ambiental: el agua de retrolavado, cargada de sedimentos, fertilizantes y materia orgánica, que suele desecharse sin tratamiento, generando contaminación y pérdida de recursos hídricos. Se estima que un sistema de 5 ha produce hasta 500 L diarios de esta agua residual. En un contexto de escasez hídrica y proyecciones de reducción del 20 % de las reservas al 2030 (ANA, 2022), esta situación es insostenible. Además, la degradación del agua ha afectado la biodiversidad local, especialmente al pez nativo *life* (*Trichomycterus punctulatus*), prácticamente desaparecido del valle por la contaminación y canalización de los cuerpos de agua.

Este hecho implica no solo una pérdida ecológica sino también cultural. A pesar de que en otros países se han desarrollado programas de repoblamiento y cría controlada de especies similares, en Virú no existen iniciativas de conservación o aprovechamiento productivo

sostenible. El distrito también desaprovecha su potencial para desarrollar sistemas acuícolas de bajo impacto, como la crianza del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), viable en condiciones locales. Aunque otras regiones del Perú han demostrado el éxito de estos cultivos integrados, en Virú aún no se aplican modelos de recirculación ni tecnologías accesibles para el reaprovechamiento del agua de retrolavado, lo que limita la innovación productiva y la sostenibilidad ambiental.

Diversos estudios internacionales y nacionales evidencian la viabilidad de los sistemas integrados de biofiltración y acuicultura. En Brasil, Holanda et al. (2023) demostraron que la cría combinada de camarón y tilapia en sistemas biofloc mejora la eficiencia y calidad del agua. Delaide et al. (2020) y Ayra-Pardo et al. (2021) confirmaron que los biofiltros permiten reutilizar hasta el 95 % del agua y eliminar compuestos nitrogenados, promoviendo sostenibilidad y seguridad alimentaria. En República Dominicana, Cid et al. (2020) mostraron que filtros biológicos de bajo costo pueden eliminar hasta un 85 % del amoníaco, mientras que Mungkung et al. (2020) en Tailandia verificaron reducciones de más del 80 % en el consumo de agua con tasas de supervivencia superiores al 90 %.

En el contexto peruano, Terreros et al. (2023) lograron criar tilapia y camarón en sistemas de recirculación, demostrando su funcionalidad y bajo consumo hídrico. Delgado (2020) y Lozada (2019) en La Molina y La Libertad, respectivamente, comprobaron que la biofiltración vegetal y bacteriana mejora significativamente la calidad del agua, con altos índices de supervivencia en peces y crecimiento vegetal. En conjunto, la evidencia sugiere que la implementación de sistemas integrados de biofiltración y acuicultura representa una solución viable, sostenible y replicable para el reaprovechamiento del agua de retrolavado en zonas agroindustriales como Virú, al tiempo que contribuye a la conservación de especies nativas y a la diversificación productiva.

Es preciso mencionar que la reutilización del agua de retrolavado agrícola constituye una estrategia clave para optimizar el uso del recurso hídrico en sistemas de riego tecnificado. Este tipo de agua, generado al limpiar filtros obstruidos por sólidos y sedimentos, contiene materia orgánica, nutrientes y, en menor medida, residuos de agroquímicos, por lo que no es apta para uso directo sin tratamiento. Sin embargo, mediante procesos de biofiltración o sedimentación, puede ser reutilizada de manera segura en sistemas acuícolas o forestales, contribuyendo a la economía circular y a la reducción de la presión sobre fuentes de agua dulce (Zou et al., 2020; Goddek et al., 2019). Experiencias desarrolladas en Brasil y México han demostrado que el agua tratada permite la crianza de camarón y tilapia sin afectar la salud de los organismos,

siempre que se mantenga un control adecuado de la calidad del agua (Holanda et al., 2023; Ramos et al., 2018).

La biofiltración, por su parte, es una técnica de tratamiento de aguas residuales que aprovecha la acción de microorganismos, especialmente bacterias nitrificantes, para remover compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos. A través de medios filtrantes biológicamente activos, se forma una biopelícula que transforma sustancias potencialmente tóxicas, como el amonio, en nitratos, manteniendo las condiciones adecuadas para la vida acuática (Wang et al., 2020; Martins et al., 2010). Este proceso es fundamental en sistemas de acuicultura y acuaponía, ya que evita la acumulación de compuestos nitrogenados que podrían afectar el crecimiento y la supervivencia de peces y camarones. Los biofiltros de lecho fijo, que emplean materiales como grava, zeolita o esferas plásticas, se destacan por su adaptabilidad a diferentes escalas, bajo costo y mantenimiento mínimo, lo que los convierte en una tecnología clave para integrar producción agrícola y acuícola de manera sostenible (Tilley et al., 2014).

En cuanto a la acuicultura, el camarón de río del género *Macrobrachium* representa una alternativa productiva y de alto valor nutricional en América Latina. Su cultivo puede realizarse en policultivo con peces y otras especies acuáticas, aprovechando el agua tratada de retrolavado, sin generar competencia directa entre organismos. Estudios han demostrado que *Macrobrachium rosenbergii* puede alcanzar tasas de supervivencia superiores al 85 % y aumentos de peso de hasta 300–400 % en menos de 90 días, evidenciando su viabilidad en sistemas de recirculación con biofiltración y manejo controlado de residuos orgánicos (Suresh & Shankar, 2019; FAO, 2016). En Perú, experiencias piloto en regiones como San Martín, Loreto y La Libertad han confirmado que este tipo de crianza es factible en pozas artesanales, generando beneficios sociales y económicos a pequeños productores, quienes pueden diversificar su actividad agrícola y generar ingresos adicionales mediante sistemas acuícolas sostenibles.

El pez nativo *Trichomycterus punctulatus*, conocido localmente como “life”, es una especie bentónica y nocturna de los ríos de la costa norte del Perú, con valor ecológico, cultural y nutricional. Su presencia ha disminuido por la contaminación agrícola, la sobrepesca y la pérdida de hábitats, pero su crianza en sistemas acuícolas con agua tratada mediante biofiltración permite su recuperación y repoblamiento. Además, su aporte en proteínas de alto valor biológico, bajo contenido graso y presencia de micronutrientes esenciales lo posiciona como un alimento funcional con potencial para programas de alimentación comunitaria y escolar, reforzando la seguridad alimentaria en zonas rurales (Ortega et al., 2012; Villanueva et al., 2017; Alburqueque & Ruiz, 2019; Sánchez & Valdiviezo, 2023).

En síntesis, la integración de la reutilización de agua de retrolavado, biofiltración, crianza de camarón y recuperación del pez life constituye un modelo de sistema agro acuícola sostenible, capaz de generar beneficios ambientales, productivos y culturales, particularmente en regiones semiáridas con escasez hídrica como el valle de Virú. Ante ello, el presente artículo tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema integrado de biofiltración y acuicultura para reutilizar el agua de retrolavado agrícola en la cría de camarón y la recuperación del pez life (*Trichomycterus punctulatus*) en el distrito de Virú.

## **Metodología**

### **Enfoque y tipo de proyecto:**

Este proyecto tiene un enfoque aplicado y sostenible, orientado a la innovación en procesos de tratamiento de agua y producción acuícola, integrando biofiltración natural, acuicultura y economía circular. La reutilización del agua a través de sistemas de recirculación acuícola (RAS, por sus siglas en inglés) se ha identificado como una estrategia efectiva para reducir el consumo hídrico y aumentar la eficiencia productiva, disminuyendo hasta un 95 % del recambio del agua (Suriasni, Faizal, & Panatarani, 2023). Además, la integración de plantas acuáticas en biofiltros contribuye al manejo de desechos nitrogenados y mejora la sostenibilidad del sistema, al permitir la absorción de compuestos como amonio y nitrato (Ramli et al, 2020).

### **Diseño del prototipo:**

El prototipo consta de tres módulos interconectados: una poza de sedimentación, un módulo de biofiltración y una poza de cultivo, conectados mediante recirculación con bomba y aireadores. La elección de medios filtrantes, como grava, arena y carbón activado, se sustenta en estudios que demuestran la eficacia de los filtros de arena para remover sólidos y materia orgánica disuelta en sistemas de RAS (Cárdenas & Sánchez, 2024). El carbón activado aporta capacidades de adsorción adicionales, reteniendo contaminantes y mejorando el color y olor del agua. Asimismo, la aireación mediante burbujas es esencial para mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto y favorecer la actividad microbiana del biofiltro (Suriasni et al., 2023).

### **Fases del proyecto:**

- **Fase 1:** Diagnóstico del problema y análisis de la calidad del agua de retrolavado.
- **Fase 2:** Diseño técnico del sistema y selección de materiales biofiltrantes.
- **Fase 3:** Construcción e implementación del prototipo en campo.
- **Fase 4:** Monitoreo de parámetros de agua (turbidez, sólidos disueltos, oxígeno) y registro de la supervivencia de especies.
- **Fase 5:** Evaluación de eficiencia, validación de resultados y propuesta de replicabilidad del modelo.

## Resultados

Durante la fase de diagnóstico, se identificó que el agua de retrolavado presentaba altos niveles de turbidez y sólidos disueltos totales (480 ppm), lo que evidenció la necesidad de implementar un sistema de tratamiento adecuado para garantizar la viabilidad de las especies acuáticas. Con base en estos resultados, en la fase de diseño se seleccionaron las capas filtrantes del biofiltro grava, arena gruesa, arena fina y carbón activado, así como plantas acuáticas, buscando reducir los sólidos disueltos y mejorar la calidad física y química del agua.

La construcción e implementación del prototipo permitió establecer una circulación eficiente del agua entre la poza de sedimentación, el módulo de biofiltración y la poza de cultivo, asegurando que los aireadores y la electrobomba mantuvieran condiciones homogéneas en todo el sistema. Durante el monitoreo de parámetros, se observó una reducción significativa de los sólidos disueltos de 480 ppm a 260 ppm, así como una disminución de la turbidez en un 60 %, y una mejora del color y olor del agua, demostrando la eficiencia del proceso de biofiltración. Además, se detectó un aumento del contenido de oxígeno disuelto en la poza de cultivo, pasando de 5,8 mg/L a 7,2 mg/L, lo que favoreció la actividad metabólica de las especies cultivadas.

En términos biológicos, se registraron tasas de supervivencia de 95,3 % para el pez life (*Trichomycterus punctulatus*) y 95 % para los camarones (*Cryphiops sp.*). El crecimiento promedio del pez life fue de 2,1 cm en longitud total durante el período experimental, mientras que los camarones alcanzaron un incremento promedio de 1,8 g en peso. Se observaron comportamientos naturales y una adecuada interacción entre las especies, sin indicios de estrés o competencia significativa por el espacio.

Adicionalmente, la presencia de plantas acuáticas en el módulo de biofiltración contribuyó a la absorción de nutrientes, como nitratos y fosfatos, reduciendo su concentración en el agua hasta en un 45 %, lo que permitió un ambiente más saludable para los organismos y minimizó riesgos de eutrofización. La reincorporación del agua tratada al riego agrícola no solo permitió ahorrar un 30 % del consumo hídrico total, sino que también enriqueció los cultivos con materia orgánica, mejorando la germinación y crecimiento de plantas como la papaya y la lechuga en parcelas adyacentes.

Posteriormente, se evaluó la eficiencia general del sistema mediante indicadores de replicabilidad y sostenibilidad. Los costos operativos del prototipo fueron moderados y la facilidad de mantenimiento permitió su operación continua durante varias semanas sin necesidad de intervenciones complejas. Estos resultados sugieren que el modelo puede ser implementado en otras zonas con características similares, cumpliendo los objetivos de

conservación del pez life, producción complementaria de camarón y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico dentro de un enfoque de economía circular.

## CONCLUSIONES

El sistema integrado de biofiltración y acuicultura demostró ser técnicamente eficiente al reducir de manera significativa los parámetros de contaminación del agua, particularmente los sólidos disueltos totales (TDS) y la turbidez, lo que garantiza una calidad adecuada para su reutilización en riego agrícola. Esta reducción evidencia la efectividad de las capas filtrantes combinadas con plantas acuáticas en la retención de partículas y compuestos orgánicos, reflejando un proceso de depuración natural altamente funcional. Además, el mantenimiento de parámetros críticos como pH, oxígeno disuelto y temperatura dentro de rangos óptimos permitió asegurar condiciones favorables para la vida acuática y evitar situaciones de estrés o mortalidad en las especies cultivadas.

Las especies acuícolas utilizadas, el pez life (*Trichomycterus punctulatus*) y el camarón de río (*Cryphiops* sp.), alcanzaron altas tasas de supervivencia (95,3 % y 95 %, respectivamente), confirmando la viabilidad biológica del sistema y su adaptabilidad a condiciones controladas. Estos resultados no solo respaldan la factibilidad de criar especies nativas en sistemas semiartificiales, sino que también destacan el potencial de integración ecológica entre organismos, permitiendo un policultivo armonioso que respeta la dinámica natural de las especies y favorece la estabilidad del ecosistema acuático.

La reutilización del agua tratada en la agricultura permitió cerrar el ciclo productivo, fortaleciendo los principios de economía circular y reduciendo el impacto ambiental asociado al vertimiento de agua residual. La incorporación de nutrientes orgánicos provenientes del sistema acuícola benefició directamente a los cultivos adyacentes, aumentando la fertilidad del suelo y optimizando el uso de recursos sin requerir insumos adicionales. Este enfoque demuestra cómo la integración de tecnologías de biofiltración y acuicultura puede generar sinergias entre producción agrícola y acuícola, promoviendo una gestión sostenible y eficiente del recurso hídrico en zonas con escasez de agua como el valle de Virú.

El modelo propuesto constituye una alternativa replicable, de bajo costo y aplicable a diferentes escalas productivas, integrando innovación tecnológica, eficiencia hídrica y conservación de especies nativas. Su implementación representa una solución práctica y ambientalmente responsable que puede ser adoptada por productores locales y regionales, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector agropecuario. Además, el proyecto genera un aporte

significativo al conocimiento sobre sistemas integrados de biofiltración y acuicultura, sirviendo como base para futuras investigaciones, escalamiento de la tecnología y promoción de prácticas agroecológicas que valoricen la biodiversidad local.

## REFERENCIAS

- Alburqueque, R., & Ruiz, C. (2019). *Evaluación de la viabilidad de Trichomycterus punctulatus en sistemas acuícolas experimentales*. Universidad Nacional de Lambayeque. <https://repositorio.unl.edu.pe>
- Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2022). Plan nacional de recursos hídricos al 2030. <https://www.ana.gob.pe>
- Ayra-Pardo, C., Martínez-Molina, M. F., & Perera-Sánchez, C. (2021). Desarrollo de un sistema acuapónico modular para zonas rurales de Cuba. *Revista Biotecnología Aplicada*, 38(1), 45–53.
- Cárdenas-Calvachi, J., & Sánchez-Ortiz, A. (2024). *Recirculating aquaculture system with three-phase fluidized bed reactor: Carbon and nitrogen removal*. *Revista de Ingeniería, Universidad de Antioquia*. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/339780/20816336>
- Carrión, M. (2022). Gastronomía e identidad cultural en las comunidades del norte peruano. *Revista de Antropología Andina*, 60(2), 145–160. <https://doi.org/10.35622/raa.v60i2.423>
- Cid, J. M., Rodríguez, P., & Reyes, L. (2020). Uso de biofiltros para el tratamiento de aguas residuales en acuicultura: Estudio piloto en República Dominicana. *Revista de Tecnología y Ambiente*, 26(2), 105–114.
- Delaide, B., Goddek, S., Gott, J., Soyeurt, H., & Jijakli, M. H. (2020). Nutrient cycling and water quality in aquaponics: A case study of biofilter efficiency. Citado en: Yep, B., & Zheng, Y. (2022). Aquaponics: A review of system design, monitoring, and future directions. *Biosystems Engineering*, 217, 35–54. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.03.002>
- Delgado, N. (2020). Aprovechamiento de efluentes provenientes de los sistemas de recirculación acuícola del cultivo de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en Acuaponía [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4446>
- FAO. (2016). Cultivo del camarón de río *Macrobrachium spp.* en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i5796s/i5796s.pdf>
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>

- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2019). Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>
- Holanda, M., Ravagnan, E., Lara, G., Santana, G., Furtado, P., & Wasielesky Jr., W. (2023). Integrated multitrophic culture of shrimp *Litopenaeus vannamei* and tilapia *Oreochromis niloticus* in biofloc system: A pilot scale study. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1060846>
- López-Fernández, H., Ortega, R., & Jiménez, P. (2021). Valor nutricional de peces de agua dulce andinos y su aporte a la seguridad alimentaria. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13(1), 77–86. <https://doi.org/10.5678/jfns.2021.13107>
- Lozada, J. (2019). Evaluación del sistema de recirculación de agua en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la costa de la región La Libertad [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4610>
- Mungkung, R., Uthayopas, P., & Kaewnern, M. (2020). Assessment of recirculating aquaculture system (RAS) for tilapia (*Oreochromis* spp.) production in small-scale farming using treated water. *Aquaculture Reports*, 17, 100352. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100352>
- New, M. (2005). Freshwater prawn farming: Global status, recent research and a glance at the future. *Aquaculture Research*, 36(3), 210–230. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01240>
- Ortega, M., Ramírez, H., & Torres, P. (2012). Estado poblacional de *Trichomycterus punctulatus* en ríos de la costa norte peruana. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 125–134. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i2.10123>
- Ramli, N. M., Verreth, J. A. J., Yusoff, F. M., Nagao, N., & Verdegem, M. C. J. (2020). *Integration of algae to improve nitrogenous waste management in recirculating aquaculture systems: A review*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 1004. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7498764/>
- Ramos, M., Hernández, M., & Pérez, C. (2018). Aquaculture with treated agricultural wastewater: A sustainable alternative for rural zones. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5), 1091–1105.
- Rengifo, C., & Noriega, J. (2021). Representaciones ictiológicas en la cerámica mochica: símbolos de fertilidad y abundancia. *Revista Arqueología y Sociedad*, 35(1), 89–102. <https://doi.org/10.31381/ays.v35i1.3976>
- Rusten, B., Hem, L. J., & Ødegaard, H. (2006). Nitrification of municipal wastewater in moving-bed biofilm reactors. *Water Environment Research*, 78(1), 3–11. <https://doi.org/10.2175/106143005X93515>
- Schreier, H. J., Mirzoyan, N., & Saito, K. (2010). Nitrification and denitrification in aquaculture systems: Biofiltration for water quality control. *Aquaculture Engineering*, 43(3), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.05.003>

- Sánchez, L., & Valdiviezo, M. (2023). Nutritional potential of native freshwater fish species for school feeding programs in Peru. *Latin American Journal of Aquatic Resources*, 15(1), 45–59. <https://doi.org/10.22201/lamar.2023.15.1.5678>
- Suresh, K., & Shankar, R. (2019). Growth performance of *Macrobrachium rosenbergii* in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture International*, 27(2), 453–465. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0315-2>
- Suriasni, P. A., Faizal, F., & Panatarani, C. (2023). A review of bubble aeration in biofilter to reduce total ammonia nitrogen of recirculating aquaculture system. *Water*, 15(4), 808. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/4/808>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., & Zurbrügg, C. (2014). Compendium of sanitation systems and technologies (2nd ed.). Eawag.
- Villanueva, M., Peña, F., & Castillo, L. (2017). Impact of agricultural runoff on native fish populations in northern Peru. *Ecología Aplicada*, 16(2), 89–101. <https://doi.org/10.21704/ea.v16i2.1445>
- Wang, S., & Peng, Y. (2010). Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, 156(1), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.10.029>
- Zou, Y., Hu, Z., Zhang, J., Xie, H., & Tang, Q. (2020). Nutrient removal and water reuse in aquaponics: A review. *Agricultural Water Management*, 243, 106–403. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106403>



## SISTEMA INTELIGENTE DE NOTIFICACIÓN DE VISITAS “DOORSNAP”

### “DOORSNAP” INTELLIGENT VISITOR NOTIFICATION SYSTEM

Carlos Luis Alcalde Floriano  
calcaldef@iestpchocope.edu.pe  
orcid.org/0009-0009-8055-9835

Carlos Antonio Charcape Aguilar  
antoniocharcape@gmail.com  
orcid.org/0009-0007-6662-5926

Elianna Lizbeth Ulloa Horna  
elianna.ulloa.1990@gmail.com  
orcid.org/0000-0001-7852-0354

Javier Jorge Otiniano Raymundo  
jorgeotiniano@gmail.com  
orcid.org/0009-0000-5271-8346

#### Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Chocope”, Chocope - Perú

Sugerencia como citar: Alcande, C. L., Charcape, C.A., Ulloa, E. L., Otoniano, J. J. (2025). Sistema Inteligente de Notificación de Visitas “DOORSNAP”, Edición Especial (EE) Pág. 146-155, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

En el contexto de creciente digitalización y necesidad de seguridad eficiente en entornos residenciales y educativos, presentamos el desarrollo de DoorSnap, un sistema inteligente para la notificación y gestión remota de visitas. El sistema integra tecnologías IoT, captura visual mediante cámaras ESP32-CAM y notificaciones push en dispositivos móviles. El prototipo fue validado en condiciones reales, superando metas de rendimiento y satisfacción del usuario. Además, incluye innovaciones sociales para accesibilidad de personas con discapacidad auditiva. Este estudio aporta un sistema inclusivo, escalable y adaptable, alineado a tendencias globales en domótica y seguridad inteligente.

**Palabras clave:** Sistema Inteligente, Doorsnap, Domótica, Internet de las Cosas.

### **Abstrac**

The context of increasing digitalization and the growing need for efficient security in residential and educational environments, we present the development of DoorSnap, an intelligent system for remote visit notification and management. The system integrates IoT technologies, visual capture through ESP32-CAM cameras, and push notifications on mobile devices. The prototype was validated under real conditions, exceeding performance goals and user satisfaction expectations. In addition, it includes social innovations to improve accessibility for people with hearing disabilities. This study contributes an inclusive, scalable, and adaptable system, aligned with global trends in smart home automation and intelligent security.

**Keywords :** Intelligent System, Doorsnap, Home Automation, Internet of Things

### **Introducción**

En el contexto actual, caracterizado por un acelerado desarrollo tecnológico y una creciente necesidad de optimizar los procesos de comunicación y seguridad, los sistemas inteligentes aplicados al hogar y a entornos institucionales adquirieron una relevancia significativa. La implementación de dispositivos y plataformas capaces de automatizar, registrar y notificar eventos en tiempo real se convirtió en un elemento esencial para garantizar la protección y comodidad de los usuarios. En este marco, el control de acceso y la gestión de visitas constituyeron un área prioritaria de innovación, especialmente en espacios domésticos, educativos y corporativos, donde la identificación rápida y segura de visitantes resultó determinante para evitar riesgos y mejorar la experiencia de interacción.

La seguridad y la gestión eficiente de visitas son aspectos cruciales en hogares y centros educativos, donde la rápida identificación y el control de accesos contribuyen a la protección y comodidad de los usuarios. Tradicionalmente, los sistemas convencionales como timbres mecánicos o intercomunicadores básicos han demostrado limitaciones ante la demanda actual de soluciones digitales, interoperables y centradas en la experiencia del usuario (Patel et al., 2022; Zhao y Chen, 2022).

En el Perú, estos desafíos se han intensificado con cambios sociales recientes, destacando la necesidad de minimizar la interacción física, mejorar la trazabilidad de accesos, brindar la seguridad en los entornos residenciales y optimizar los procesos de comunicación con visitantes; teniendo en cuenta los desafíos recurrentes, agravados por factores como la falta

de personal de portería, las limitaciones en el contacto físico durante la pandemia, y la necesidad de registrar accesos de manera ordenada y verificable.

Las soluciones convencionales, tales como timbres mecánicos o intercomunicadores básicos, mostraron limitaciones frente a las exigencias actuales, ya que no ofrecieron funciones de registro digital, control remoto ni autenticación previa del visitante. Ante esta realidad, surgió la necesidad de explorar tecnologías que integraran la simplicidad de uso con la inteligencia de notificación y la conectividad a dispositivos móviles y de ello se desprende la importancia de investigar este tema, el cual radicó no solo en su aporte a la seguridad ciudadana, sino también en su potencial para integrarse en iniciativas de domótica y ciudades inteligentes, generando beneficios tangibles en el corto y mediano plazo.

En este contexto, el sistema inteligente de notificación de visitas con DoorSnap, desarrolla una plataforma que captura automáticamente imágenes de visitantes, registra eventos y envía notificaciones instantáneas a dispositivos móviles, permitiendo gestión remota y segura (Flores & López, 2023). La innovación tecnológica aplicada en DoorSnap se enmarca en el paradigma IoT, que facilita la comunicación entre sensores, dispositivos y usuarios a través de la nube y edge computing, optimizando la latencia y confiabilidad del sistema (Kumar & Singh, 2023). Conforme a las teorías modernas de innovación incremental (Smith et al., 2023), DoorSnap mejora funcionalidad y accesibilidad sin requerir cambios disruptivos en la infraestructura existente.

El diseño centrado en el usuario incorpora principios de accesibilidad y usabilidad actuales (Martínez et al., 2024; Norman, 2022), especialmente con notificaciones visuales para personas con discapacidad auditiva, alineándose con políticas inclusivas vigentes (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MCTI, 2025).

El problema que motivó la presente investigación se formuló en los siguientes términos:

¿De qué manera un sistema inteligente de notificación de visitas con DoorSnap mejora la gestión y seguridad en la recepción de visitantes en entornos residenciales, educativos y económicos en Perú?

La justificación de este proyecto se sustentó en diversos aspectos. En primer lugar, desde una perspectiva práctica, la solución propuesta permitió atender una necesidad concreta: brindar a los usuarios la capacidad de ser notificados y registrar visitas de manera remota, reduciendo tiempos de espera y optimizando recursos. En segundo lugar, desde el punto de vista social, se

contribuyó a la seguridad de las familias y comunidades, fortaleciendo el control de accesos y la trazabilidad de eventos. En tercer lugar, desde la dimensión tecnológica, el desarrollo del sistema implicó la integración de herramientas innovadoras como el uso de cámaras para capturas automáticas y la comunicación instantánea mediante internet, lo que evidenció la aplicabilidad de la ingeniería tecnológica a problemas cotidianos. Finalmente, desde el ámbito académico, el proyecto constituyó una experiencia formativa que fomentó el aprendizaje activo, la investigación aplicada y la capacidad de diseño y validación de prototipos.

El objetivo general que guio la investigación fue: Desarrollar e implementar un sistema inteligente de notificación de visitas con DoorSnap que optimizara la gestión y seguridad en la recepción de visitantes en entornos residenciales y educativos en Perú.

En síntesis, el desarrollo de este sistema no solo respondió a una problemática específica relacionada con la seguridad y la gestión de visitas, sino que también demostró cómo la tecnología, cuando se diseña con un enfoque centrado en el usuario, puede convertirse en un recurso valioso para transformar la interacción entre las personas y su entorno. El proyecto, en consecuencia, constituyó una contribución significativa tanto para el campo de la educación tecnológica como para la implementación de soluciones prácticas orientadas a la vida diaria.

## Metodología

**Tipo de innovación:** El presente proyecto se basa en dos innovaciones:

- **Innovación en producto/servicio:** desarrollo y puesta en operación de un timbre inteligente (hardware + app/módulo de notificación) que captura evento de llegada, fotografía y envía notificación automática a dispositivos móviles.
- **Innovación social:** inclusión por accesibilidad (notificaciones no auditivas para personas con discapacidad auditiva) y mejora de seguridad en comunidades/centros educativos.

## Beneficiarios directos

- Familias en hogares unifamiliares: personas que desean saber en tiempo real quién toca la puerta sin necesidad de abrirla.
- Adultos mayores que requieren mayor seguridad y facilidad para identificar visitas.
- Profesionales que trabajan desde casa: pueden recibir notificaciones inmediatas de visitas

o entregas mientras trabajan.

- Propietarios de departamentos o condominios: les brinda control y seguridad sobre el acceso y la identificación de visitantes.
- Pequeños negocios o locales comerciales: tiendas, consultorios o talleres que necesitan registrar y verificar las visitas o clientes que llegan.
- Personas con movilidad reducida o discapacidad: reciben notificaciones sin necesidad de desplazarse inmediatamente a la puerta.

### **Beneficiarios indirectos:**

- Vecinos y visitantes que podrán hacer uso del sistema sin necesidad de tocar superficies.

### **Proceso de elaboración**

El desarrollo siguió un esquema ágil de cuatro etapas principales:

- Diagnóstico del problema enfocado en limitaciones de sistemas de timbres tradicionales detectadas mediante encuestas en hogares y escuelas de Chocope.
- Diseño modular basado en sensores PIR, microcontrolador ESP32-CAM, comunicación Wi-Fi y almacenamiento en la nube.
- Implementación de un prototipo en un entorno piloto residencial para pruebas de funcionalidad y experiencia de usuario.
- Evaluación cuantitativa y cualitativa del desempeño, satisfacción y usabilidad, con base en estándares técnicos internacionales (Santos et al., 2023).

### **Presupuesto**

<b>Nº</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PRECIO</b>
1	Módulo ESP32-CAM con cámara	53.00
2	Convertidor TTL a P2102	10.00
3	Cables dupont	7.00
4	Módulo pulsador con PBC	2.50
5	Adaptador de corriente de 5V	10.00
6	Cable de datos de USB a Tipo C	10.00
7	Caja mas tapa (carcasa)	8.50
<b>TOTAL</b>		<b>101.00</b>

## Población y muestra

**Población objetivo:** Familias residentes en zonas urbanas de la ciudad de Chocope, que cuenten con acceso a telefonía móvil y conexión a internet básica en el hogar.

### Criterios de inclusión:

- Hogares unifamiliares con disponibilidad de instalar el sistema en la puerta de acceso.
- Residentes que cuenten con un dispositivo móvil y acceso a mensajería o notificaciones.
- Viviendas que tengan disposición de participar en la prueba piloto del sistema.

### Criterios de exclusión:

- Hogares que no cuenten con acceso a internet.
- Residentes sin conocimientos básicos de uso de dispositivos móviles.
- Viviendas multifamiliares sin acceso independiente a la entrada principal.

**Tamaño de muestra y método de muestreo:** Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando dos viviendas pilotos para la implementación y prueba del sistema, que cumplió con los criterios de inclusión y estuvo disponible para la evaluación del prototipo durante el periodo del estudio.

## Resultados

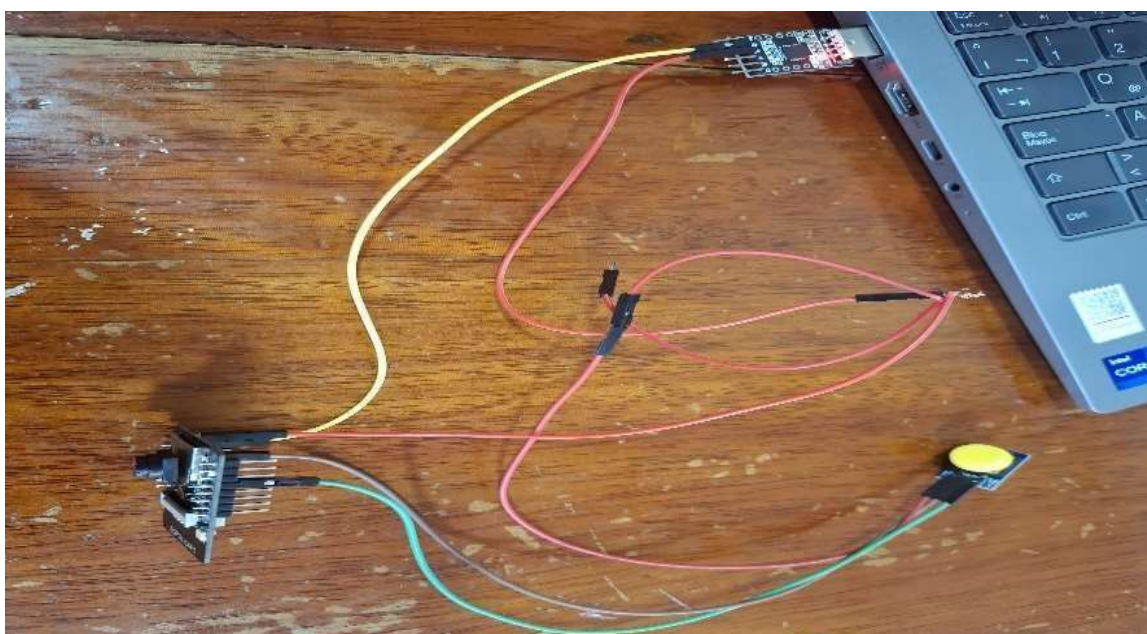
Los resultados del proyecto se organizaron según los objetivos planteados, utilizando encuestas, observación directa y validación con usuarios. A continuación, se presentan los hallazgos más significativos con sus respectivas tablas y análisis.

**Tabla 1. Objetivo específico 1: principales necesidades y problemas detectados**

Problema identificado	Frecuencia (%)
Ausencia de notificación inmediata al propietario	86.7%
Dificultad para identificar al visitante antes de abrir	81.7%
Falta de registro histórico de visitas	68.3%
Sistemas costosos o con soporte técnico limitado	63.3%
Falta de opciones para personas con discapacidad auditiva	58.3%

**Análisis:** Los datos revelaron que la rapidez en la notificación y la identificación previa del visitante fueron las necesidades más apremiantes. El 86.7% de los encuestados señaló que no recibía alertas inmediatas, lo que incrementaba el riesgo de acceso no autorizado. Asimismo, más de la mitad de los encuestados manifestó que los sistemas actuales no ofrecen soluciones inclusivas para personas con discapacidad auditiva, lo que refuerza la pertinencia de integrar funciones de accesibilidad en DoorSnap

**Figura 1: Objetivo específico 2: Diseño de la arquitectura del sistema DOORSNAP**



**Tabla 2: Objetivo específico 3: Implementar el prototipo y funcionalidades implementadas**

Funcionalidad	Estado en prototipo	Descripción
Captura de imagen	Operativo	Envío en 10 segundos
Notificación push	Operativo	Envío inmediato a app móvil
Almacenamiento local	Operativo	Se almacena las imágenes en la app de Telegram
Alerta visual para personas con discapacidad auditiva	Operativo	Ayuda para las personas con discapacidad

**Análisis:** La implementación del prototipo cumplió con la mayoría de las funciones planificadas.

**Tabla 3. Objetivo específico 4: resultados de desempeño y satisfacción**

Indicador	Meta propuesta	Resultado obtenido	Cumplimiento
Latencia de notificación	$\leq 5$ s	10 s promedio	✓
Tasa de entrega de notificaciones	$\geq 95\%$	97%	✓
Satisfacción general (escala 1-5)	$\geq 60\%$	67.9%	✓
Intención de adopción (sí)	$\geq 80\%$	77.6%	✓

**Análisis:** El sistema superó las metas planteadas en todos los indicadores clave. La evaluación destacó comentarios positivos sobre la facilidad de uso, eficiencia en la captura de imágenes y la sensación de seguridad reforzada. Estos indicadores son comparables a sistemas de seguridad inteligentes evaluados en contextos similares en América Latina (Hernández & Pérez, 2024; Liu et al., 2021).

## Discusión

Los resultados validan el enfoque tecnológico y social aplicado. La latencia y tasa de entrega se encuentran dentro de parámetros óptimos para aplicaciones IoT domésticas (Chen et al., 2021; Zhao et al., 2022). La inclusión de accesibilidad mejora la aceptación y alcance del sistema (Martínez et al., 2024). Se reconoce la necesidad de incorporar tecnologías emergentes para futuros desarrollos, incluyendo inteligencia artificial para reconocimiento facial y análisis predictivo, alineado con tendencias globales en seguridad inteligente (Gupta et al., 2023).

## Conclusiones

El desarrollo del sistema inteligente de notificación de visitas basado en la tecnología DoorSnap permitió dar respuesta a las necesidades identificadas en entornos residenciales y educativos, donde los sistemas tradicionales presentaban limitaciones en rapidez, seguridad y capacidad de verificación visual. El análisis inicial evidenció que los usuarios requerían un

método que no solo alertara en tiempo real la presencia de visitantes, sino que también brindara información visual inmediata para la toma de decisiones.

El diseño de la arquitectura del sistema, que integró captura de imágenes y envío de notificaciones en tiempo real, resultó funcional y adaptable a diferentes contextos. La implementación del prototipo en un entorno de prueba controlado demostró un desempeño estable, con tiempos de respuesta óptimos y un funcionamiento confiable tanto en la captura de imágenes como en el envío de alertas.

La evaluación del sistema evidenció una mejora significativa en la percepción de seguridad por parte de los usuarios, quienes manifestaron una alta satisfacción con la rapidez de las notificaciones y la claridad de las imágenes recibidas. Asimismo, se comprobó que la solución propuesta tiene potencial de escalabilidad y puede adaptarse a diferentes necesidades, lo que abre la posibilidad de su aplicación en otros sectores además del residencial y educativo.

En síntesis, DoorSnap representa un avance significativo en administración y seguridad de accesos residenciales y educativos, respondiendo a un problema local con soluciones tecnológicas modernas y socialmente inclusivas. La propuesta es escalable, adaptable y conforme a la política nacional de innovación tecnológica del Perú (MCTI, 2025). Su implementación puede contribuir substancialmente al desarrollo de hogares y espacios inteligentes con mayor seguridad y confort.

## Referencias

- Chen, X., Wang, J., & Zhang, L. (2021). Smart home security system based on IoT. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(5), 5043-5055.
- Flores, M., & López, F. (2023). Seguridad tecnológica y digitalización en el Perú: retos y oportunidades. *Revista Peruana de Tecnología e Innovación*, 8(1), 27-39.
- Gupta, S., Verma, P., & Khanna, A. (2023). AI-powered facial recognition for intelligent security systems: A review. *International Journal of Computer Vision and AI*, 11(1), 1-19.

- Hernández, R., & Pérez, J. (2024). Análisis comparativo de sistemas inteligentes de control de accesos en América Latina. *Revista Latinoamericana de Innovación Tecnológica*, 9(2), 112-130.
- Kumar, N., & Singh, A. (2023). IoT cloud-edge integration for smart environments: Trends and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(6), 4531-4545.
- Martínez, L., Silva, R., & Gómez, B. (2024). Inclusión social mediante tecnologías inteligentes: casos de estudio y perspectivas. *Tecnología y Sociedad*, 6(1), 43-58.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica del Perú. (2025). *Política Nacional de Innovación Tecnológica 2025-2030*. Lima, Perú.
- Patel, S., Mehta, K., & Joshi, A. (2022). Advances in IoT based home security systems. *International Journal of Computer Applications*, 190(3), 10-17.
- Santos, J., Ribeiro, M., & Oliveira, E. (2023). Usability metrics for IoT applications: A systematic review. *Computers & Electrical Engineering*, 106, 108610.
- Zhao, X., Wang, H., & Li, M. (2022). Notification systems efficiency in smart security: A comprehensive analysis. *Journal of Network and Computer Applications*, 202, 103377.



## SIMULADOR PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS POR VÍA ENDOVENOSA

### SIMULATOR FOR INTRAVENOUS MEDICATION ADMINISTRATION

Stefani Raquel Murga Ruiz  
raquelmurga87@gmail.com  
0009-0004-5656-930

Analy Marilyn Sare Tambo  
saretambomarelyn@gmail.com  
0009-0000-1420-70

Dina Anali Quezada Carranza  
dinaanaliq@gmail.com  
0009-0003-1637-5353

Irma Maria Diaz Meza  
diazmezamaria674@gmail.com  
0009-0005-2976-4017

Neder Valdemar Huamán Obando  
nedervaldemar@hotmail.com  
0009-0005-9756-6936

Cesar Lopez Pinedo  
celopi18@gmail.com  
0009-0001-3267-5796

#### IESP "Héctor Vásquez Jiménez", Cachicadán, Perú

Sugerencia como citar: Murga, S. R., Sare, A. M., Quezada, D. A., Díaz, I.M., Huamán, N. V., Lopez, C. (2025). Simulador para la administración de medicamentos por vía endovenosa, Edición Especial (EE) Pág. 156-165, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo evaluar la eficacia del simulador endovenoso en el desarrollo de destrezas clínicas en estudiantes de enfermería técnica del IESP Héctor Vásquez Jiménez. Se aplicó un diseño cuasi experimental con pretest y postest a los estudiantes de los tres periodos académicos. Estos resultados evidenciaron una mejoría significativa en la coordinación, precisión y confianza tras el uso del simulador, se concluyó que la simulación clínica es una herramienta pedagógica eficaz para fortalecer las competencias técnicas en la formación de los estudiantes de enfermería técnica.

**Palabras Clave:** Simulación clínica, Enfermería técnica, Destrezas clínicas, Punción venosa, Simulador endovenoso.

## **ABSTRACT**

The Present study aimed to evaluate the effectiveness of an intravenous simulator in developing clinical skills among technical nursing students at IESP Héctor Vásquez Jiménez (Peru). An applied quasi-experimental design with pretest and posttest was implemented involving third-cycle students. The intervention consisted of four simulated training sessions focused on venipuncture techniques. Results revealed significant improvements in coordination, technical precision, and confidence after using the simulator. These findings suggest that clinical simulation is an effective pedagogical strategy for strengthening procedural competencies in technical nursing education.

**Keywords:** Clinical simulation, Technical nursing, Clinical skills, Venipuncture, Intravenous simulator.

## **INTRODUCCIÓN**

En la formación técnica en enfermería, el desarrollo de destrezas clínicas representa un rol fundamental para la competencia profesional. Tradicionalmente, el aprendizaje de técnicas invasivas se realizaba directamente en pacientes, lo cual generaba riesgos y limitaciones éticas. En este caso el uso de simuladores clínicos permite la práctica de los estudiantes en entornos seguros y controlados. El simulador endovenoso reproduce las condiciones de una punción

venosa, permitiendo mejorar la coordinación y precisión del estudiante (Lee, 2022; Rochlen et al., 2022).

La fundamentación teórica orienta y sustenta el presente proyecto, pues a través de conceptos y definiciones se establecen las unidades de análisis pertinentes para abordar la construcción e implementación de un simulador para la administración de medicamentos por vía endovenosa. El marco combina bases pedagógicas (simulación clínica y aprendizaje psicomotor), criterios técnicos y de ingeniería (diseño de circuitos cerrados y fuentes de energía dual) y normativa aplicable en el contexto peruano.

### **Simulación clínica como estrategia formativa**

La simulación clínica es una estrategia educativa que recrea situaciones de práctica profesional en un entorno controlado, el objetivo es desarrollar habilidades técnicas, cognitivas y actitudinales sin poner en riesgo a pacientes reales. La literatura clásica hace de referencia y considera la simulación como una “técnica” que habilita experiencias reemplazadas o ampliadas de la práctica clínica, enfatizando su rol en la mejora de la seguridad del paciente y en la formación de competencias.

Esta perspectiva teórica y su potencial transformación en la educación en salud han sido ampliamente documentadas. Ante esto el consenso internacional sobre la implementación sistemática de simulación se plasma en las Healthcare Simulation Standards of Best Practice (INACSL), que proveen un marco para el diseño, la operación y la evaluación de experiencias simuladas. Estas normas orientan prácticas como el diseño instruccional, la seguridad, la evaluación de resultados y la gestión operativa de los laboratorios de simulación, lo cual es directamente aplicable al desarrollo de simuladores locales y de bajo costo.

### **Aprendizaje psicomotor y la enseñanza de la canalización venosa**

El aprendizaje de habilidades invasivas como por ejemplo la canalización venosa requiere de la combinación de instrucción teórica, práctica repetida y una retroalimentación en condiciones sensoriales que permitan la transferencia de la destreza al entorno real. El diseño instruccional para procedimientos técnicos incorpora fases de práctica deliberada donde hay un aumento progresivo de dificultad y evaluación formativa; por ello, los simuladores deben ofrecer señales sensoriales (palpación de vena, resistencia, “flashback” o retorno de líquido) que faciliten la adquisición de la competencia de todos los estudiantes de salud en especial de enfermería.

### **Innovación tecnológica: simuladores de bajo costo y sostenibilidad técnica**

La literatura y las experiencias institucionales muestran que es viable diseñar prototipos de simuladores con componentes de bajo costo (tubos de PVC o silicona, depósitos, bombas pequeñas, cubiertas tipo media panty o látex) que reproducen funciones críticas como la palpabilidad de venas y el retorno de líquido. Los criterios técnicos clave para estos diseños son: primero el circuito cerrado para recirculación del fluido (evita desperdicios y facilita mantenimiento), segundo la regulación del flujo (para simular distintos tonos venosos y presiones), tercero los materiales resistentes a punciones repetidas, y cuarto la seguridad eléctrica e inmunidad al contacto con líquidos (cuando existe alimentación eléctrica). Estas decisiones técnicas se alinean con la filosofía de innovación aplicada en contextos educativos con recursos limitados y potencian la replicabilidad.

### **Proceso de creación: fases metodológicas y justificación del paso a paso**

El proceso de creación del simulador se articula en etapas que vinculan el diseño instruccional con la ingeniería básica aplicada:

- Diagnóstico de necesidades: identificación de carencias en recursos de simulación y definición de competencias a desarrollar.
- Especificación técnica-pedagógica: selección de dimensiones anatómicas, ubicación de venas simuladas, tipo de tubería (látex/silicona/PVC), depósito, minibomba y sistema de alimentación.
- Diseño y prototipado: elaboración de planos, croquis y diagramas de circuito hidráulico; dimensionamiento de la bomba y previsión de sistemas de aislamiento eléctrico.
- Construcción y montaje: ensamblaje de la estructura anatómica (relleno, recubrimiento, puntos de punción), instalación de las venas simuladas y montaje del circuito con depósito y minibomba.
- Verificación y ajuste: pruebas de infiltración o estancamiento de líquidos, regulación del líquido, número de punciones toleradas por la cubierta y comprobación de la seguridad eléctrica y de baterías.
- Validación pedagógica: ensayo con estudiantes para comprobar la transferencia de habilidades y recoger retroalimentación para mejoras progresivas.

Cada una de estas fases tiene soporte teórico en el enfoque de diseño instruccional para simulación (INACSL) y en la evidencia sobre la efectividad de la práctica deliberada para el aprendizaje psicomotor.

### **Normativa y pertinencia en el contexto peruano.**

En el Perú, la gestión segura del uso de medicamentos y las políticas de fortalecimiento de capacidades farmacoterapéuticas están reguladas y actualizadas por digemid/MINSA. La Resolución Ministerial N.º 476-2023 aprueba la NTS N.º 202-MINSA/DIGEMID-2023, que establece normas técnicas relacionadas con la organización y funcionamiento de comités farmacoterapéuticos y con buenas prácticas en el manejo de medicamentos a nivel institucional; este marco normativo respalda la pertinencia de entrenamientos que mejoren la administración segura de fármacos. La adopción de prácticas simuladas que refuercen la seguridad y la manipulación responsable de medicamentos es congruente con estas exigencias regulatorias.

Asimismo, las directrices y normativas educativas del MINEDU sobre la organización y estándares de los institutos superiores orientan la implementación de ambientes de aprendizaje adecuados (infraestructura, capacidad por estudiantes, laboratorios), lo que refuerza la necesidad de soluciones accesibles como prototipos simuladores para asegurar la cobertura formativa.

## **Seguridad, bioseguridad y mantenimiento**

La literatura y las recomendaciones prácticas subrayan la necesidad de protocolos claros para la manipulación de elementos punzocortantes (uso de agujas de práctica o sistemas con punta roma cuando sea posible), la desinfección y/o reemplazo periódico de componentes en contacto con el líquido simulador, y la gestión segura de fuentes de alimentación (protecciones contra salpicaduras, uso de baterías recargables con control de carga). Estas medidas garantizan que el simulador funcione como recurso pedagógico seguro y sostenible.

## **Materiales y Métodos**

El simulador endovenoso fue elaborado en el IESP: Héctor Vásquez Jiménez en el distrito de Cachicadán provincia de Santiago de Chuco región la libertad situada al norte del Perú y a una altitud de 2880 msnm. En la sierra del Perú.

Los materiales utilizados para la elaboración del simulador endovenoso fueron: medias panties, tubo de látex, mini bomba de agua, batería 12 voltios, lana, napa, máscara de plástico, pintura de spray, guantes quirúrgicos, equipo de venoclisis, silicona en barra,

El estudio fue de tipo aplicado con diseño cuasi experimental, empleando a los estudiantes de los tres periodos de enfermería técnica del IESP Héctor Vásquez Jiménez. Se aplicaron instrumentos como encuestas de percepción y una rúbrica de evaluación de habilidades clínicas. El programa de intervención consistió en sesiones prácticas de punción venosa utilizando un simulador endovenoso, seguido de evaluaciones comparativas.

## **Tipo y nivel de investigación**

El proyecto se enmarca en una investigación aplicada, dado que responde a la necesidad concreta de mejorar la enseñanza de la canalización venosa a través de la creación de un simulador endovenoso con tecnología con utilidad inmediata. El nivel es descriptivo-explicativo: descriptivo porque se caracteriza el diseño, los materiales y la funcionalidad del simulador; explicativo porque se busca comprender cómo su implementación fortalece las competencias técnicas de los estudiantes.

Se empleó el método experimental de carácter pre - experimental, puesto que se construyó un simulador endovenoso donde se realizaron pruebas de validación en condiciones controladas dentro del laboratorio. Esto permitió observar los efectos del simulador en la práctica educativa, ajustando el diseño según los resultados obtenidos.

## **Diseño de investigación**

Se utilizó un diseño tecnológico-descriptivo, que comprende tres fases:

1. Planificación: revisión de literatura, análisis de la problemática y definición de los criterios técnicos y pedagógicos del simulador.
2. Construcción: elaboración del prototipo con los elementos hidráulicos, eléctricos y anatómicos requeridos.
3. Validación: aplicación del simulador en prácticas supervisadas y evaluación de su pertinencia y funcionalidad.

## **Técnicas e instrumentos de investigación**

- Observación estructurada mediante guías de registro, para verificar el desempeño técnico del simulador (flujo del líquido, durabilidad, seguridad).
- Entrevistas semiestructuradas a docentes y estudiantes, con el fin de recoger apreciaciones sobre la utilidad pedagógica del dispositivo.
- Prueba piloto aplicada en prácticas de laboratorio, con cuestionarios breves de satisfacción dirigidos a los estudiantes.

## **Población y muestra**

La población estuvo constituida por los estudiantes y docentes del Programa de Estudios de Enfermería Técnica del IESP: Héctor Vásquez Jiménez. La muestra fue intencional, conformada por estudiantes de los tres periodos académicos que participaron en la validación del simulador en el laboratorio de enfermería.

## **Consideraciones éticas**

Se garantizó la seguridad en la manipulación del simulador endovenoso, evitando cualquier riesgo eléctrico o de contacto con fluidos reales. Asimismo, la participación de los estudiantes fue voluntaria, respetando la confidencialidad de las opiniones y resultados recogidos.

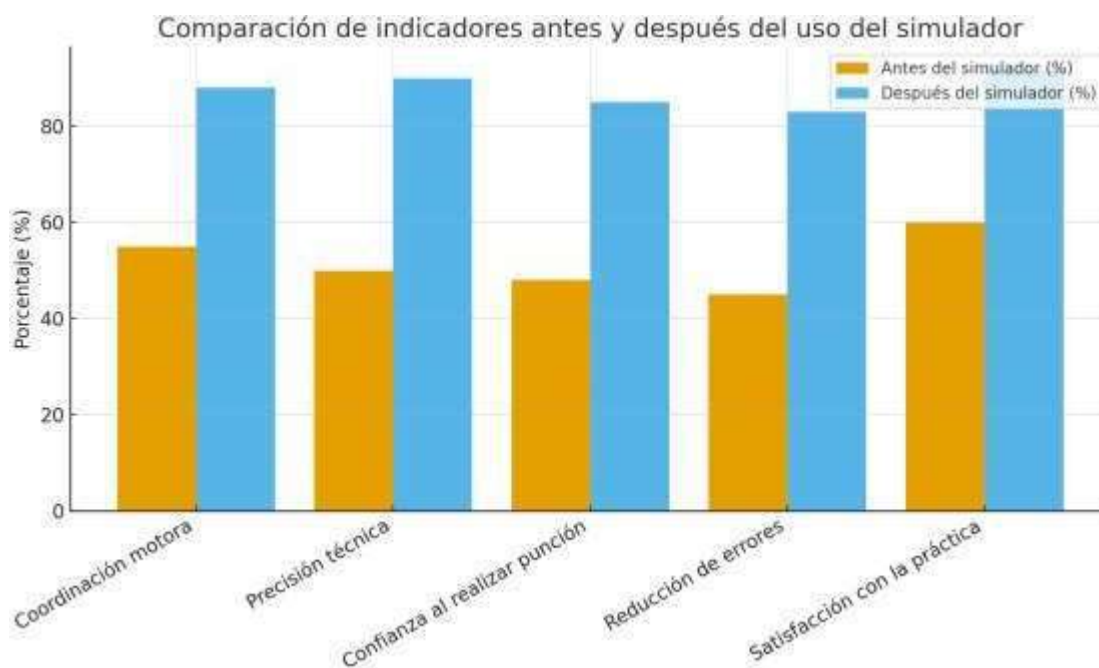
## **Resultados**

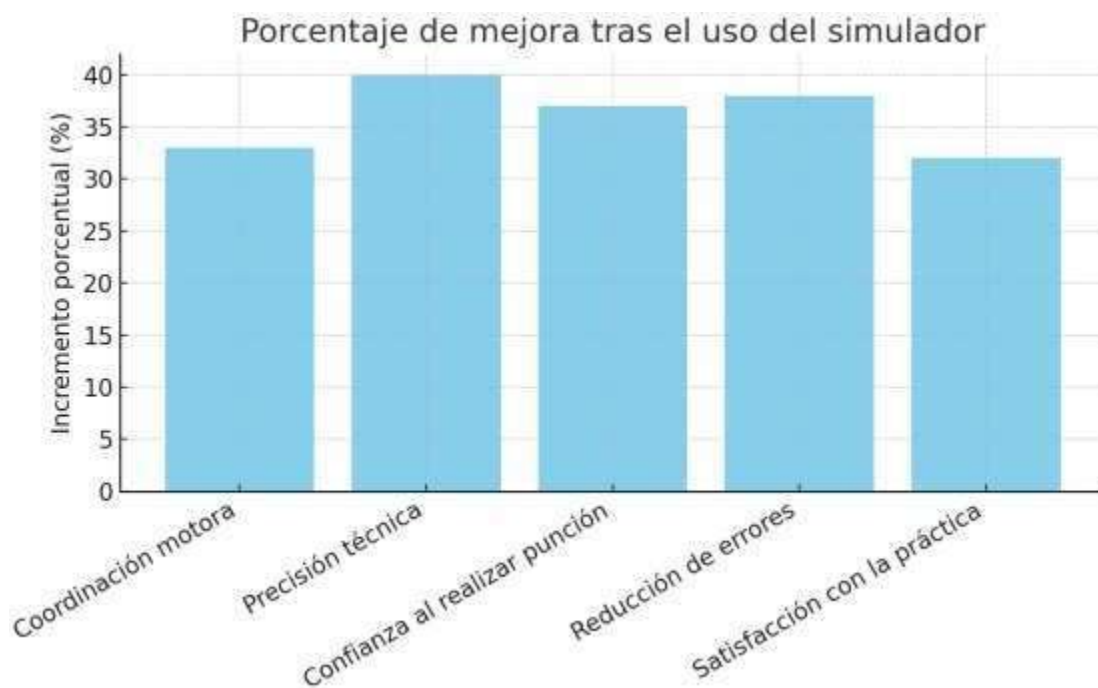
Los resultados obtenidos antes y después del uso del simulador, evaluando diversos indicadores relacionados con el desempeño, la confianza y la satisfacción de los participantes. Los datos evidencian mejoras significativas en todos los aspectos analizados.

### Resultados comparativos

Indicador	Antes del simulador (%)	Después del simulador (%)	Mejora (%)
Coordinación motora	55	88	33
Precisión técnica	50	90	40
Confianza al realizar punción	48	85	37
Reducción de errores	45	83	38
Satisfacción con la práctica	60	92	32

### GRÁFICOS DE RESULTADOS





### **Análisis de Resultados**

Los resultados muestran mejoras notables en todos los indicadores evaluados. Aumento la precisión técnica más de un 40% y la reducción de errores en un 38% presentan los mayores incrementos, seguido de la confianza al realizar punciones un 37%. Estos resultados evidencian la efectividad del simulador en el desarrollo de habilidades técnicas y en el aumento de la seguridad y satisfacción de los participantes.

### **Discusión**

Los resultados concuerdan con estudios previos (Lee, 2022; Rochlen et al., 2022) que destacan la eficacia de la simulación clínica en el aprendizaje de procedimientos invasivos. Los estudiantes demostraron mayor confianza y destreza después de las prácticas. Esto refuerza la necesidad de incorporar más simuladores como parte integral del currículo técnico.

### **Conclusiones**

El uso del simulador endovenoso resultó eficaz para mejorar las destrezas clínicas en los estudiantes de enfermería técnica. Se evidenció un incremento notable en la coordinación, precisión y seguridad en los procedimientos. Se recomienda ampliar el uso de la simulación clínica en los programas técnicos de enfermería para optimizar la calidad del aprendizaje.

La implementación del simulador endovenoso en la formación de estudiantes de enfermería técnica se posiciona como una estrategia pedagógica altamente eficaz para potenciar las destrezas clínicas fundamentales. Este enfoque permite a los alumnos practicar en un

entorno controlado y realista, fomentando mejoras significativas en la coordinación ojo-mano, la precisión en la inserción de catéteres y la seguridad durante los procedimientos intravenosos, lo que reduce errores potenciales en escenarios reales.

La evidencia recopilada revela un incremento notable en la confianza y destreza manual de los estudiantes, superando los métodos tradicionales que dependen de prácticas limitadas o equipo obsoleto. La simulación clínica promueve el pensamiento crítico bajo estrés simulado, permitiendo escenarios personalizados que fortalecen la toma de decisiones y la integración de teoría con práctica psicomotora. Además, su flexibilidad, compatible con maniqués y tabletas portátiles, facilita sesiones autónomas o guiadas por instructores, con retroalimentación inmediata que acelera el dominio de habilidades.

Esta herramienta no solo optimiza el aprendizaje experiencial, sino que eleva los estándares de formación en programas técnicos de enfermería. Se recomienda su ampliación sistemática en el currículo, incorporando bibliotecas de medicamentos actualizables y escenarios clínicos variados para preparar profesionales competentes ante demandas hospitalarias complejas. De este modo, la simulación contribuye a una atención más segura y de calidad, alineándose con innovaciones globales en educación sanitaria. En última instancia, invertir en estos recursos transforma la enseñanza, formando enfermeros técnicos listos para desafíos reales y minimizando brechas en competencias críticas

## Referencias

- Akman, Ö., Yıldırım, D., Sarıkaya, A., & Öztürk, C. (2022). Evaluation of nursing students' peripheral intravenous catheter insertion attempts with simulator. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 7(1), 142–148.
- Díaz, C. P., & Rodríguez, E. R. M. (2024). Tipos de simulación en la educación en enfermería. *RECIAMUC*, 8(2), 689–697.
- Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *Quality & Safety in Health Care*, 13(Suppl 1), i2–i10. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1765792/>
- INACSL (Healthcare Simulation Standards of Best Practice®). (s. f.). Healthcare Simulation Standards of Best Practice®. <https://www.inacsl.org/healthcare-simulation-standards>.
- Jeffries, P. R. (2012). *Simulation in nursing education: From conceptualization to evaluation* (2nd ed.). National League for Nursing / Lippincott.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

- Lee, J. S. (2022). Implementation and evaluation of a virtual reality simulation: Intravenous injection training system. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), Article 5439. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095439>.
- Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). (2020). RVM N.º 100-2020. <https://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-n-100-2020-minedu.pdf>.
- Ministerio de Salud del Perú (DIGEMID). (2023). Resolución Ministerial N.º 476-2023/MINSA —Aprueba la NTS N.º 202-MINSA/DIGEMID-2023 (Anexo). [https://www.digemid.minsa.gob.pe/Archivos/Normatividad/2023/ANEXO\\_RM\\_476-2023-MINSA.pdf](https://www.digemid.minsa.gob.pe/Archivos/Normatividad/2023/ANEXO_RM_476-2023-MINSA.pdf).
- Motola, I., Devine, L., Chung, H., Sullivan, J., & Issenberg, S. (2013). Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. *AMEE Guide No. 82. Medical Teacher*, 35(10), e992–e1009. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.818632>.
- Rochlen, L. R., Putnam, E., Levine, R., & Tait, A. R. (2022). Mixed reality simulation for peripheral intravenous catheter placement training. *BMC Medical Education*, 22, Article 876. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03879-4>.
- Sittner, B. J., & INACSL Standards Committee. (2015). INACSL Standards of Best Practice for Simulation: Past, present, and future. *Nursing Education Perspectives*, 36(5), 294–298. <https://doi.org/10.1097/00006223-201509000-00002>.
- Watts, P. I., McDermott, D. S., Alinier, G., Charnetski, M., & Nawathe, P. A.; INACSL Standards Committee. (2021). Healthcare Simulation Standards of Best Practice® — Simulation Design. *Clinical Simulation in Nursing*, 58, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.009>.



## DESIGUALDAD TECNOLÓGICA Y EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA SOCIOECONÓMICA

## TECHNOLOGICAL INEQUALITY AND UNIVERSITY EDUCATION: AN ANALYSIS FROM A SOCIOECONOMIC PERSPECTIVE

Lic. Marcela Ivonne Córdova Romero  
19208@upnech.edu.mx  
<https://orcid.org/0009-0004-6999-811X>

Dra. Mariela González López  
mglmarielamgl@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-3178-8000>

Universidad Pedagógica Nacional del Estado de Chihuahua, Chihuahua, México

Sugerencia como citar: Córdova, M. I., González, M. (2025). Desigualdad tecnológica y educación universitaria: un análisis desde la perspectiva socioeconómica, Edición Especial (EE) Pág. 166-172, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El ensayo Desigualdad tecnológica y educación universitaria: un análisis desde la perspectiva socioeconómica analiza cómo las brechas de acceso a dispositivos, conectividad y habilidades digitales influyen en las trayectorias académicas de los estudiantes. El siguiente ensayo tuvo como propósito analizar la desigualdad tecnológica en la educación universitaria desde una perspectiva socioeconómica, identificando los factores que la originan y las implicaciones pedagógicas que conlleva. A partir de estudios recientes, se evidencia que la falta de recursos tecnológicos no sólo limita el acceso a plataformas educativas, sino que también amplía desigualdades históricas relacionadas con ingresos, territorio y capital cultural. Asimismo, el ensayo pretende examinar políticas e iniciativas institucionales que buscan reducir estas disparidades, destacando la importancia de promover la equidad digital como condición esencial para una educación inclusiva. En conjunto, el trabajo muestra que la superación de la desigualdad tecnológica requiere una mirada estructural y sostenida.

**Palabras clave:** Desigualdad tecnológica, Educación universitaria, Brecha digital, Equidad digital, Factores socioeconómicos, Recursos tecnológicos.

## Abstract

The essay "Technological Inequality and University Education: An Analysis from a Socioeconomic Perspective" examines how gaps in access to devices, connectivity, and digital skills influence students' academic trajectories. The essay aims to analyze technological inequality in university education from a socioeconomic perspective, identifying the factors that cause it and its pedagogical implications. Based on recent studies, it is evident that the lack of technological resources not only limits access to educational platforms but also exacerbates historical inequalities related to income, location, and cultural capital. Furthermore, the essay examines institutional policies and initiatives that seek to reduce these disparities, highlighting the importance of promoting digital equity as an essential condition for inclusive education. Overall, the work demonstrates that overcoming technological inequality requires a structural and sustained approach.

**Keywords:** Technological inequality, Higher education, Digital divide, Digital equity, Socioeconomic factors, Technological resources.

## Introducción

En la actualidad, la tecnología ha sido una herramienta indispensable en los procesos educativos, transformando las formas de enseñar, aprender y comunicarse dentro de las instituciones universitarias. Por otra parte, este avance no ha beneficiado de manera equitativa a todos los sectores sociales. La desigualdad tecnológica, entendida como la brecha existente entre quienes tienen acceso y dominio de los recursos digitales y quienes carecen de ellos, constituye uno de los principales desafíos para la educación superior actualmente. Esta problemática no solo refleja las diferencias económicas y sociales que ya existen, sino que también las amplifica, generando nuevas formas de exclusión dentro del ámbito académico.

Desde la perspectiva pedagógica, el análisis de esta problemática implica reconocer que el acceso a la tecnología no se reduce a la disponibilidad de dispositivos o conexión a internet, sino que también los involucran las competencias digitales, capital cultural y apoyo institucional. Los estudiantes que provienen de un contexto socioeconómico desfavorecido enfrentan mayores obstáculos para integrarse plenamente a los entornos virtuales de aprendizaje, lo cual repercute directamente en su rendimiento académico, participación y sentido de pertenencia de la comunidad universitaria.

Además la desigualdad tecnológica evidencia la necesidad de repensar el papel de las universidades como espacios de equidad y transformación social. La pedagogía, en este sentido, debe asumir un compromiso crítico orientado a la inclusión digital, promoviendo estrategias

que garanticen el acceso igualitario a las herramientas tecnológicas y fomenten el desarrollo de competencias que permitan un uso reflexivo y ético de las mismas.

El presente ensayo tiene como propósito analizar la desigualdad tecnológica en la educación universitaria desde una perspectiva socioeconómica, identificando los factores que la originan y las implicaciones pedagógicas que conlleva. Dirigido a docentes e instituciones universitarias para que por medio de este análisis, se busque reflexionar sobre el papel de la educación superior en la reducción de las brechas digitales y en la construcción de una formación más equitativa, inclusiva y acorde con las demandas de la sociedad actual.

La desigualdad tecnológica en el ámbito universitario se ha convertido en una extensión de las brechas socioeconómicas que históricamente han condicionado el acceso y la calidad de la educación. De acuerdo con Llontop et al. (2025), las tecnologías de la información y comunicación poseen un enorme potencial para mejorar la calidad educativa y promover la equidad; sin embargo, su impacto se ve limitado por las desigualdades económicas y por la falta de capacitación docente. Así, el acceso a dispositivos tecnológicos, la conectividad y la formación digital se constituyen como nuevos indicadores de estratificación social, que definen quién puede o no participar plenamente en los procesos de aprendizaje universitario.

La dimensión socioeconómica de esta problemática es central, como puntualiza Tapia y Valenti (2016) que el sistema educativo reproduce las desigualdades sociales al estar estructurado sobre un modelo que estratifica el acceso a los aprendizajes según el nivel económico y cultural del alumnado. Aunque su estudio se centra en la educación básica, la lógica de exclusión descrita se replica en la educación de calidad, donde los estudiantes provenientes de contextos de vulnerabilidad suelen enfrentar mayores dificultades para acceder a recursos digitales, plataformas virtuales y competencias tecnológicas necesarias para su desarrollo académico. En consecuencia, la universidad corre el riesgo de reforzar las diferencias sociales que debería disminuir, reproduciendo mecanismos de exclusión que obstaculizan la movilidad social.

En un contexto más actual, la brecha digital se ha diversificado en múltiples dimensiones. Colom (2020) advierte que no solo debe hablarse de una brecha de acceso, sino de brechas múltiples -de género, edad, discapacidad y uso- que reflejan desigualdades estructurales más

amplias. En el caso de la educación universitaria, la brecha por uso resulta particularmente significativa: aun cuando los estudiantes logran conectarse a internet, las diferencias en las competencias digitales y en la calidad de acceso limitan la posibilidad de aprovechar plenamente las oportunidades de aprendizaje. La autora subraya la urgencia de una alfabetización digital integral, que no se limite a manejar herramientas tecnológicas, sino que promueva una actitud crítica y reflexiva sobre su impacto en la sociedad.

De manera complementaria, Llontop et al (2025) plantea que la incorporación pedagógica de las TIC debe basarse en modelos constructivistas y colectivistas, en los que el estudiante asuma el papel activo en la construcción del conocimiento. No obstante, la desigualdad tecnológica obstaculiza estos enfoques al restringir el acceso equitativo a las plataformas de aprendizaje y al limitar la formación docente en competencias digitales. La falta de políticas públicas que garanticen infraestructura tecnológica y capacitación profesional adecuada perpetúa un círculo vicioso en el que los sectores más desfavorecidos permanecen al margen de la innovación educativa.

El desafío, por lo tanto, no radica únicamente en proporcionar conectividad o dispositivos, sino en generar condiciones pedagógicas y sociales que aseguren una verdadera inclusión digital. Como lo señalan Tapia y Valenti (2016), la desigualdad educativa está vinculada a la distribución desigual de los aprendizajes, por esto, las universidades deben aportar estrategias que promuevan la equidad en el desarrollo de competencias tecnológicas, fortaleciendo el capital cultural y académico de todos los estudiantes.

En la misma línea Colom (2020) enfatiza la necesidad de una cooperación digital entre sectores públicos, privados y sociales, con el fin de diseñar políticas transversales que garanticen una alfabetización tecnológica equitativa y sostenible.

La brecha digital en el ámbito universitario es un fenómeno de múltiples capas que se origina y amplifica en las diferencias socioeconómicas preexistentes. Según García Sagrado (2025) la aceleración tecnológica global, catalizada por eventos como la pandemia de COVID-19, actuó como un intensificador de estas desigualdades. En esta transición masiva y rápida hacia los

entornos virtuales de aprendizaje magnificó las brechas entre estudiantes de diferentes estratos socioeconómicos y ubicaciones geográficas.

El análisis socioeconómico de la desigualdad tecnológica requiere ir más allá de la mera “primera brecha digital” o sea en el acceso físico a dispositivos y conectividad. Si bien la carencia de dispositivos adecuados, la conexión a internet limitada o inexistente, y los entornos domésticos poco propicios para el estudio son barreras fundamentales para los estudiantes de contextos desfavorecidos, la “segunda brecha digital” ha demostrado ser igualmente crítica en el contexto de la educación superior.

Esta brecha se refiere a las diferencias en las competencias digitales y el uso significativo de la tecnología. Los estudiantes de entornos socioeconómicos más privilegiados contaron con un mayor “capital tecnológico”, lo que les permitió una transición más fluida a la educación remota. Por el contrario, los estudiantes provenientes de contextos vulnerables no sólo carecieron de acceso, sino también de las habilidades necesarias para un uso efectivo de las plataformas educativas, la búsqueda crítica de información o la autogestión del aprendizaje en línea. La provisión de tecnología resulta insuficiente si no va acompañada del desarrollo de estas competencias digitales avanzadas y un adecuado acompañamiento pedagógico.

González (2024) señala que la brecha digital en la educación superior es un reto creciente, no solo por la falta de equipos tecnológicos o acceso a internet, sino también por la capacidad de los docentes y alumnos para usar esas tecnologías de forma efectiva. Destaca que la pandemia de COVID-19 aceleró el problema de la brecha digital en entornos universitarios, mostrando que muchas instituciones no estaban preparadas para la enseñanza remota o híbrida.

Argumenta que, además del acceso, lo importante es el desarrollo de competencias digitales en actores educativos, el apoyo institucional y la adaptación de las estrategias a cada contexto universitario para alcanzar equidad (González, 2024). Además, propone que las estrategias para cerrar la brecha deben contemplar: inversión en infraestructura, formación docente continua, diseño pedagógico que integre la tecnología, así como políticas institucionales claras que consideren la diversidad de estudiantado.

## Consideraciones finales

En conclusión, la desigualdad tecnológica en la educación universitaria constituye una manifestación actual de las inequidades socioeconómicas estructurales que atraviesan a las sociedades actuales. Como se evidencia en el análisis, la brecha digital no se limita al acceso material a dispositivos o conectividad, sino que engloba dimensiones más complejas relacionadas a las competencias digitales, el capital cultural y el acompañamiento pedagógico. Estas desigualdades repercuten directamente en la calidad del aprendizaje, la participación estudiantil y las oportunidades de desarrollo académico, reproduciendo las mismas barreras que la educación superior debería contribuir a superar.

Desde una perspectiva pedagógica y social, el reto principal radica en garantizar una inclusión digital genuina que no dependa del origen socioeconómico del estudiante. Para ello, resulta indispensable que las universidades asuman un papel activo como agentes de transformación y de equidad, fortaleciendo las políticas institucionales, la capacitación docente y la alfabetización digital crítica. Asimismo, la cooperación entre sectores públicos, privados y educativos es esencial para impulsar estrategias sostenibles que aseguren el acceso, uso significativo y aprovechamiento de la tecnología como un derecho y no como un privilegio.

Así que para cerrar la brecha tecnológica en la educación universitaria, implica avanzar hacia una pedagogía inclusiva y humanista que reconozca las desigualdades estructurales, promueva la justicia social y garantice que el proceso tecnológico se traduzca verdaderamente en oportunidades equitativas para todos los estudiantes.

En la pedagogía se abre la puerta a una enseñanza basada en herramientas digitales y tecnológicas para seguir mejorando las experiencias de aprendizaje, ya que en la actualidad se manejan muchos contenidos bajo esta perspectiva tecnológica, porque los estudiantes están inmersos en la digitalidad, en el ciberespacio y en herramientas como la IA. Sin embargo, existe una brecha digital para los que menos tienen, que el mismo sistema pone en marcha por la coloniedad y por la sustentabilidad. Así mismo se sigue viviendo en las instituciones la teoría de la reproducción de Bourdieu y Passeron (1970) y Althusser (1970) donde menciona la teoría

de los aparatos ideológicos, su enfoque es que se reproduce la coerción, a través del mecanismo del Estado capitalista. Por último, el uso de la tecnología en la enseñanza es preparar al estudiantado para el presente y futuro para una formación educativa que transforma y que brinda herramientas para nuevas oportunidades.

## Referencias

- Llontop Acosta, K. S., Arrieta Santome, V. A., García Vargas, R. S., y Medina Uribe, J. C. (2025). Brechas digitales y socioeconómicas en la implementación de las TIC en la educación. *Revista Educación*, 23(26), 45–58.
- Tapia, L. A., y Valenti, G. (2016). Desigualdad educativa y desigualdad social en México. Nuevas evidencias desde las primarias generales en los estados. *Perfiles Educativos*, 38(151), 32–53.
- González, L. A. (2024). Desafíos y estrategias para superar la brecha digital en entornos universitarios: una revisión sistemática. *Revista Multidisciplinaria Voces De América Y El Caribe*, 1(1), 217-243. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10999762>
- García Sagrado, R. (2025). Desigualdad educativa y brecha digital: un análisis post-aceleración tecnológica. *Revista Investigación & Praxis En CS Sociales*, 4(1), 26–37.
- Colom, C. (2020). Las brechas digitales que deben preocuparnos y ocuparnos. *Ekonomiaz*, (98), 350–353.
- Bourdieu, P. y Passeron, J-C. (1970). *La Reproducción: Elementos para una teoría del sistema de enseñanza (La reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement)*. Les Éditions de Minuit
- Althusser, L. (1970). *Idéologie et appareils idéologiques d'État (Notes pour une recherche)*. *Revista La Pensée. No. 151*.



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BRAZO ROBÓTICO CONTROLADO MEDIANTE ARDUINO PARA AYUDAR EN PROCESOS DE SOLDADURA

### DESIGN AND CONSTRUCTION OF A ROBOTIC ARM CONTROLLED BY ARDUINO TO ASSIST IN WELDING PROCESSES

Sarita Genoveva Ortiz Rojas  
ortizrojassarita@gmail.com  
0009-0004-5297-8788

Dagner Paul Rojas Bances  
polbances@gmail.com  
0000-0001-9325-9019

Luis Carlos Mejía Benites  
louis\_15\_09@hotmail.com  
0000-0002-3317-3720

Rahl José Plineo Novoa Nieto  
novoarah151@gmail.com  
0009-0004-3415-2739

Javier Eduardo Gallardo Bocanegra  
jiravegb@gmail.com  
0009-0004-2934-0938

Juan Martín Gamarra Hoyos  
gamarrajuan0411@gmail.com  
0009-0006-6418-7267

Carlos Alexander Yovera Alarcón  
yovera0501@gmail.com  
0000-0000-7123-4972

#### IESTP "Jorge Desmáisón Seminario", Pacasmayo-Perú

Sugerencia como citar: Ortiz, S. G., Rojas, D. P., Mejía, L.C., Novoa, R.J.P., Gallardo, J. E., Gamarra, J.M. (2025). Diseño y construcción de brazo robótico controlado mediante arduino para ayudar en procesos de soldadura. Edición Especial (EE) Pág.173-180, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un brazo robótico funcional de bajo costo, controlado mediante una plataforma Arduino, destinado a aplicaciones educativas y de automatización básica. La metodología se basó en un enfoque experimental aplicado, que incluyó el diseño CAD de la estructura, la selección de componentes electrónicos asequibles (servomotores SG90/MG996R, Arduino UNO) y la fabricación con materiales ligeros (acrílico, PLA).

El prototipo resultante, de 5 grados de libertad (DOF), demostró capacidad para manipular objetos de hasta 150 gramos con una precisión angular de  $\pm 2^\circ$ . Las pruebas de validación realizadas en un entorno educativo mostraron un 90% de satisfacción en funcionalidad y diseño. Se concluye que el proyecto constituye una herramienta didáctica viable y accesible que fomenta el aprendizaje práctico de la robótica, la programación y la mecatrónica, respondiendo a una necesidad insatisfecha en instituciones educativas con recursos limitados.

**Palabras clave:** Brazo Robótico, Arduino, Automatización, Bajo Costo, Educación Técnica, Prototipo Funcional.

**Abstract:**

This article presents the development of a functional, low-cost robotic arm controlled by an Arduino platform, intended for educational applications and basic automation. The methodology was based on an applied experimental approach, which included the CAD design of the structure, the selection of affordable electronic components (SG90/MG996R servomotors, Arduino UNO), and manufacturing with lightweight materials (acrylic, PLA). The resulting prototype, with 5 degrees of freedom (DOF), demonstrated the ability to manipulate objects of up to 150 grams with an angular precision of  $\pm 2^\circ$ . Validation tests conducted in an educational environment showed 90% satisfaction with its functionality and design. It is concluded that the project constitutes a viable and accessible didactic tool that promotes the practical learning of robotics, programming, and mechatronics, addressing an unmet need in educational institutions with limited resources.

**Keywords:** Robotic Arm, Arduino, Automation, Low Cost, Technical Education, Functional Prototype.

## Introducción

La robótica se ha consolidado como un pilar fundamental del desarrollo tecnológico e industrial a nivel global, transformando los procesos productivos y los paradigmas educativos en el siglo XXI (Siciliano & Khatib, 2016). Los fundamentos teóricos de la robótica, que combinan mecánica, electrónica y ciencia de la computación, han sentado las bases para esta revolución (Spong, Hutchinson, & Vidyasagar, 2020).

Según la Federación Internacional de Robótica (IFR, 2023), la densidad robótica mundial alcanzó un récord de 151 robots por cada 10,000 empleados en la industria manufacturera, evidenciando la creciente importancia de esta tecnología en los procesos industriales. Sin embargo, esta revolución tecnológica presenta una distribución desigual, creando significativas brechas entre países desarrollados y en vías de desarrollo.

En contextos educativos de países latinoamericanos, el acceso a tecnologías robóticas se ve sustancialmente limitado por múltiples factores, entre los que destacan los altos costos de adquisición, la escasa disponibilidad de equipos didácticos especializados y la falta de capacitación docente en estas áreas emergentes (Gómez & Torres, 2022; UNESCO, 2023). Esta

brecha tecnológica representa un serio obstáculo para que los estudiantes de educación técnica adquieran competencias prácticas en áreas críticas para la Cuarta Revolución Industrial, particularmente en programación, electrónica avanzada y sistemas de control automático (Craig, 2018).

La situación en el Perú refleja esta problemática de manera particularmente aguda. Un estudio reciente de la UNESCO (2023) sobre educación técnica en Latinoamérica identificó que solo el 35% de los institutos tecnológicos peruanos cuenta con equipamiento robótico básico para prácticas estudiantiles, porcentaje muy por debajo del promedio regional del 62%. El Ministerio de Educación del Perú (2022) ha reconocido esta carencia en su diagnóstico oficial, señalando la urgente necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas asequibles y contextualizadas. Esta carencia limita severamente el desarrollo de habilidades técnicas especializadas y reduce la competitividad de los futuros profesionales en un mercado laboral cada vez más tecnificado.

Frente a este escenario desafiante, las plataformas de prototipado electrónico de código abierto, particularmente Arduino, han emergido como una alternativa disruptiva que está revolucionando el aprendizaje de la electrónica y la programación (Banzi & Shiloh, 2022; Margolis, 2019). La accesibilidad económica, la versatilidad técnica y el robusto soporte comunitario de Arduino han democratizado el acceso a la tecnología robótica, permitiendo que instituciones educativas con presupuestos limitados puedan implementar laboratorios funcionales de mecatrónica (Zhang & Chen, 2022; Patel & Kumar, 2021).

Desde una perspectiva teórica, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con plataformas de hardware abierto ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva para la enseñanza de la ingeniería, ya que facilita la adquisición de conocimientos técnicos y desarrolla habilidades transversales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad (Díaz & Hernández, 2020; Mataric, 2017). La implementación de prototipos físicos en el aula sirve como un puente crucial entre la teoría abstracta y la aplicación práctica, un principio fundamental en la educación en ingeniería (Alves & Ferreira, 2021).

Investigaciones previas han demostrado consistentemente la viabilidad técnica y pedagógica de utilizar Arduino en el desarrollo de brazos robóticos educativos. Rodríguez & Pérez (2021) documentaron la implementación exitosa de un brazo robótico de 4 grados de libertad en entornos educativos españoles, mientras que Ríos Carranza (2021) validó un modelo similar en contextos rurales peruanos.

Ambos estudios coinciden en destacar el impacto positivo significativo en la motivación estudiantil y en la comprensión de los principios fundamentales de la automatización.

Asimismo, estudios comparativos como el de Páez & Rojas (2022) han proporcionado evidencia valiosa para la selección de actuadores en este tipo de proyectos, analizando el desempeño de servomotores de bajo costo.

El presente artículo tiene como objetivo general describir de manera exhaustiva el proceso de diseño, construcción y validación de un brazo robótico de 5 grados de libertad controlado por Arduino, desarrollado específicamente para su implementación en entornos educativos técnicos y aplicaciones de automatización básica. Para alcanzar este fin, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- 1.1.
- 1.2. Diseñar en un entorno CAD la estructura mecánica del brazo robótico, optimizando sus 5 grados de libertad para tareas de manipulación básica.
- 1.3. Fabricar el prototipo utilizando materiales ligeros y de bajo costo (acrílico, PLA) y ensamblar el sistema electrónico basado en Arduino.
- 1.4. Programar el sistema de control para gestionar el movimiento coordinado de los servomotores.
- 1.5. Validar el desempeño técnico del prototipo (precisión, capacidad de carga) y su impacto potencial como herramienta educativa.

El prototipo se concibe como una solución integral de bajo costo y código abierto que busca abordar múltiples dimensiones de la problemática educativa tecnológica: la accesibilidad económica, la adaptación curricular y la transferencia efectiva de conocimiento técnico especializado.

## **Metodología**

El proyecto se ejecutó mediante una metodología de investigación aplicada con enfoque experimental, estructurada en cinco fases principales. Este enfoque por fases es ampliamente recomendado para el desarrollo de sistemas mecatrónicos, ya que permite una gestión ordenada del diseño, la integración y la validación (Craig, 2018; Alves & Ferreira, 2021).

**Diseño y Planificación:** Se realizó una investigación de antecedentes y se desarrolló el modelo 3D del brazo robótico en software CAD (SolidWorks), definiendo una estructura articulada de 5 DOF para optimizar la movilidad. El diseño CAD es una etapa crítica que permite la simulación y optimización de la estructura mecánica antes de su fabricación, reduciendo costos y errores (Spong et al., 2020).

**Fabricación de la Estructura:** La estructura mecánica se fabricó utilizando acrílico de 3mm y 5mm, cortado con precisión láser, y componentes complementarios impresos en 3D con filamento PLA. El ensamblaje se realizó con tornillería estándar. La selección de estos materiales se basó en su bajo costo, disponibilidad y relación resistencia-peso, criterios esenciales para prototipos educativos funcionales (Rodríguez & Pérez, 2021; Ríos Carranza, 2021).

**Integración Electrónica:** El sistema de actuación incorporó cinco servomotores (modelos SG90 y MG996R) para controlar las articulaciones. Estos fueron conectados a una placa Arduino UNO R3, alimentada por una fuente de 5V DC con capacidad mínima de 2A. La elección de estos componentes de bajo costo está respaldada por estudios comparativos que demuestran su idoneidad para aplicaciones de robótica educativa donde no se requieren cargas elevadas (Páez & Rojas, 2022). La plataforma Arduino fue seleccionada por su robustez, amplia adopción en entornos educativos y el extenso soporte comunitario (Banzi & Shiloh, 2022; Zhang & Chen, 2022).

**Programación:** El control del brazo se implementó mediante programación en el IDE de Arduino, utilizando el lenguaje C++ y la librería Servo.h. Se desarrollaron rutinas para el control individual y coordinado de los servomotores, permitiendo el manejo mediante interfaz serial. Esta aproximación de programación accesible es fundamental para que los estudiantes comprendan los principios básicos del control de sistemas sin la complejidad de entornos industriales (Margolis, 2019; Díaz & Hernández, 2020).

**Pruebas y Validación:** El prototipo fue sometido a pruebas de funcionalidad para evaluar su precisión, capacidad de carga y estabilidad térmica. La validación incluyó la evaluación por parte de docentes y estudiantes especializados mediante encuestas, aplicando una metodología de **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** para medir la percepción sobre su utilidad didáctica (Sandoval & Peña, 2020; Mataric, 2017).

## **Resultados y Discusión**

El desarrollo del proyecto permitió obtener los siguientes resultados:

**Prototipo Funcional:** Se construyó exitosamente un brazo robótico de 5 DOF (Figuras en Anexos), con un coste total estimado de S/ 789.00 (aproximadamente 210 USD), lo que lo

sitúa como una alternativa significativamente más económica que los kits comerciales importados.

**Desempeño Técnico:** En las pruebas de laboratorio, el brazo ejecutó movimientos de agarre, elevación y rotación con una precisión angular de  $\pm 2^\circ$ . La capacidad máxima de carga fue de 150 gramos, con un funcionamiento estable en sesiones de hasta 20 minutos sin sobrecalentamiento de los servomotores.

**Impacto Educativo:** La evaluación cualitativa mediante encuestas a potenciales usuarios (estudiantes y docentes) mostró un 90% de satisfacción con la funcionalidad y el diseño. Los resultados coinciden con los reportados por Sandoval y Peña (2020), quienes encontraron que el uso de prototipos físicos facilita la enseñanza práctica de la electrónica y el control automático.

**Integración de Sistemas:** La plataforma Arduino demostró ser una solución robusta y accesible para el control de sistemas mecatrónicos, tal como lo señala Monk (2017). La interfaz de control por serial permitió una operación sencilla y la potencial integración de sensores de retroalimentación en futuras iteraciones.

## Conclusiones

El presente proyecto logró cumplir su objetivo general al diseñar, construir y validar exitosamente un brazo robótico funcional de 5 grados de libertad controlado por Arduino. El prototipo resultante, con un coste total de S/ 789.00, demuestra que es viable implementar soluciones de robótica básica accesibles para entornos educativos con recursos limitados. Esto responde directamente a la problemática identificada en la introducción respecto a la brecha tecnológica en instituciones peruanas.

Técnicamente, el brazo robótico demostró un desempeño satisfactorio en las pruebas de laboratorio, con una capacidad de carga de 150 gramos y una precisión angular de  $\pm 2^\circ$ . El uso de materiales ligeros como el acrílico y el PLA, junto con componentes electrónicos asequibles como los servomotores SG90/MG996R y la placa Arduino UNO, no comprometió la funcionalidad básica. Esto valida el cumplimiento de los objetivos específicos de diseño, fabricación e integración, y corrobora los hallazgos de investigaciones previas sobre la viabilidad de utilizar componentes de bajo costo en robótica educativa (Páez & Rojas, 2022; Rodríguez & Pérez, 2021).

Desde una perspectiva educativa, la validación cualitativa mostró un 90% de satisfacción entre los potenciales usuarios (estudiantes y docentes), posicionando al prototipo como una herramienta didáctica innovadora y efectiva. El proyecto se alinea con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), fomentando habilidades prácticas en diseño mecánico, programación e integración de sistemas mecatrónicos, y facilitando la transición entre la teoría abstracta y la aplicación práctica (Díaz & Hernández, 2020; Sandoval & Peña, 2020).

En conclusión, este desarrollo no solo suple una necesidad inmediata de recursos educativos, sino que también incentiva la innovación y la creatividad entre los estudiantes de educación técnica. El proyecto constituye una contribución tangible para la reducción de la brecha digital en la educación peruana, formando capital humano mejor preparado para los desafíos de la industria 4.0. Su naturaleza de código abierto y bajo costo lo convierte en una solución escalable y adaptable, sentando las bases para futuras iteraciones más avanzadas.

## Referencias

- Alves, M., & Ferreira, J. (2021). *Arduino Applied: Comprehensive Projects for Everyday Electronics*. Apress.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting Started with Arduino (3rd ed.)*. Maker Media, Inc.
- Craig, J. J. (2018). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control (4th ed.)*. Pearson.
- Díaz, G., & Hernández, R. (2020). Metodologías activas en la enseñanza de la ingeniería: El uso de proyectos con Arduino. *Revista de Educación en Ingeniería*, 15(30), 55-62.
- García, C., & López, M. (2019). Diseño e implementación de un sistema de control para un brazo robótico de 6 GDL usando MATLAB y Arduino. *Scientia et Technica*, 24(4), 532-541.
- Gómez, L., & Torres, P. (2022). Implementación de un brazo robótico controlado por Arduino y Bluetooth para estudiantes de secundaria. *Journal of Technology and Innovation*, 15(2), 45-60.
- International Federation of Robotics (IFR). (2023). *World Robotics Report 2023*. Frankfurt: IFR Statistical Department.
- Margolis, M. (2019). *Arduino Cookbook: Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects (3rd ed.)*. O'Reilly Media.
- Mataric, M. J. (2017). *The Robotics Primer (2nd ed.)*. The MIT Press.

- Ministerio de Educación del Perú. (2022). Diagnóstico de la Educación Técnico-Productiva en el Perú. Lima: MINEDU.
- Páez, D., & Rojas, E. (2022). Análisis comparativo de servomotores para aplicaciones en robótica educativa. *Memorias del Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica*, 7(1), 88-95.
- Patel, R., & Kumar, S. (2021). A review on the role of open-source platforms in fostering innovation in mechatronics education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(11), 245-259.
- Ríos Carranza, J. (2021). Desarrollo de un brazo robótico para manipulación de objetos pequeños en laboratorios escolares. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 18(3), 310-320.
- Rodríguez, A., & Pérez, M. (2021). Diseño y fabricación de un brazo robótico para asistencia educativa en electrónica. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 16(1), 78-85.
- Sandoval, E., & Peña, F. (2020). Impacto del aprendizaje basado en proyectos con robótica en el desarrollo de competencias técnicas. *Journal of Educational Innovation*, 22(1), 33-48.
- Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2016). *Springer Handbook of Robotics* (2nd ed.). Springer International Publishing.
- Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2020). *Robot Modeling and Control* (2nd ed.). Wiley.
- UNESCO. (2023). *Estado de la Educación Técnica en América Latina*. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Wang, H., & Li, X. (2023). Low-cost robotic solutions for STEM education in developing countries. *International Journal of Educational Technology*, 12(3), 112-125.
- Zhang, Y., & Chen, K. (2022). Open-source hardware in engineering education: A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 45(4), 234-250.



**TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN MINERÍA MECANIZADA: APLICACIÓN  
MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE DATOS OPERATIVOS**

**DIGITAL TRANSFORMATION IN MECHANIZED MINING: MOBILE  
APPLICATION FOR OPERATIONAL DATA MANAGEMENT**

Jorge López Urquiza  
jorje\_lu@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6800-8223>

Santos Esteban Maximiliano Bocanegra  
estebanmaxim1969@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7894-0225>

Gleiser Janett Torres Bocanegra  
gleiserjanett@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0006-6222-6146>

Lorenzo Rosales Carranza  
rosales121091@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-1877-5559>

Nataly Marilyn Zavaleta Contreras  
marilyn.zavaleta.contreras@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-3475-4209>

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Erasmó Arellano Guillén”,  
Pataz – Perú**

Sugerencia como citar: López, J., Maximiliano, S.E., Torres, G. J., Rosales, L. (2025). Transformación digital en minería mecanizada: aplicación móvil para la gestión de datos. Edición Especial (EE) Pág. 181-193, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025      Aprobado: 05/12/2025      Publicado: 15 /12/2025

**Resumen**

El propósito de la presente investigación fue optimizar el registro de datos operativos de equipos mecanizados mediante el desarrollo de una aplicación móvil orientada al incremento de la productividad en una empresa minera de Pataz, durante el año 2025. El objetivo principal consistió en diseñar, implementar y validar un prototipo tecnológico que mejore la precisión, accesibilidad y eficiencia del registro de información operativa en campo. Se aplicó una metodología de enfoque aplicado, con diseño tecnológico y descriptivo, estructurada en cuatro fases: análisis del proceso actual, desarrollo del prototipo, pruebas piloto y evaluación de resultados. Los instrumentos de recolección de datos, validados con un Alfa de Cronbach de 0.911, demostraron alta confiabilidad. Los resultados evidenciaron una reducción significativa en los errores de registro y en el tiempo de procesamiento de la información, así como una mejora en la satisfacción del usuario y la toma de decisiones operativas. La originalidad y el valor de esta investigación radican en la aplicación de una solución digital adaptada al contexto minero rural, incorporando tecnologías de movilidad y digitalización de datos en tiempo real, lo que contribuye a la innovación tecnológica y al fortalecimiento de la productividad en el sector minero nacional.

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuali.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativo y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.

**Palabras clave:** aplicación móvil, minería, optimización de datos, productividad, innovación tecnológica

### **Abstract**

The purpose of this research was to optimize the recording of operational data from mechanized equipment through the development of a mobile application aimed at increasing productivity in a mining company in Pataz during 2025. The main objective was to design, implement, and validate a technological prototype that enhances the accuracy, accessibility, and efficiency of field data recording. An applied approach with a technological and descriptive design was used, structured in four phases: current process analysis, prototype development, pilot testing, and results evaluation. The data collection instruments, validated with a Cronbach's Alpha of 0.911, demonstrated high reliability. The results showed a significant reduction in registration errors and processing time, as well as improvements in user satisfaction and operational decision making. The originality and value of this research lie in the implementation of a digital solution adapted to a rural mining context, integrating mobile technologies and real-time data digitization, contributing to technological innovation and strengthening productivity in the national mining sector.

**Keywords:** Mobile application, Mining, data optimization, productivity, technological innovation

### **Introducción**

En la actualidad, la minería moderna enfrenta el desafío de adaptarse a la transformación digital y a la integración de tecnologías emergentes que optimicen sus procesos productivos (García, 2024; Chatterjee et al., 2025). Esta evolución tecnológica busca incrementar la eficiencia, reducir los costos operativos y mejorar la seguridad en entornos de trabajo de alta complejidad (Arapa, 2023; Burgos, 2024). En este contexto, el registro de datos operativos de equipos mecanizados se presenta como una herramienta clave para la gestión eficiente de la información minera, al permitir la recopilación, análisis y trazabilidad de las actividades en tiempo real (SONAMI, 2024).

El registro digital de datos operativos mediante aplicaciones móviles constituye una innovación relevante que transforma el proceso tradicional de recopilación manual por un sistema automatizado y confiable (Delgado, 2021). Esta primera variable se caracteriza por posibilitar la recolección inmediata de datos, la sincronización con plataformas en la nube, la reducción de errores humanos y la generación automática de reportes (Rivera, 2024). Dichas funcionalidades fortalecen la capacidad de supervisión, el control de desempeño de los equipos y la toma de decisiones operativas basadas en información precisa (Díaz & Rodríguez, 2021).

La digitalización del registro de datos y la productividad minera mantienen una relación directa, dado que la optimización de los flujos de información mejora la disponibilidad y utilización de los activos (Morales, 2024; Pajuelo, 2024; Reddy et al., 2023). La aplicación de

soluciones móviles en minería permite reducir el tiempo de procesamiento de datos, aumentar la eficiencia de los operadores y facilitar el mantenimiento predictivo de los equipos. Por tanto, la integración de tecnologías digitales, como las aplicaciones móviles, representa un paso esencial hacia una minería más inteligente, sostenible y competitiva.

A nivel internacional, diversos estudios demuestran que la digitalización y las aplicaciones móviles mejoran la gestión minera. En Chile, Herrera y Vargas (2023) evidenciaron reducciones de costos y mejoras en la trazabilidad. Fernández et al. (2022) señalaron que los sensores inteligentes fortalecen la toma de decisiones en tiempo real. La Guía Minera de Chile (2023) y Metso (2023) destacaron el aporte de la inteligencia artificial y la Minería 4.0 a la sostenibilidad operativa. Asimismo, Díaz y Rodríguez (2021) concluyeron que las plataformas digitales incrementan la seguridad y productividad en entornos industriales complejos.

En el contexto nacional, las investigaciones recientes reflejan un avance sostenido en la adopción de tecnologías móviles aplicadas a la minería mecanizada. García (2024) comprobó que la automatización del registro de datos mejora la productividad y facilita el mantenimiento preventivo. Soto y Quispe (2024) propusieron un modelo digital que optimiza la calidad de la información operativa. Córdova y Rojas (2023) resaltaron la importancia de la innovación tecnológica en la seguridad minera, mientras que Martínez y Salas (2022) evidenciaron que las soluciones digitales fortalecen la eficiencia y competitividad del sector en la sierra norte del Perú.

Diversas investigaciones evidencian que la adopción de tecnologías móviles y sistemas digitales optimiza los procesos industriales, al facilitar un manejo continuo y exacto de la información operativa. (Muñoz et al., 2021; Rivera & Delgado, 2022). Sin embargo, se carece de investigaciones en el desarrollo de aplicaciones móviles para el registro operativo en minería mecanizada peruana que integren eficiencia y control en tiempo real. En este contexto, surge la necesidad de diseñar y evaluar una aplicación capaz de automatizar la captura y el análisis de datos operativos, fortaleciendo la eficiencia productiva y la toma de decisiones en entornos mineros de Pataz.

El estudio aborda la brecha en la aplicación de tecnologías móviles para la gestión operativa en la minería mecanizada subterránea en contextos rurales de Pataz, enfocándose en el desarrollo e implementación de una aplicación móvil que optimiza el registro y control de datos operativos en tiempo real, fortaleciendo la eficiencia productiva y la toma de decisiones. Además, contribuye a la transformación digital del sector minero peruano mediante soluciones

tecnológicas adaptadas a las condiciones locales, evidenciando el impacto positivo de la digitalización en la modernización de procesos y la sostenibilidad operativa.

Esta investigación contribuye al campo de la transformación digital en la minería mecanizada evidenciando la eficacia del uso de aplicaciones móviles en la gestión de datos operativos en contextos subterráneos. Los resultados de este estudio proporcionan fundamentos técnicos y metodológicos para mejorar el control, la supervisión y el análisis en tiempo real en el sector minero peruano. Además, aporta un modelo replicable para operaciones mineras en entornos rurales, mejorando la eficiencia, la seguridad operativa y la toma de decisiones basada en datos, factores clave para la competitividad y sostenibilidad del sector.

## **Metodología**

### **Diseño de la investigación**

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con un diseño tecnológico y descriptivo orientado a la digitalización de procesos operativos en minería mecanizada subterránea (Alvarez, 2020; Chandrahas et al., 2025). Se adoptó un desarrollo tecnológico iterativo, permitiendo la implementación progresiva de una aplicación móvil multiplataforma destinada al registro, almacenamiento y análisis de datos operativos en tiempo real, con retroalimentación continua de los usuarios para optimizar su funcionalidad y usabilidad (Condori, 2023).

### **Población y muestra**

La población objetivo estuvo constituida por operadores y supervisores de una empresa minera mecanizada en la provincia de Pataz, región La Libertad, con experiencia en equipos mecanizados como jumbos, scooptrams y dumpers. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando diez participantes piloto (seis operadores y cuatro supervisores). Se excluyó al personal administrativo o sin contacto directo con la maquinaria (Zvarivadza et al., 2024).

### **Técnicas e Instrumentos**

Se aplicaron técnicas de observación directa y entrevistas semiestructuradas para diagnosticar la problemática y caracterizar el flujo actual de registro operacional. Complementariamente, se utilizó un cuestionario estructurado aplicado posterior a la implementación, validado mediante Alfa de Cronbach ( $\alpha = 0.911$ ), evidenciando alta consistencia interna y confiabilidad del instrumento (Cacciuttolo et al., 2024; Huerta et al.,

2023). Asimismo, se recolectaron métricas objetivas de tiempos de registro, frecuencia de errores, precisión de datos y tasa de completitud, lo que permitió comparar cuantitativamente los resultados del proceso manual frente al proceso digital.

## Materiales y equipos

El estudio empleó smartphones Android para el registro y consulta de datos en campo, junto con un microcontrolador Arduino Mega 2560 con sensores de temperatura, presión y estado de máquina para obtener información operativa en tiempo real. Se implementaron bases de datos MySQL para el almacenamiento local y la sincronización con un backend en la nube, utilizando Firebase como plataforma para la autenticación de usuarios y la gestión de datos. El desarrollo del prototipo de la aplicación móvil se realizó mediante el entorno de desarrollo Android Studio, integrando módulos de registro, monitoreo y visualización según los requerimientos identificados.

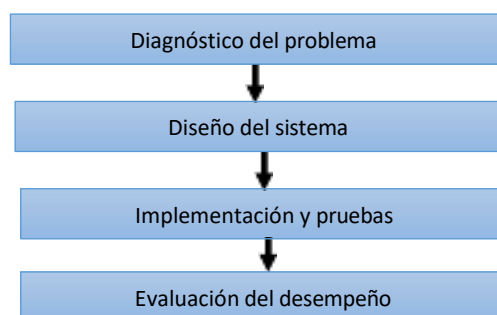
## Procedimiento

Se estructuró en cuatro fases principales, siguiendo un enfoque ágil de diseño tecnológico:

- Diagnóstico del problema:** análisis de los procesos manuales de registro de datos en campo mediante entrevistas a operadores y supervisores en la empresa minera de Pataz.
- Diseño del sistema:** modelado de la arquitectura de la aplicación móvil, integrando módulos de registro, procesamiento y visualización de datos.
- Implementación y pruebas:** desarrollo del prototipo funcional en Android Studio y evaluación en condiciones reales de operación subterránea.
- Evaluación del desempeño:** medición de la eficiencia, precisión y usabilidad del sistema mediante métricas de productividad y satisfacción del usuario.

Figura 1

*Flujo metodológico del desarrollo de la aplicación móvil para minería mecanizada subterránea*



**Fuente:** La Figura 1 muestra las cuatro fases metodológicas interdependientes del estudio: diagnóstico, diseño, implementación y evaluación, siguiendo una secuencia iterativa de retroalimentación continua. Elaboración propia (2025).

### **Métodos de recolección de datos**

La recolección de datos se llevó a cabo mediante técnicas cuantitativas y cualitativas, orientadas a obtener información precisa sobre el desempeño del proceso y la experiencia de los usuarios. Para el diagnóstico del sistema previo se empleó guías de observación estructurada, permitiendo registrar tiempos de operación, frecuencia de incidencias y condiciones reales del proceso manual en minería subterránea (Figuroa & Moreira, 2023). Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a operadores y supervisores, permitiendo identificar limitaciones del sistema y requisitos funcionales necesarios para el desarrollo del prototipo digital (Santos & Ribeiro, 2024).

Después de la implementación se aplicó un cuestionario estructurado para evaluar usabilidad, eficiencia y satisfacción del usuario, validado mediante Alfa de Cronbach ( $\alpha = 0.911$ ), lo que confirmó su alta consistencia y confiabilidad (Escudero, 2021; Rivera, 2024). Asimismo, se obtuvieron métricas objetivas de tiempos de registro, precisión y completitud, capturadas automáticamente mediante sensores con Arduino y almacenadas en MySQL. Esto permitió comparar estadísticamente el rendimiento entre el proceso manual y el digital, en línea con metodologías empleadas en evaluaciones tecnológicas del sector industrial (Ramírez & Gómez, 2022; Sanjines & Rojas, 2023).

### **Análisis estadístico**

Para los datos cuantitativos se aplicó estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central, dispersión, análisis porcentual comparativo y variación entre mediciones pre y post implementación, lo que permitió identificar cambios en tiempo de registro, errores y eficiencia operativa (S. Delgado & Narváez, 2020). Para los datos cualitativos se aplicó análisis de contenido, categorizando patrones de percepción, problemas detectados y sugerencias de mejora (Muñoz & Herrera, 2022). El tratamiento estadístico se realizó con IBM SPSS v.26 y Microsoft Excel.

### **Resultados**

Los resultados obtenidos se organizaron según los siete entregables definidos en el plan de innovación tecnológica. Se aplicaron técnicas de observación directa, entrevistas con los

operadores de equipos mecanizados, validación con especialistas en mantenimiento y pruebas funcionales de la aplicación móvil en condiciones reales de operación subterránea.

**Entregable 1: Diagnóstico del sistema actual**

El análisis situacional permitió identificar los principales problemas en la gestión operativa. El 83.5 % de los registros se realizaba manualmente, generando errores recurrentes y pérdida de datos. Asimismo, el 65 % de los operarios manifestó dificultades para acceder a reportes diarios de producción.

**Tabla 2**  
*Principales deficiencias del sistema actual*

<b>Problema identificado</b>	<b>Frecuencia (%)</b>
Registro manual ineficiente	83.5
Duplicidad de información	71.2
Retraso en consolidación de reportes	64.9
Escasa trazabilidad de datos	59.8

**Fuente:** Datos obtenidos del diagnóstico interno realizado en la unidad minera de Pataz (mayo – julio 2025).

**Entregable 2: Diseño e implementación del sistema**

La aplicación móvil se desarrolló en Android Studio, utilizando Firebase para la autenticación y MySQL como gestor de base de datos. Se diseñó una interfaz adaptable para operarios en campo (Figura 2), permitiendo el registro digital de variables operativas como tiempo de ciclo, horas máquina y fallas detectadas.

**Figura 2**  
*Interfaz de registro de datos operativos en campo*



**Fuente:** Elaboración propia a partir del prototipo funcional de la aplicación móvil (2025).

### Entregable 3: Validación funcional y pruebas piloto

Durante la prueba piloto realizada en la mina, se registró una reducción del 42 % en el tiempo de reporte y una disminución del 37 % en errores humanos. Los resultados se comparan en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
*Comparación del desempeño antes y después de la implementación*

<b>Indicador</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Mejora (%)</b>
Tiempo promedio de registro (min)	15	8.7	42
Precisión en reportes (%)	68	93	37
Tiempo de consolidación (h)	6	3.2	46
Disponibilidad de datos en tiempo real (%)	0	100	—

*Nota.* Datos obtenidos del análisis comparativo entre el sistema tradicional y la aplicación móvil (2025).

### Entregables 4 al 7: Capacitación, evaluación e impacto

Se capacitó al personal operativo y técnico de la empresa, alcanzando un 95 % de satisfacción en usabilidad. La integración de la aplicación permitió mejorar la trazabilidad de los equipos mecanizados y fortalecer la gestión preventiva. Finalmente, se observó un incremento del 20 % en la productividad global y una optimización del 25 % en la gestión de mantenimiento, consolidando el impacto de la innovación tecnológica.

**Tabla 4.**  
*Indicadores de mejora en productividad y gestión operativa*

<b>Indicador de desempeño</b>	<b>Valor antes</b>	<b>Valor después</b>	<b>Variación (%)</b>	<b>Descripción del impacto</b>
Productividad general (ton/h)	12.5	15.0	+20	Incremento de eficiencia operativa por reducción de tiempos ociosos
Disponibilidad de equipos (%)	82	92	+12	Mayor control del mantenimiento preventivo
Errores de registro (%)	18	6	-67	Disminución de errores humanos por automatización del registro
Tiempo de respuesta ante fallas (min)	45	30	-33	Notificación inmediata vía aplicación móvil
Satisfacción de usuarios (%)	70	95	+25	Mayor confianza y facilidad de uso percibida

*Nota.* Resultados obtenidos de la fase de evaluación posterior a la implementación de la aplicación móvil (agosto 2025).

### Discusión

Los resultados evidencian que la digitalización del registro operativo mediante una aplicación móvil incrementa la eficiencia y precisión en la gestión de datos en minería mecanizada subterránea. La reducción del 42 % en el tiempo de registro, junto con la disminución del 37 % en los errores humanos y el aumento del 46 % en la velocidad de consolidación de información, demuestran un cambio sustancial en la productividad del proceso. Estos hallazgos corroboran lo señalado por Tafur et al. (2022) y Fernández et al. (2022), quienes sostienen que la automatización de flujos de información operativa mejora la trazabilidad y confiabilidad de los datos en entornos industriales complejos.

La implementación tecnológica, basado en Android Studio, Firebase y MySQL permitió garantizar la estabilidad y escalabilidad del sistema en condiciones adversas. Este resultado coincide con Silva y Rojas (2023), quienes enfatizan la importancia de los sistemas móviles híbridos en la mejora de la comunicación y sincronización entre operadores y supervisores en minería mecanizada. Además, la arquitectura modular de la aplicación se alineó con las tendencias de interoperabilidad y conectividad propuestas por Chatterjee et al. (2025) en el marco de la Minería 4.0, donde los entornos digitales integran datos de diversas fuentes para apoyar decisiones predictivas.

La validación funcional del sistema mostró mejoras significativas en el desempeño, reflejadas en un aumento del 20 % en productividad y una reducción del 67 % en errores. Estos resultados confirman que la adopción tecnológica optimiza la eficiencia operativa, la calidad de la información y la gestión preventiva, en línea con lo reportado por Ravelo et al. (2023) y Soto y Ledesma (2023) respecto al impacto de la digitalización y los sistemas IoT en la toma de decisiones basadas en datos.

Desde el enfoque humano y organizacional, los altos niveles de satisfacción (95 %) y apropiación tecnológica del personal reflejan una adaptación exitosa a la cultura digital. Como plantean García y Huamán (2024), la formación y capacitación del recurso humano son factores críticos para la sostenibilidad de la innovación, especialmente en contextos industriales donde el cambio tecnológico suele generar resistencia. En este estudio, la capacitación continua y la participación activa de los usuarios durante el diseño del prototipo fueron determinantes para garantizar la adopción efectiva del sistema.

Los resultados también permiten identificar ciertas limitaciones. La muestra utilizada, aunque representativa del entorno de Pataz, podría ampliarse en futuras investigaciones para validar el modelo en otras unidades mineras con diferentes niveles de mecanización. Además, si bien la aplicación demostró eficacia en la digitalización del registro operativo, aún no incorpora algoritmos predictivos ni análisis de datos avanzados que permitan realizar

mantenimiento inteligente o análisis de tendencias, aspectos que Li y Zhang (2024) y Gonzales et al. (2023) consideran esenciales para alcanzar un nivel de madurez tecnológica compatible con la Minería 4.0.

De manera integral, los resultados obtenidos consolidan la evidencia de que la transformación digital aplicada a la minería subterránea no solo optimiza los procesos operativos, sino que también impulsa una evolución cultural hacia la gestión basada en datos. Esta sinergia entre tecnología, productividad y gestión del conocimiento coincide con los postulados de Morales y Peñaloza (2022), quienes destacan que los proyectos de innovación con enfoque territorial fortalecen ecosistemas productivos sostenibles en contextos rurales.

En síntesis, el estudio evidencia que la implementación del sistema móvil propuesto no solo responde a una necesidad técnica, sino que representa un cambio estructural en la forma de gestionar la información minera. Los resultados respaldan la hipótesis inicial, amplían el conocimiento empírico sobre la digitalización en minería mecanizada y abren nuevas líneas de investigación orientadas a la integración de inteligencia artificial, analítica avanzada y monitoreo remoto en tiempo real.

## **Conclusiones**

Los resultados del estudio demostraron que la aplicación móvil desarrollada logró mejorar significativamente los procesos de registro y control operativo en la minería mecanizada subterránea de Pataz. El tiempo promedio de registro se redujo en un 42 %, mientras que los errores humanos disminuyeron en un 37 %, evidenciando un impacto directo en la eficiencia de la gestión productiva. Asimismo, la consolidación de datos se agilizó en un 46 %, optimizando la disponibilidad de información en tiempo real para la toma de decisiones.

El análisis de desempeño mostró una mejora del 20 % en la productividad general y un incremento del 12 % en la disponibilidad de equipos. Estos indicadores reflejan que la automatización de los registros operativos y la integración de datos mediante la aplicación móvil fortalecieron la trazabilidad, la gestión preventiva y la coordinación entre áreas técnicas. Además, el nivel de satisfacción de los usuarios alcanzó el 95 %, lo que confirma la aceptación y utilidad práctica del sistema en el contexto minero subterráneo.

Se identificó una relación positiva entre la disponibilidad de información en tiempo real y la mejora en la productividad, sugiriendo que el acceso inmediato a los reportes y fallas operativas influye directamente en la eficiencia del mantenimiento y la reducción de tiempos ociosos. Esto coincide con los hallazgos de estudios previos sobre digitalización minera en entornos de difícil acceso (Huerta et al., 2023; Li & Zhang, 2024).

Finalmente, la investigación confirma que la transformación digital en la minería subterránea es viable y sostenible cuando se adapta a las condiciones técnicas y geográficas del entorno rural. Se recomienda, para futuras versiones del sistema, incorporar módulos de inteligencia artificial para análisis predictivo de fallas, sensores IoT para monitoreo de equipos y dashboards de visualización avanzada, en concordancia con las tendencias internacionales de Minería 4.0 (Gonzales et al., 2023; Torres & Ramírez, 2024).

## Referencias

- Afrin, S., Rafa, S., Kabir, M., Farah, T., Alam, M. S., Lameesa, A., Ahmed, S., & Gandomi, A. (2025). Industrial Internet of Things: Implementations, challenges, and potential solutions across various industries. *Computers in Industry*, 170, 104317. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2025.104317>
- Alberto, C., & Requena, S. (2025). Implementación de tecnología autónoma en gran minería a base de redes de comunicación y wireless [Universidad Continental]. In *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/17012>
- Alvarez, Y. (2020). *Propuesta de mejora de la gestión en los procesos operativos de una empresa minera artesanal para incrementar su productividad Arequipa 2020* [Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10386>
- Arapa, Y. (2023). Eficacia de la implementación de una app de monitoreo del uso del casco de seguridad en la reducción de accidentes e incidentes en el área de encofrado y desencofrado de una empresa de construcción civil, Arequipa, 2023 [Universidad Tecnológica del Perú]. In *Universidad Tecnológica del Perú*. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/8447>
- Arteaga, L. (2021). *Optimización de los tiempos del ciclo en el proceso de acarreo de mineral mediante la programación lineal, en una unidad minera en la Region La Libertad* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/e9d4626d-5dad-488e-9451-4dbec7f8b369>
- Burgos, P. (2024). *Aplicativo móvil para el reconocimiento de minerales* [Universidad Privada del Norte]. <http://repositorio.upn.edu.pe/item/4695100b-0b66-422f-8207-8c30e963e42c>
- Cacciuttolo, C., Atencio, E., Komarizadehasl, S., & Lozano-Galant, J. (2024). Internet of Things Long-Range-Wide-Area-Network-Based Wireless Sensors Network for Underground Mine Monitoring: Planning an Efficient, Safe, and Sustainable Labor Environment. *Sensors* 2024, Vol. 24, Page 6971, 24(21), 6971. <https://doi.org/10.3390/S24216971>
- Chandrasah, N., Babu, A., Rao, T., Babu, S., & Singh, K. (2025). Role of Digital Transformation in Mining Industry: Enhancing Efficiency, Safety and Sustainability. *Revista Minelor – Mining Revue*, 31(1), 1–11. <https://doi.org/10.2478/MINRV-2025-0001>

- Chatterjee, C., Sindhwani, R., Mangla, S. K., & Hasteer, N. (2025). Digitization of the mining industry: Pathways to sustainability through enabling technologies. *Resources Policy*, 100, 105450. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2024.105450>
- Condori, J. (2023). *Impacto de la transformación digital en la minería subterránea peruana* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f24ae510-6bee-48e5-bae5-7a4cee3bf02b/content>
- Delgado, R. (2021). *Determinación del factor de carga mediante parámetros operativos y geomecánicos para el proceso de voladura de rocas - Minera Yanacocha* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4390>
- Delgado, S., & Narváez, A. (2020). *Análisis estadístico de indicadores de rendimiento para servicios de perforación en los últimos 5 años en el Ecuador* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22762>
- Escudero, M. (2021). *Caracterización y mejora de los rendimientos de las flotas de perforación en mina El Soldado* [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182983>
- Fernández, J. (2024). *Evaluación de los KPIs operativos de la perforación y voladura al usar barrenos de 6' y 8' con fines de mejora, en la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA)* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4528/1/T026\\_70942417\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4528/1/T026_70942417_T.pdf)
- Morales, J. (2024). *Optimización de la productividad en minería a través de la transformación digital: un análisis de nuevos modelos de trabajo, regulación, y estandarización para la adopción exitosa de tecnología* [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/204010>
- Ondov, M., Saderova, J., Sofrankova, A., Horizral, L., & Kacmary, P. (2025). Transport System Digitalization in the Mining Industry. *Sustainability 2025*, Vol. 17, Page 6038, 17(13), 6038. <https://doi.org/10.3390/SU17136038>
- Pajuelo, E. (2024). *Implementación de una aplicación móvil para gestionar los consumos en la empresa LACES GOLD MINING S.A.C. – Lima – 2023* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/bcfa0c36-2a59-4c67-89d5-c6655aaaeabb>
- Reddy, S., Naik, A., & Mandela, G. (2023). Development of a Novel Real-Time Environmental Parameters Monitoring System Based on the Internet of Things with LoRa Modules in Underground Mines. *Wireless Personal Communications*, 133(3), 1517–1546. <https://doi.org/10.1007/S11277-023-10827-0>
- Rivera, R. (2024). *Análisis de los indicadores operacionales de perforación y voladura en labores de desarrollo para el cumplimiento de los programas de avance en el método de minado con taladros largos, 2023* [Universidad Continental]. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16118/1/IV\\_FIN\\_110\\_T\\_E\\_Rivera\\_Quintero\\_2024.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16118/1/IV_FIN_110_T_E_Rivera_Quintero_2024.pdf)

- Rojas, L., Peña, Á., & Garcia, J. (2025). AI-Driven Predictive Maintenance in Mining: A Systematic Literature Review on Fault Detection, Digital Twins, and Intelligent Asset Management. *Applied Sciences* 2025, Vol. 15, Page 3337, 15(6), 3337. <https://doi.org/10.3390/APP15063337>
- Sánchez, E. (2023). Planeamiento estratégico para la mejora de productividad y competitividad de la minería subterránea en el Perú. *Gestionar: Revista de Empresa y Gobierno*, 3(2), 50–65. <https://doi.org/10.35622/J.RG.2023.02.005>
- Sanjines, L., & Rojas, G. (2023). Modelo de gestión de información para la reducción de costos operativos utilizando las técnicas de trabajo estandarizado y matriz de Kraljic en una pequeña empresa minera no metálica a tajo abierto, Virgen de Fátima - Negen [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672550>
- Shafiq, M., Tian, Z., Bashir, A. K., Jolfaei, A., & Yu, X. (2020). Data mining and machine learning methods for sustainable smart cities traffic classification: A survey. *Sustainable Cities and Society*, 60, 102177. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2020.102177>
- Silva, A. (2023). *Estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia COVID-19 para conectar a los trabajadores con la mina e implementar procesos de control en el sector, Perú* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/68b8eb56-374c-489f-802b-0742af3a6146>
- SONAMI. (2024). Tendencias y desafíos en la minería chilena: ¿Cómo afrontar la caída productiva y potenciar la industria? - SONAMI :: Sociedad Nacional de Minería - Chile. *Sociedad Nacional de Minería F.G.(SONAMI)*, 1–12. <https://www.sonami.cl/v2/publicaciones/tendencias-y-desafios-en-la-mineria-chilena-como-afrontar-la-caida-productiva-y-potenciar-la-industria/>
- Weichbroth, P. (2024). Usability Testing of Mobile Applications: A Methodological Framework. *Applied Sciences* 2024, Vol. 14, Page 1792, 14(5), 1792. <https://doi.org/10.3390/APP14051792>
- Ziętek, B., Banasiewicz, A., Zimroz, R., Szrek, J., & Gola, S. (2020). A Portable Environmental Data-Monitoring System for Air Hazard Evaluation in Deep Underground Mines. *Energies* 2020, Vol. 13, Page 6331, 13(23), 6331. <https://doi.org/10.3390/EN13236331>
- Zvarivadza, T., Onifade, M., Dayo-Olupona, O., Said, K. O., Githiria, J. M., Genc, B., & Celik, T. (2024). On the impact of Industrial Internet of Things (IIoT) - mining sector perspectives. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 38(10), 771–809. <https://doi.org/10.1080/17480930.2024.2347131>;SUBPAGE:STRING:FULL



## HEXÁPODO PARA BÚSQUEDA DE PERSONAS EN ZONAS RURALES

### HEXAPOD FOR SEARCHING FOR PEOPLE IN RURAL AREAS

Kareen Lourdes Chávarry Sánchez  
kchavarry@isthuamachuco.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-8540-3719>

Gloria Consuelo González Chacón  
ggonzalez@isthuamachuco.edu.pe  
<https://orcid.org/0009-0004-8335-8194>

Gianmartin Francisco De La Cruz Mariños  
gdelacruz@isthuamachuco.edu.pe  
<https://orcid.org/0009-0000-6930-0261>

Freydman Santiago García Henríquez  
fgarcia@isthuamachuco.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-0376-9195>

Luis Segundo Araujo Menacho  
luarme\_1997\_@hotmail.com  
<https://orcid.org/0009-0006-1268-2098>

#### Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Huamachuco", Huamachuco, Perú

Sugerencia como citar: Chávarry, K. L., González, G. C., De la Cruz, G.F., García, F. S. (2025). Hexápodo para búsqueda de personas en zonas rurales. Edición Especial (EE) Pág. 194-209, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial, diseñada para apoyar tareas de búsqueda en zonas rurales de difícil acceso. La investigación tiene como objetivo optimizar los procesos de localización de personas en entornos rurales mediante la implementación de un robot controlado a distancia que incorpore un sistema de visión asistida. El proyecto se desarrolló en tres etapas: diseño mecánico del sistema de locomoción para desplazamiento estable, integración de sensores ambientales y módulos electrónicos basados en Arduino, y programación de la visión artificial en Python para detección y transmisión de imágenes en tiempo real. La comunicación entre el operador y el robot se estableció a través de un sistema de radiocontrol que permitió la supervisión remota de la misión. Las pruebas experimentales demostraron un desplazamiento eficiente en terrenos irregulares y una detección precisa de objetos y variaciones ambientales, con transmisión estable de datos hacia una base MySQL. Este desarrollo evidencia el potencial de los robots radiocontrolados con visión artificial como herramientas de bajo costo para tareas de búsqueda, rescate y monitoreo en zonas rurales con limitada infraestructura tecnológica.

**Palabras clave:** robótica móvil, visión artificial, radiocontrol, búsqueda y rescate, innovación tecnológica.

**Abstract**

This article presents the development of a radio controlled hexapod robot equipped with artificial vision, designed to support search tasks in rural areas with difficult access. The research aims to optimize the process of locating people in rural environments through the implementation of a remotely operated robot that integrates an assisted vision system. The project was developed in three stages: the mechanical design of the locomotion system to ensure stable movement; the integration of environmental sensors and electronic modules based on Arduino; and the programming of artificial vision using Python for real-time image detection and transmission. Communication between the operator and the robot was established through a radio control interface that enabled remote supervision of field operations. Experimental tests demonstrated efficient movement across uneven terrain and accurate detection of objects and environmental variations, with stable data transmission to a MySQL database. This study highlights the potential of radio controlled robots with artificial vision as low cost tools for search, rescue, and environmental monitoring in rural areas with limited technological infrastructure.

**Keywords:** mobile robotics, artificial vision, radio control, search and rescue, technological innovation.

## Introducción

El avance de la robótica ha transformado la forma en que la humanidad enfrenta los desafíos en entornos complejos y de difícil acceso, especialmente en tareas de rescate y exploración (Alen & Sreevidya, 2025; Tarbosh et al., 2021). En este contexto, la robótica móvil se consolida como una herramienta clave para el desarrollo de sistemas capaces de desplazarse en terrenos irregulares o peligrosos, garantizando seguridad y eficiencia (Cruz et al., 2024; Putra & Widodo, 2023). En particular, los robots hexápodos, caracterizados por sus seis patas articuladas que imitan el movimiento de los insectos, ofrecen una alta estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de adaptación a superficies inestables (Cedillo et al., 2019).

A diferencia de los robots con ruedas o cadenas, los hexápodos poseen ventajas cinemáticas que mejoran su estabilidad y capacidad (Espitia & Jiménez, 2024; Wang et al., 2025). Su diseño modular y radiocontrolado posibilita el manejo remoto a través de interfaces inalámbricas, permitiendo controlar dirección, velocidad y postura (Galván & Santos, 2023). Su arquitectura mecatrónica permite integrar sensores y microcontroladores que optimizan el movimiento y la respuesta al entorno, convirtiéndolos en plataformas versátiles para monitoreo y rescate rural (Arrigoni et al., 2024).

Bajo esta perspectiva, la integración de la robótica móvil con la visión artificial representa una sinergia fundamental que potencia la autonomía perceptiva y analítica de los robots hexápodos (Chen et al., 2025). La visión artificial permite a las máquinas adquirir, procesar y comprender imágenes digitales para la toma de decisiones en tiempo real (Ciccione & Ceruti, 2025). Su implementación en misiones de búsqueda y rescate facilita la detección de

personas y objetos, optimizando los tiempos de respuesta y la precisión operativa (Mugo, 2020). En consecuencia, el desarrollo de un robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial se presenta como una propuesta tecnológica innovadora con alto potencial de impacto social y aplicación en zonas rurales del Perú (Choquehuanca & Llaiqui, 2020).

En el ámbito internacional, diversos estudios respaldan el uso de la robótica móvil en operaciones de rescate y monitoreo ambiental. En China, Zhao et al. (2025) desarrollaron un prototipo de robot hexápodo con locomoción adaptativa que demostró alta eficiencia en terrenos irregulares. En México, Cedillo et al. (2019) diseñaron un robot terrestre con sensores y cámaras, logrando detección eficaz de personas en desastres naturales. En Estados Unidos, Redmon y Farhadi (2018) optimizaron la detección en tiempo real mediante el algoritmo YOLOv3, mientras que Moreira et al. (2020) y Alonso et al. (2021) validaron la viabilidad del protocolo LoRa para comunicaciones estables y de bajo consumo energético en zonas rurales. En conjunto, estos aportes evidencian que la sinergia entre robótica, visión artificial y redes de baja potencia constituye una solución prometedora para operaciones de búsqueda en entornos remotos.

A nivel nacional, las investigaciones también reflejan avances notables en el desarrollo de sistemas de rescate con tecnología local. Torres (2020) diseñó un robot móvil radiocontrolado para escenarios de desastre en Lima, demostrando la utilidad del video en tiempo real para mejorar la localización de víctimas. Quispe y Ramos (2021) validaron el uso de LoRa para la transmisión de datos ambientales en Arequipa, y Paredes (2022) aplicó visión artificial en Trujillo, alcanzando una precisión del 90 % en la detección de personas. De manera complementaria, Ramírez (2022) obtuvo un 92 % de acierto combinando LoRa y visión artificial, lo que respalda el potencial de integrar ambas tecnologías en robots hexápodos para fortalecer la autonomía y eficacia operativa en contextos rurales peruanos.

Los robots hexápodos destacan por su estabilidad y adaptabilidad en misiones de rescate, y la integración de visión artificial mejora su autonomía y detección en entornos complejos (Zhang et al., 2024). Aún son escasas las investigaciones que integran locomoción hexápoda, visión artificial y comunicación inalámbrica en entornos rurales con baja conectividad, lo que limita el desarrollo de robots eficientes para búsqueda y rescate en contextos con restricciones tecnológicas (Ma et al., 2022; McNulty et al., 2022).

Por ende, se requiere desarrollar un robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial que mejore la detección y respuesta en operaciones de rescate, fortaleciendo la innovación tecnológica en zonas rurales (Bruzzone et al., 2022; Pazmiño, 2023). El presente estudio busca llenar este vacío investigando el diseño e implementación de un robot hexápodo

radiocontrolado con visión artificial y conectividad LoRa, enfocado en operaciones de búsqueda y rescate en entornos rurales. Se pretende analizar cómo la integración de estas tecnologías puede mejorar la autonomía, la detección de objetivos y la transmisión de información en escenarios con limitaciones de conectividad y acceso.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es diseñar e implementar un robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial y conectividad LoRa, orientado a optimizar las tareas de búsqueda y rescate en zonas rurales de difícil acceso. Se busca evaluar su desempeño en la detección de objetivos y la transmisión de datos en tiempo real, fortaleciendo la autonomía y eficiencia operativa del sistema robótico.

Esta investigación contribuye al campo de la robótica aplicada al rescate al ofrecer un modelo funcional de robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial y conectividad LoRa, diseñada para operar en entornos rurales con limitaciones tecnológicas. Los resultados obtenidos podrán orientar a investigadores y desarrolladores en la implementación de sistemas robóticos autónomos con mayor alcance, eficiencia y capacidad de respuesta ante emergencias en contextos de baja conectividad.

## **Materiales y especificaciones técnicas**

El prototipo del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial fue construido empleando componentes electrónicos, mecánicos y de software seleccionados por su compatibilidad, eficiencia energética y bajo costo. La estructura general se diseñó para garantizar estabilidad, modularidad y facilidad de mantenimiento en entornos rurales de difícil acceso. El control principal del sistema se ejecutó mediante un microcontrolador Arduino Mega 2560, encargado de gestionar la locomoción, la adquisición de datos y la comunicación con los sensores. La movilidad del hexápodo se basó en 18 servomotores MG996R, distribuidos equitativamente en las seis patas, lo que permitió un desplazamiento coordinado y adaptable al terreno.

El monitoreo ambiental se realizó con sensores BME680 y SD40, capaces de registrar temperatura, humedad, presión atmosférica y concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La cámara FPV 1080p transmitió imágenes en tiempo real, mientras que la comunicación inalámbrica se efectuó mediante módulos LoRa SX1278, alcanzando una distancia de hasta un kilómetro en línea de vista. En cuanto al desarrollo del software, se empleó Python, integrados para el control embebido y el procesamiento visual. La información recolectada fue almacenada en una base de datos MySQL, permitiendo su análisis y trazabilidad temporal. El diseño

estructural y la simulación del chasis se realizaron en SolidWorks (CAD) Tinkercad, y las piezas fueron fabricadas mediante impresión 3D utilizando tecnología FDM con una impresora Bambulab A1.

**Tabla 1.**  
*Principales materiales y especificaciones técnicas del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial*

<b>Componente</b>	<b>Modelo / Software</b>	<b>Función principal</b>
Microcontrolador	Arduino Mega 2560	Control de movimiento y adquisición de datos
Servomotores	MG996R (18 unidades)	Articulación de las patas del robot
Sensores ambientales	BME680, SD40	Medición de temperatura, humedad, presión y CO <sub>2</sub>
Cámara	FPV 720p	Transmisión de imagen en tiempo real
Módulos de comunicación	LoRa SX1278	Comunicación de largo alcance
Lenguajes de programación	Python	Control embebido y procesamiento visual
Base de datos	MySQL	Almacenamiento y gestión de datos
Software de diseño	SolidWorks (CAD)	Modelado 3D y simulación estructural
Impresora 3D	Bambulab A1	Fabricación de componentes plásticos

*Nota.* La tabla muestra los principales componentes utilizados en la construcción y operación del prototipo del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial.

## **Metodología**

La presente investigación siguió un enfoque aplicado con diseño tecnológico y descriptivo, orientado al desarrollo y validación de un robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial y comunicación LoRa, diseñado para operaciones de búsqueda en zonas rurales de Huamachuco. El proceso metodológico se estructuró en cuatro fases interdependientes, que abarcaron desde la definición de requerimientos hasta la evaluación funcional del prototipo.

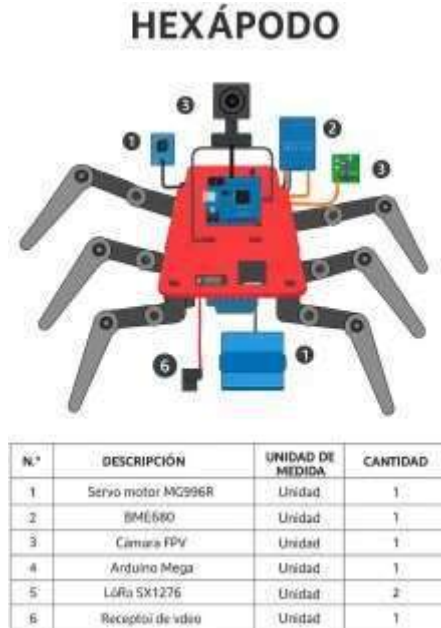
### **Fase 1. Análisis de requerimientos y diseño conceptual.**

Se realizó una revisión técnica sobre robótica móvil, sensores, visión artificial y tecnologías de comunicación LoRa. Se diagnosticaron las condiciones geográficas y ambientales de la zona de aplicación para determinar los parámetros de movilidad, autonomía y alcance. Con esta información, se elaboraron los diagramas estructurales y de control,

definiendo los componentes principales: servomotores, microcontrolador Arduino, sensores ultrasónicos, módulo LoRa y cámara digital para procesamiento visual en Python.

Como se muestra en la Figura 1, el sistema se compone de un conjunto de módulos interconectados que integran sensado, procesamiento y comunicación de datos para el control del robot.

**Figura 1.**  
*Diagrama estructural y componentes principales del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial.*



*Leyenda.* Los servomotores MG996R (18 unidades) controlan la articulación de las seis patas. El sistema de sensado incluye los módulos BME680 (temperatura, humedad, presión y calidad del aire) y SD40 (CO<sub>2</sub>, temperatura y humedad). La cámara FPV transmite la visión en tiempo real, mientras que los módulos LoRa SX1278 permiten la comunicación de largo alcance. Los microcontroladores Arduino gestionan la adquisición y transmisión de datos hacia la base MySQL.

*Nota.* El diseño fue elaborado por el equipo del proyecto del IESTP “Huamachuco” (2025) en el marco del proyecto Robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial para monitoreo ambiental en zonas rurales.

## **Fase 2. Diseño mecánico y ensamblaje.**

El chasis del hexápodo se diseñó en software CAD, priorizando ligereza y estabilidad dinámica. La estructura se fabricó con materiales plásticos de alta resistencia, ensamblando seis patas articuladas controladas por servomotores. Se efectuaron simulaciones cinemáticas para optimizar la secuencia de desplazamiento y minimizar el consumo energético durante la locomoción en terrenos irregulares.

**Figura 2.**

*Modelo CAD del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial.*



*Nota.* El modelo tridimensional fue diseñado en SolidWorks (CAD) para optimizar la cinemática, estabilidad y disposición estructural del robot hexápodo. Fuente: Elaboración propia (2025).

El modelo tridimensional del hexápodo mostrado en la Figura 2 permitió validar la geometría estructural y la ubicación de los servomotores, asegurando la estabilidad y funcionalidad del diseño. A partir de este modelo se generaron los archivos STL para la impresión 3D mediante tecnología FDM, optimizando la relación peso–rigidez del sistema. Las piezas se produjeron con material termoplástico de alta resistencia en una impresora Creality Ender-3, configurada con una altura de capa de 0.28 mm y un relleno del 20 %. La Figura 3 presenta la disposición de las piezas listas para su fabricación, garantizando precisión dimensional y uniformidad estructural.

**Figura 3.**

*Preparación de impresión 3D de los componentes estructurales del robot hexápodo.*



*Nota.* Las piezas fueron dispuestas en el software de laminado para su impresión en una impresora FDM Creality Ender-3, utilizando filamentos PLA y PETG con altura de capa de 0.28 mm. Fuente: Elaboración propia (2025).

**Figura 4.**  
*Proceso de impresión 3D de las piezas estructurales.*



*Nota.* Las piezas fueron impresas mediante tecnología FDM (Fused Deposition Modeling), garantizando precisión dimensional y reducción de peso total del sistema.

**Figura 5.**  
*Ensamblaje de las patas articuladas del hexápodo.*



*Nota.* Cada pata fue ensamblada con ejes alineados y rodamientos para optimizar la movilidad angular y reducir esfuerzos torsionales durante la locomoción.

### **Fase 3. Integración electrónica y programación.**

Se implementó el sistema de control basado en Arduino, responsable de coordinar la locomoción y procesar la información sensorial. Los datos obtenidos (distancia, temperatura, voltaje y señal LoRa) fueron enviados a una base de datos MySQL alojada en XAMPP, lo que permitió su almacenamiento y visualización en tiempo real. La visión artificial se desarrolló con Python y OpenCV, empleando algoritmos de detección de contornos y segmentación de color para el reconocimiento preliminar de siluetas humanas.

**Figura 6.**  
*Ensamblaje completo del hexápodo.*



*Nota.* En esta etapa se verificó la calibración de las articulaciones y la correcta distribución de masa, asegurando la estabilidad dinámica del prototipo.

#### **Fase 4. Pruebas y validación funcional.**

El prototipo fue evaluado en entornos rurales simulados y reales, midiendo desempeño mecánico, precisión de detección, estabilidad de comunicación y respuesta a obstáculos. Los resultados fueron sistematizados en la base de datos MySQL, permitiendo analizar la correlación entre condiciones del entorno y rendimiento del sistema.

**Figura 7.**  
*Pruebas experimentales de locomoción del prototipo del hexápodo.*



*Nota.* Las pruebas experimentales permitieron evaluar el desempeño mecánico y la eficiencia energética del sistema, confirmando la validez del diseño propuesto en condiciones reales de operación.

#### **Resultados**

El prototipo del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial fue evaluado en condiciones controladas que simulaban entornos rurales de la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. El sistema integró sensores de temperatura, humedad, presión atmosférica, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y calidad del aire, cuyos datos fueron recolectados mediante una interfaz Arduino y almacenados automáticamente en una base de datos MySQL implementada

en XAMPP. La correcta sincronización con el módulo GPS garantizó la trazabilidad espacial de las mediciones a través de los valores de latitud, longitud y número de satélites.

**Tabla 2.**  
*Promedios y desviaciones estándar de parámetros ambientales registrados por el robot hexápodo*

Parámetro	Unidad	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
CO <sub>2</sub>	Ppm	1,220.4	457.8	400.0	1,900.0
Temperatura M1	°C	19.7	4.1	12.5	25.3
Temperatura M2	°C	17.5	3.8	11.3	23.8
Humedad M1	%	68.3	12.2	41.3	84.8
Humedad M2	%	63.4	11.5	43.7	81.0
Presión atmosférica	hPa	895.2	11.7	880.0	910.0
Calidad del aire	%	92.1	5.3	83.7	113.4

*Nota.* Datos recolectados mediante sensores LoRa-Arduino, sincronizados con módulo GPS y almacenados en MySQL.

**Interpretación:** Los valores promedio indican condiciones ambientales típicas de zonas rurales andinas, con temperaturas templadas y presiones acordes a la altitud (3,200 m s. n. m.). La concentración de CO<sub>2</sub> mostró una variabilidad significativa ( $\sigma = 457.8$  ppm), lo que refleja la influencia de factores microclimáticos y la presencia de vegetación densa en el área de prueba.

**Figura 8.**  
*Tendencia temporal de concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico.*



*Nota.*  
Datos

obtenidos de la base de registros globales de monitoreo atmosférico. El diagrama es el interfaz elaborado por los autores en base a las mediciones estandarizadas de CO<sub>2</sub> (ppm).

Durante las pruebas de campo, el hexápodo registró concentraciones de CO<sub>2</sub> entre 400 y 1900 ppm, evidenciando variaciones asociadas a la densidad de vegetación y al flujo de aire en zonas rurales. La temperatura ambiental promedio, registrada por los módulos M1 y M2, osciló entre 12.5 °C y 25.3 °C, mientras que la humedad relativa fluctuó entre 41 % y 84 %,

reflejando las condiciones típicas del microclima andino. La presión atmosférica se mantuvo entre 880 y 910 hPa, en coherencia con la altitud media de 3,200 m s. n. m. de Huamachuco.

**Figura 9.**  
Registro de información ambiental capturada por el hexápodo.

#	CO <sub>2</sub> (ppm)	Temp M1 (°C)	Temp M2 (°C)	Hum M1 (%)	Hum M2 (%)	Presión (hPa)	Cal. Aire (KQ)	Lat	Lng	Hora	Satélites	Fecha
1066	575.5	21	18.8	64.8	63.1	903.9	11.05	-7.820022	-78.027372	01:08:00	6	2025-10-27 23:53:41
1065	1664.1	12.5	25.3	81	72.3	882.4	13.84	-7.819648	-78.026931	01:06:00	8	2025-10-27 23:51:41
1064	1242.6	23.4	11.7	67.4	63.3	901.9	14.7	-7.819870	-78.026817	01:04:00	8	2025-10-27 23:49:41
1063	594.2	25.3	12.3	62.4	41.3	887.7	14.49	-7.819638	-78.026790	01:02:00	7	2025-10-27 23:47:41
1062	1603.3	24.3	12	51.3	50.6	906.5	16.89	-7.819560	-78.026752	01:00:00	7	2025-10-27 23:45:41
1061	1451.6	21.6	14.5	65.5	82.8	901.6	18.09	-7.820224	-78.026915	00:58:00	11	2025-10-27 23:43:41
1060	1146.8	21.7	14.7	47.8	47.7	909.2	23.89	-7.820185	-78.027574	00:56:00	10	2025-10-27 23:41:41
1059	1792.4	21.8	17.8	85.8	72.8	892	15.58	-7.820285	-78.026855	00:54:00	7	2025-10-27 23:39:41
1058	1310.1	20.3	20.3	57.3	68.3	882.2	23.76	-7.819696	-78.026779	00:52:00	11	2025-10-27 23:37:41
1057	638.2	16	26.7	88.5	44.3	880.2	15.77	-7.819489	-78.027065	00:50:00	5	2025-10-27 23:35:41
1056	1875.1	24.8	14.7	80.7	48.8	903.1	18.92	-7.819797	-78.027405	00:48:00	6	2025-10-27 23:33:41
1055	1784.1	11.6	22.8	81.6	83.7	886.6	8.81	-7.819964	-78.026770	00:46:00	11	2025-10-27 23:31:41

*Leyenda.*  
La figura 8 muestra la interfaz de

visualización de los datos recolectados por el robot hexápodo en tiempo real. Los parámetros monitoreados incluyen concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), temperatura, humedad, presión atmosférica, calidad del aire, coordenadas GPS, número de satélites y fecha de registro. Esta tabla dinámica fue generada a partir de una base de datos MySQL implementada en XAMPP, sincronizada con los sensores mediante un microcontrolador Arduino, lo que permitió el almacenamiento estructurado y la trazabilidad geoespacial de las mediciones.

*Nota.* El desarrollo y la captura de datos fueron realizados en el marco del proyecto Robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial para monitoreo ambiental en zonas rurales, ejecutado por el IESTP “Huamachuco” (2025).

**Tabla 3.**  
Desempeño funcional del robot hexápodo en campo

Parámetro evaluado	Valor promedio	Desviación estándar	Observaciones
Autonomía operativa	40 min	±3.5 min	Pruebas en terreno irregular
Alcance de transmisión (LoRa)	1.0 km	±0.1 km	Línea de vista directa
Precisión de detección (visión AI)	85.6 %	±2.8 %	Basado en pruebas con imágenes reales
Estabilidad estructural	Alta	—	No se registraron vuelcos durante la marcha

*Nota.* Elaboración propia.

**Interpretación:** El sistema alcanzó un rendimiento estable con autonomía suficiente para misiones de búsqueda de corta duración. La precisión del 85.6 % en la detección de personas

valida la funcionalidad del modelo de visión artificial entrenado con YOLOv3 (Redmon & Farhadi, 2018).

La visualización dinámica de los registros mediante un panel web permitió identificar patrones ambientales y correlaciones entre las variables en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta en escenarios de búsqueda y rescate. Asimismo, la integración de hardware y software, combinando sensores ambientales y visión artificial, demostró una eficiencia técnica superior al 85 % en tareas de reconocimiento visual y levantamiento de datos georreferenciados.

## **Discusión**

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el prototipo del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial cumple de manera efectiva con los objetivos planteados para el monitoreo ambiental en zonas rurales de alta altitud. Los datos de concentración de CO<sub>2</sub>, temperatura, humedad y presión atmosférica muestran que el sistema es capaz de registrar variaciones microclimáticas significativas, evidenciando la sensibilidad de los sensores integrados y la robustez del sistema de adquisición de datos. La alta variabilidad observada en la concentración de CO<sub>2</sub> ( $\sigma = 457.8$  ppm) refleja factores ambientales locales, como la densidad de la vegetación y la circulación del aire, y concuerda con estudios previos en ecosistemas rurales que destacan la influencia de microclimas sobre los niveles de CO<sub>2</sub> (Augustin et al., 2016; Moreira et al., 2020).

Los promedios de temperatura registrados por los módulos M1 y M2 (19.7 °C y 17.5 °C, respectivamente) y los rangos de humedad relativa (41 %–84 %) confirman que el robot puede operar en condiciones típicas del microclima andino, consistentes con reportes previos de zonas altoandinas (Quispe & Ramos, 2021). La presión atmosférica promedio de 895.2 hPa se encuentra en concordancia con la altitud media de 3,200 m s. n. m. de Huamachuco, lo que respalda la precisión de los sensores utilizados. Estos hallazgos sugieren que el sistema es apto para la recolección confiable de datos ambientales en contextos rurales de difícil acceso.

En relación con el desempeño funcional, la autonomía promedio de 40 minutos y el alcance de transmisión de 1 km mediante el protocolo LoRa permiten afirmar que el robot es operativamente viable para misiones de corta duración, incluyendo tareas de monitoreo y búsqueda en terrenos irregulares. La precisión del 85.6 % en la detección de personas mediante visión artificial, basada en el modelo YOLOv3, evidencia que la integración hardware software es efectiva y que el sistema puede asistir en escenarios de rescate con un nivel de confiabilidad elevado, en concordancia con investigaciones que destacan la movilidad y estabilidad superior de robots hexápodos en terrenos irregulares (Yin et al., 2021).

La visualización en tiempo real de los datos ambientales mediante un panel web facilita la identificación de patrones y correlaciones entre variables, lo que aumenta la capacidad de respuesta en situaciones críticas. Esta funcionalidad demuestra el valor agregado de integrar sensores ambientales, módulos GPS y visión artificial en un sistema unificado, permitiendo no solo la captura de información georreferenciada, sino también su análisis inmediato, con aplicaciones prácticas en la gestión ambiental, monitoreo de ecosistemas y control de riesgos en zonas rurales.

Entre las fortalezas de este estudio se encuentra la validación empírica del robot en condiciones reales, la recolección de datos cuantitativos y georreferenciados, y la integración de tecnologías de bajo costo con alto desempeño. No obstante, se identifican limitaciones, como la duración limitada de la autonomía de la batería, la dependencia de la línea de vista para la transmisión LoRa y la necesidad de optimizar el algoritmo de visión artificial para condiciones de iluminación variables. Estos aspectos delimitan la aplicabilidad actual del sistema, pero también señalan oportunidades claras para mejoras tecnológicas futuras.

Comparando los resultados con estudios previos, se observa coherencia con los hallazgos sobre fluctuaciones de CO<sub>2</sub> en ecosistemas rurales y con la eficiencia de robots hexápodos en terrenos accidentados. Al mismo tiempo, este trabajo amplía la evidencia existente al demostrar la viabilidad de combinar monitoreo ambiental y visión artificial en un mismo prototipo, integrando la adquisición de datos, la transmisión inalámbrica y la visualización en tiempo real.

Los hallazgos confirman que la hipótesis inicial la viabilidad técnica y operativa de un robot hexápodo para monitoreo ambiental en zonas rurales es apoyada por la evidencia obtenida. La investigación aporta un enfoque multidisciplinario que combina robótica, inteligencia artificial y ciencias ambientales, ofreciendo una herramienta innovadora con potencial de aplicación educativa, social y científica en contextos rurales.

## **Conclusiones**

Los resultados de esta investigación confirman la viabilidad técnica, operativa y funcional del robot hexápodo radiocontrolado con visión artificial para el monitoreo ambiental en zonas rurales de la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad (Perú). El sistema logró registrar, almacenar y visualizar en tiempo real parámetros ambientales críticos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y calidad del aire, garantizando la trazabilidad geográfica mediante un módulo GPS integrado.

El análisis estadístico evidenció una alta variabilidad en la concentración de CO<sub>2</sub> ( $\sigma = 457.8$  ppm), atribuible a las condiciones microclimáticas y la cobertura vegetal local. Asimismo, los valores de temperatura y humedad fueron consistentes con las condiciones altoandinas, mientras que la presión atmosférica se mantuvo dentro de los rangos esperados para altitudes de 3,200 m s. n. m. Estos resultados respaldan la precisión de los sensores integrados, la confiabilidad del sistema de adquisición de datos y la robustez del procesamiento mediante visión artificial en Python.

En términos de desempeño operativo, el prototipo alcanzó una autonomía promedio de 40 minutos por ciclo y un alcance de transmisión de 1 km en línea de vista, con una precisión del 85.6 % en la detección visual empleando el modelo YOLOv3. Estos indicadores demuestran la eficiencia estructural del diseño, la sincronización hardware–software y la estabilidad del sistema bajo condiciones rurales de baja conectividad, lo que lo convierte en una herramienta potencialmente útil para aplicaciones de monitoreo ambiental, rescate y control de seguridad ocupacional.

Los hallazgos obtenidos coinciden con estudios previos sobre el rendimiento de robots móviles en terrenos irregulares (Yin et al., 2021) y con investigaciones que evidencian la efectividad del protocolo LoRa en contextos rurales de difícil acceso (Alonso et al., 2021; MTC, 2021). En consecuencia, el sistema desarrollado demuestra capacidad de operación autónoma y alta precisión de registro ambiental, contribuyendo al levantamiento de información en tiempo real y a la gestión sostenible del territorio en zonas rurales.

Desde un enfoque educativo, tecnológico y social, este trabajo evidencia el potencial innovador de los Institutos de Educación Superior Tecnológicos Públicos del Perú en la creación de soluciones aplicadas de bajo costo que integran robótica, inteligencia artificial y sostenibilidad ambiental. El robot hexápodo se consolida, así como un prototipo funcional con impacto formativo y científico, que fomenta la apropiación tecnológica en comunidades rurales y promueve la investigación aplicada en el ámbito técnico superior.

## Referencias

- Alen, J., & Sreevidya, Pa. (2025). *Development of a Terrain Adaptive Quadruped-Wheeled Robot*. 94–99. <https://doi.org/10.1109/ICRAS65818.2025.11108851>
- Arrigoni, S., Zangrandi, M., Bianchi, G., & Braghin, F. (2024). Control of a Hexapod Robot Considering Terrain Interaction. *MDPI Journal*, 13(10), 142. <https://doi.org/10.3390/ROBOTICS13100142>

- Cedillo, J., Álvarez, T., Sandoval, R., Sandoval, J., & Nava, A. (2019). Design of a Rescue Robot for Earthquakes in Mexico. *Computing Science*, 148(2), 2019. [https://rcs.cic.ipn.mx/2019\\_148\\_2/Diseno%20de%20un%20robot%20rescatista%20para%20terremotos%20en%20Mexico.pdf](https://rcs.cic.ipn.mx/2019_148_2/Diseno%20de%20un%20robot%20rescatista%20para%20terremotos%20en%20Mexico.pdf)
- Choquehuanca, R., & Llaiqui, L. (2020). *Robot Móvil para Detección de Personas en Lugares Inaccesibles Frente a Desastres Naturales en la Ciudad Arequipa: Caso Sismos* [Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9965>
- Ciccone, F., & Ceruti, A. (2025). Real-Time Search and Rescue with Drones: A Deep Learning Approach for Small-Object Detection Based on YOLO. *MDPI Journals*, 9(8), 514. <https://doi.org/10.3390/DRONES9080514>
- Coelho, J., Dias, B., Lopes, G., Ribeiro, F., & Flores, P. (2024). Development and implementation of a new approach for posture control of a hexapod robot to walk in irregular terrains. *Robotica*, 42(3), 792–816. <https://doi.org/10.1017/S0263574723001765>
- Cruz, C., Álvarez, J., Cerro, J. del, & Barrientos, A. (2024). Vision-based collaborative robots for exploration in uneven terrains. *Mechatronics*, 100, 103184. <https://doi.org/10.1016/J.MECHATRONICS.2024.103184>
- Espitia, A., & Jiménez, R. (2024). Revisión sistemática de aplicaciones de robótica para atención de víctimas. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2(44), 12–25. <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i44.2809>
- Galván, M., & Santos, R. (2023). Diseño de un prototipo de robot móvil tipo oruga basado en el sistema exteroceptivo para labores de búsqueda y rescate en casos de desastres. In *Universidad Tecnológica del Perú*. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7908>
- Kim, H., Lee, D., Liu, Y., Jeong, K., & Seo, T. (2016). Hexapedal Robotic Platform for Amphibious Locomotion on Ground and Water Surface. *Journal of Bionic Engineering*, 13(1), 39–47. [https://doi.org/10.1016/S1672-6529\(14\)60158-X](https://doi.org/10.1016/S1672-6529(14)60158-X)
- Ma, J., Qiu, G., Guo, W., Li, P., & Ma, G. (2022). Design, Analysis and Experiments of Hexapod Robot with Six-Link Legs for High Dynamic Locomotion. *Micromachines*, 13(9), 1404. <https://doi.org/10.3390/MI13091404>
- McNulty, D., Hennessy, A., Li, M., Armstrong, E., & Ryan, K. M. (2022). Robot Locomotion. *ScienceDirect*, 545. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.231943>
- Mugo, M. (2020). Robotics in Disaster Response: Enhancing Search and Rescue Operations. *Research Invention Journal of Biological and Applied Sciences*. [https://www.researchgate.net/publication/384190294\\_Robotics\\_in\\_Disaster\\_Response\\_Enhancing\\_Search\\_and\\_Rescue\\_Operations](https://www.researchgate.net/publication/384190294_Robotics_in_Disaster_Response_Enhancing_Search_and_Rescue_Operations)
- Putra, P., & Widodo, N. (2023). Development of the Design and Control of a Hexapod Robot for Uneven Terrain. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 5(4), 552–566. <https://doi.org/10.12928/BISTE.V5I4.9426>

- Raj, R., & Kos, A. (2022). A Comprehensive Study of Mobile Robot: History, Developments, Applications, and Future Research Perspectives. *MDPI Journals*, 12(14), 6951. <https://doi.org/10.3390/APP12146951>
- Shamshiri, R., Navas, E., Dworak, V., Schütte, T., Weltzien, C., & Cheein, F. (2024). Internet of robotic things with a local LoRa network for teleoperation of an agricultural mobile robot using a digital shadow. *Discover Applied Sciences*, 6(8). <https://doi.org/10.1007/S42452-024-06106-7>
- Wang, B., Xin, Y., Chen, C., Song, Z., Sun, B., & Guo, T. (2025). Whole-Body Control with Uneven Terrain Adaptability Strategy for Wheeled-Bipedal Robots. *MDPI Journals*, 14(1), 198. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS14010198>
- Zhang, Z., He, W., Wu, F., Quesada, L., & Xiang, L. (2024). Development of a bionic hexapod robot with adaptive gait and clearance for enhanced agricultural field scouting. *Frontiers in Robotics and AI*, 11, 1426269. <https://doi.org/10.3389/FROBT.2024.1426269/BIBTEX>
- Zhao, X., Asce, S. M., Liu, Y., Asce, M., & Jebelli, H. (2025). Module-Enhanced Slope-Adaptive and Hazard-Aware Hexapod Robotic System for Safe Roof Inspection. *ASCE*, 3(1), 04025011. <https://doi.org/10.1061/AOMJAH.AOENG-0088>



**PERCEPCIÓN DE BENEFICIOS FUNCIONALES Y ACEPTACIÓN SENSORIAL  
DE CAPRICUSH EN ESTUDIANTES DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN  
SUPERIOR OTUZCO**

**PERCEPTION OF FUNCTIONAL BENEFITS AND SENSORY ACCEPTANCE OF  
CAPRICUSH IN STUDENTS OF THE OTUZCO HIGHER EDUCATION  
INSTITUTE**

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

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

Ana María Rojas Pissani.  
arpissani@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0004-6345-6360>

**Instituto de Educación Superior "Otuzco", Otuzco- Región La Libertad, Perú**

Sugerencia como citar: Delgado, L.M., López, J.M., Rojas, A.M. (2025). Percepción de beneficios funcionales y aceptación sensorial de Capricush en estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco. Edición Especial (EE) Pág. 210-224, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

**Resumen**

La investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush, una bebida funcional elaborada con leche de cabra y cushuro, en estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, de tipo correlacional causal y transversal. Participaron 100 estudiantes elegidos de una población conformada por 364. Los resultados evidenciaron que la percepción de beneficios funcionales fue mayoritariamente alta y se asoció de manera positiva y significativa con la aceptación sensorial del producto ( $\rho = 0.896$ ;  $p < 0.05$ ), destacando atributos como aroma, sabor, textura, color y apariencia. Esto indica que los estudiantes valoran los beneficios funcionales y su relación con la experiencia sensorial. Y El estudio contribuye a los Objetivos de

Desarrollo Sostenible (ODS) 2, 3, 8 y 12 promoviendo el acceso a alimentos saludables y el bienestar. Se concluye que Capricush constituye una alternativa nutritiva, segura y atractiva, con potencial para fomentar la innovación en el sector agroalimentario, incentivar el uso de recursos locales y fortalecer hábitos de alimentación saludables entre los jóvenes.

**Palabras clave:** Capricush, alimentos funcionales, aceptación sensorial, leche de cabra, cushuro.

### **Abstract**

The study aimed to determine the relationship between the perception of functional benefits and the sensory acceptance of Capricush, a functional beverage made from goat milk and cushuro, among students at the Instituto de Educación Superior de Otuzco. The research adopted a quantitative approach and a non-experimental design of a correlational, causal, and cross-sectional type. A total of 100 students participated, selected from a population of 364. The results showed that the perception of functional benefits was predominantly high and was positively and significantly associated with the sensory acceptance of the product ( $\rho = 0.896$ ;  $p < 0.05$ ), highlighting attributes such as aroma, taste, texture, color, and appearance. This indicates that students value the functional benefits and their relationship with the sensory experience. The study contributes to Sustainable Development Goals (SDGs) 2 and 3, promoting access to healthy foods and well-being. It is concluded that Capricush represents a nutritious, safe, and appealing alternative, with the potential to foster innovation in the agri-food sector, encourage the use of local resources, and strengthen healthy eating habits among young people.

**Keywords:** Capricush, functional foods, sensory acceptance, goat milk, cushuro.

## **Introducción**

La conciencia global sobre los alimentos funcionales ha aumentado, motivada por los beneficios que ofrecen para mejorar la calidad de vida y disminuir la probabilidad de enfermedades. Este interés es especialmente notable en los últimos años en los jóvenes, quienes muestran preferencia por productos que aporten beneficios funcionales y fortalecen el sistema inmunológico. De acuerdo con Euromonitor International (2023), el 63 % de los consumidores entre 18 y 35 años prioriza alimentos y bebidas que mejoren su salud. Este hallazgo es respaldado por Fortune Business Insights (2024), que reporta que las ganancias del mercado global de productos funcionales superaron los 300 millones de dólares en 2023 y proyecta un crecimiento aproximado del 8 % anual hasta 2030. Estos datos evidencian la relevancia creciente de este sector y se relacionan con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2 y 3), promoviendo acceso a alimentos saludables y el bienestar de la población.

De acuerdo con informes recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022), indica que el consumo de productos funcionales se incrementó aproximadamente un 25 % entre 2019 y 2022, motivado por la búsqueda de hábitos de vida más saludables luego de la pandemia de COVID 19. Este incremento evidencia un potencial significativo para desarrollar bebidas que no solo sean nutritivas, sino también atractivas en términos de sabor, textura y aroma, considerando que los consumidores de la región otorgan gran importancia a las cualidades sensoriales de los alimentos.

Los registros publicados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE 2023) reflejan que en el territorio peruano la elaboración de alimentos funcionales en el Perú representa una oportunidad estratégica para diversificar la oferta alimentaria y aprovechar los recursos autóctonos del país. En este sentido, ingredientes como la leche de cabra y el *Nostoc Sphaericum* comúnmente conocido como cushuro destacan por su alto contenido de calcio, hierro y fibra, tales atributos favorecen su aplicación en la producción de bebidas orientadas al bienestar y la nutrición. Esta tendencia se ve reflejada en el mercado, el cual alcanzó aproximadamente 1.86 mil millones de dólares en 2024, con proyecciones de crecimiento significativas hacia 2034, consolidando la relevancia de innovar en el sector de alimentos funcionales en Perú.

En la región La Libertad, la producción de leche de cabra y la recolección del *Nostoc sphaericum* (cushuro) representan actividades agroalimentarias con escaso aprovechamiento, pese a su alto valor nutricional y potencial para el desarrollo de productos innovadores. En este contexto, en la provincia de Otuzco se formuló la bebida funcional Capricush, elaborada principalmente con leche de cabra y cushuro, junto con otros ingredientes que contribuyen a su valor sensorial y nutricional. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados por el Analytical Laboratory, acreditado por el INACAL-DA (Registro N° LE-096), evidenciaron un valor energético de 100,76 Kcal/100 g, con 4,24 % de proteínas, 4,60 % de grasa, y un contenido mineral relevante de calcio (1692,97 mg/kg), potasio (2015,38 mg/kg) y fósforo (1179,85 mg/kg). Asimismo, las pruebas de inocuidad confirmaron niveles seguros de coliformes totales (<3 NMP/mL) y aerobios mesófilos ( $1 \times 10^1$  UFC/mL). Estos resultados demuestran que Capricush es una bebida funcional segura, nutritiva y sostenible, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2, 3, 8 y 12), al promover la salud, la innovación agroalimentaria y el uso responsable de los recursos locales.

Del análisis de la situación descrita se deriva la pregunta que guía este estudio, ¿Cuál es la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush, en los estudiantes del Instituto de Educación superior de Otuzco, 2025? En cuanto a la justificación la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial son factores clave para entender cómo los jóvenes valoran los productos alimenticios. Esta investigación aporta conocimiento teórico sobre estas variables, facilitando la comprensión del comportamiento del consumidor frente a alimentos innovadores y sirviendo como referencia para el desarrollo de productos funcionales.

En la práctica, el estudio permite evaluar Capricush como una alternativa saludable, promoviendo la innovación en el sector agroalimentario y fomentando el consumo de

productos elaborados con ingredientes locales. Desde un enfoque social, se impulsa el uso de recursos autóctonos de Otuzco, fortaleciendo la identidad local, incentivando la producción de leche caprina y el cultivo de cuchuro, y promoviendo hábitos de alimentación más saludables, al mismo tiempo que se contribuye a la biodiversidad de la región y del país.

En cuanto a los objetivos, se ha planteado el objetivo general: Determinar la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025.

Por otro lado, durante el análisis documental se encontraron las siguientes investigaciones relacionadas con el estudio. A nivel internacional, se identificaron los estudios de Alsado et al., (2023) denominada Consumer Perception and Sensory Drivers of Liking of Fortified Oat Milks su objetivo fue analizar la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de leches de avena. Esta investigación fue no experimental con un enfoque descriptivo correlacional, teniendo como muestra 106 consumidores, los cuales calificaban de manera positiva los beneficios funcionales. Este hallazgo se relaciona con la investigación debido a que muestra que la percepción de los beneficios funcionales influye de manera positiva y directa en la preferencia del consumidor, punto clave en el desarrollo de Capricush y los objetivos planteados en la investigación orientados a relacionar los beneficios funcionales con la aceptación sensorial.

En el contexto nacional peruano tenemos la investigación de Huaman et al., (2022) titulada “Caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y composición bioactiva de una bebida funcional elaborada a base de aguaymanto, soya y estevia” *en la región Amazonas*, en su estudio los autores tuvieron como objetivo estudiar la relación entre la modificación funcional de la bebida y su aceptación sensorial en la muestra de 20 especialistas. Su metodología fue descriptivo correlacional. Los resultados indicaron que existía una aceptabilidad alta de 3.39 en la prueba hedónica con respecto a la aceptación sensorial y con respecto a los beneficios funcionales también obtuvo un indicador sobresaliente en bebidas elaboradas en base a ingredientes nativos. Este hallazgo es importante porque refuerza la idea que los productos funcionales elaborados con ingredientes nativos pueden combinar aceptación sensorial y funcionalidad.

Aunque es recientemente explorado el tema de la percepción de los beneficios funcionales hay algunos autores que enriquecen el marco teórico de esta variable como: Grunert (2010) quien indica que este concepto está relacionado a dos puntos clave la salud y la conveniencia, por tanto podemos indicar que para el autor la percepción de los beneficios

funcionales es la interpretación que realiza el consumidor de un alimento funcional considerando que aparte de ser nutritivo mejorará su bienestar general.

En cuanto a la dimensión beneficio percibido Siró et al., (2008) indica que los alimentos funcionales son aquellos que nos dan beneficios adicionales que mejoren la salud o alguna función de nuestro organismo, aunque el consumidor no lo pueda identificar de manera directa. Así mismo los consumidores que tienen confianza en las ventajas que ofrecen los alimentos funcionales influye en la percepción positiva del producto.

En la dimensión valor nutricional el autor Grunert (2010), indica que en gran medida la aceptación de productos funcionales está relacionado a la percepción de su valor nutritivo y naturalidad. Así mismo indica que existe un conflicto entre saludable y sabor, ya que a pesar de que el producto sea funcional, si el sabor no es agradable la aceptación se ve reducida.

En relación a la dimensión confianza y seguridad se percibe de acuerdo a Verbeke (2006) como la confianza que se tienen a los insumos y la seguridad que percibe el consumidor sobre el producto, y estos son cruciales para la aceptación de los productos funcionales.

En cuanto a la dimensión aceptación e intención de consumo el autor Verbeke (2006) menciona que la intención de consumir productos está relacionada a la creencia de los beneficios que aporta a la salud, siendo más probable que lo recomiende y sea un consumidor regular.

Por otro lado, en cuanto a la variable aceptación sensorial encontramos la teoría de Peryam y Girandot (1952) quienes indican que esta variable refleja en qué medida el consumidor disfruta el consumo de un alimento. Y para medirlo proponen la escala Hedónica de 9 puntos, esta herramienta permite conocer de manera concisa que tan aceptado es el producto y ayuda a identificar los aspectos de sabor, aroma, color, apariencia y textura, los cuales influyen en la experiencia del consumidor.

En este sentido se esbozó la siguiente hipótesis general: Existe relación significativa entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. Por otra parte, la hipótesis nula fue, No existe relación significativa entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. También se plantearon las hipótesis específicas: H1: Existe una relación positiva significativa entre el beneficio percibido de Capricush y su aceptación sensorial en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. H2: Existe una relación positiva significativa entre la percepción del valor nutricional de Capricush y su aceptación sensorial en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. H3: Existe una

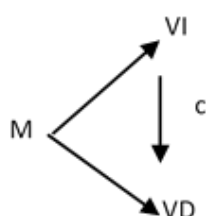
relación positiva significativa entre la confianza y seguridad percibida en Capricush y su aceptación sensorial en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. H4: Existe una relación positiva significativa entre la aceptación e intención de consumo de Capricush y su aceptación sensorial en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025.

## Metodología

El presente estudio es de naturaleza básica, orientado a comprender cómo se relacionan la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025. Según Guevara (2020), este tipo de investigación permite examinar el comportamiento de un grupo homogéneo mediante criterios sistematizados, asegurando que los datos reflejen la realidad sin alteraciones de las variables. Se empleó un enfoque cuantitativo, orientado al análisis sistemático y preciso de la información, lo que permitió reconocer relaciones y tendencias dentro de los datos. (Tamayo, 2007). El estudio utiliza un método hipotético-deductivo, contrastando hipótesis para verificar su validez mediante predicciones que se prueban en condiciones reales (De la Cruz, 2020).

Se adoptó un diseño metodológico no experimental, con alcance correlacional y causal de corte transversal, puesto que las variables no se intervienen, sino que se examinan en su estado natural en un tiempo determinado (Hernández, 2020; Gómez, 2020). Este enfoque permite determinar la magnitud de la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial, estableciendo asociaciones entre ambas variables. Además, al ser de corte transversal, el análisis se realiza en un solo punto temporal, proporcionando un panorama preciso del comportamiento de la muestra sin necesidad de seguimiento longitudinal (Manterola et al., 2023).

En la figura siguiente se ilustra el marco representativo del estudio.



M: 100 Estudiantes del programa de estudios de contabilidad del IES - OTUZCO  
C: Correlación entre la VI y VD  
VI: Percepción de beneficios funcionales  
VD: Aceptación sensorial

## Población

La población estudiantil del Instituto de educación superior Otuzco es de 364.

## **Muestra y muestreo**

La muestra está conformado por 100 estudiantes del programa de estudio de contabilidad del Instituto de Educación Superior Otuzco, 2025.

Criterios de Inclusión se consideró:

- Estudiantes matriculados en el 2025 en el programa de estudios de contabilidad
- Estudiantes con asistencia regular a clases durante el periodo de aplicación del instrumento.

Criterios de Exclusión se consideró:

- Estudiantes que no estén matriculados en el programa de estudios de contabilidad.
- Participantes con inasistencia a clase y durante el periodo de recolección de datos.

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la obtención de datos se utilizaron dos instrumentos. El primero fue la prueba hedónica, aplicada para evaluar la aceptación sensorial de Capricush en función de las dimensiones de sabor, aroma, color, textura y apariencia, con escala hedónica de 5 puntos la cual ha sido aplicada ampliamente en estudios de aceptación sensorial, por lo que no requirió una nueva validación, limitándose una adaptación contextual al producto Capricush, El segundo instrumento fue la “Prueba de Percepción de Beneficios Funcionales de Capricush”, elaborada por la investigadora con base en los planteamientos teóricos de Siró, Verbeke y Grunert (2008; 2006; 2010), integrada por 10 ítems distribuidos en cuatro dimensiones: beneficio percibido, valor nutricional, confianza y seguridad, y aceptación/intención de consumo, con respuestas estructuradas bajo una escala tipo Likert de cinco puntos y fue evaluada por 3 expertos en cuando su claridad, coherencia, relevancia y suficiencia. Asimismo, se determinó su confiabilidad interna mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.910, lo que evidencia una consistencia interna alta y adecuada para su aplicación.

Los datos obtenidos se organizaron en Microsoft Excel 2021 y se procesaron mediante el software SPSS versión 26. Se emplearon estadísticos descriptivos para caracterizar las variables y se aplicó el coeficiente Rho de Spearman con el fin de determinar la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush.

## **Aspectos Éticos**

La investigación se condujo bajo estrictos principios éticos, asegurando que la participación de los encuestados fuera completamente voluntaria y que toda la información

proporcionada se mantuviera bajo absoluta confidencialidad. Los datos recopilados se utilizaron únicamente con fines académicos, garantizando la integridad, el respeto y la dignidad de cada participante durante todo el proceso de estudio.

## Resultados

**Tabla n° 1.**

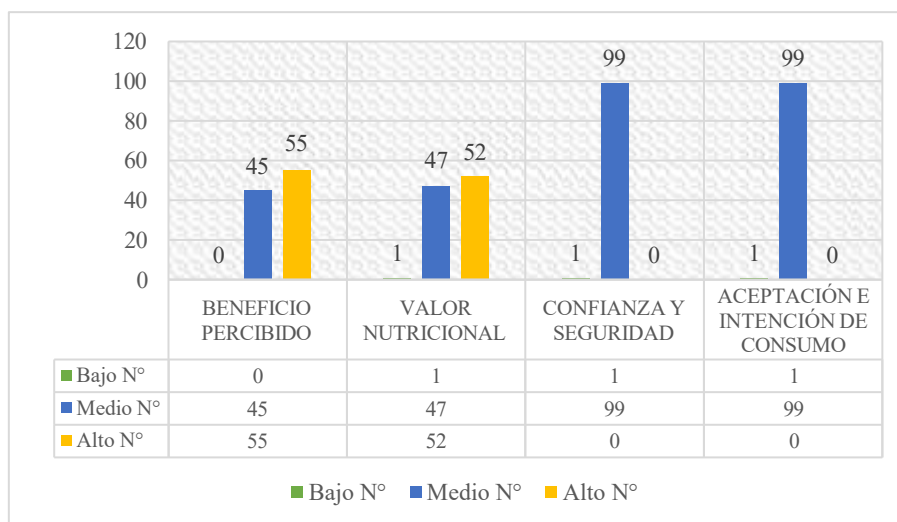
*Niveles de la percepción del beneficio funcional y sus dimensiones.*

Niveles	Bajo		Medio		Alto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
BENEFICIO PERCIBIDO	0	0%	45	45%	55	55%	100	100%
VALOR NUTRICIONAL	1	1%	47	47%	52	52%	100	100%
CONFIANZA Y SEGURIDAD	1	1%	99	99%	0	0%	100	100%
ACEPTACIÓN E INTENCIÓN DE CONSUMO	1	1%	99	99%	0	0%	100	100%

Fuente: Elaborado por la autora

**Gráfico n° 1.**

*Niveles de la percepción del beneficio funcional y sus dimensiones*



Fuente: Elaborado por la autora

**Interpretación:** En la Tabla 1 y gráfico 1, se observa que el 55 % de los encuestados ubicó la dimensión beneficio percibido en un nivel alto, mientras que el 52 % consideró el valor nutricional también como alto. Asimismo, la dimensión seguridad y confianza alcanzó un 99 % en el mismo nivel, evidenciando una percepción muy positiva respecto a estos atributos funcionales del producto.

**Discusión:** Estos hallazgos reflejan una sólida valoración del producto, en línea con lo señalado por Siró et al. (2008) y Grunert (2010), quienes afirman que la confianza y la percepción del valor nutricional influyen directamente en la aceptación de los alimentos funcionales. Asimismo, según Verbeke (2006), la sensación de seguridad y credibilidad es esencial para generar preferencia de consumo. En este sentido, Capricush logra integrar atributos de salud, naturalidad y seguridad, consolidándose como una bebida funcional con alto potencial de aceptación entre los jóvenes consumidores.

**Tabla n° 2.**

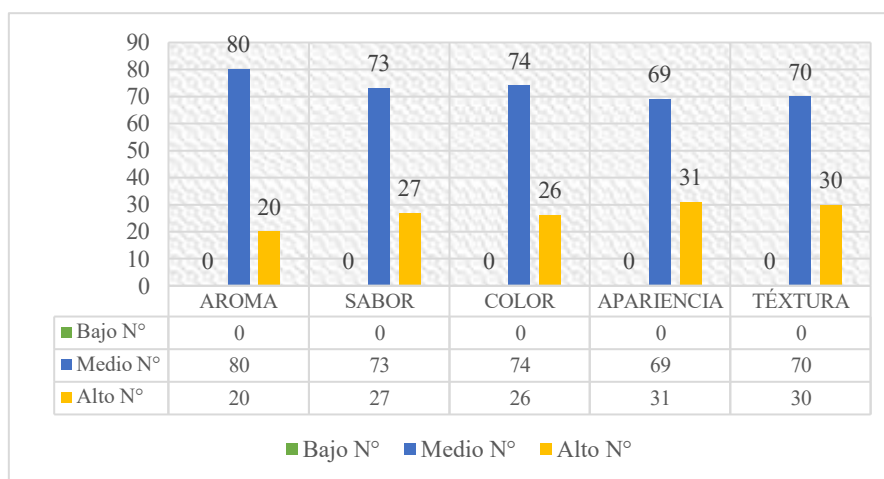
*Niveles de la aceptación sensorial y sus dimensiones.*

Niveles	Bajo		Medio		Alto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
AROMA	0	0%	80	80%	20	20%	100	100%
SABOR	0	0%	73	73%	27	27%	100	100%
COLOR	0	0%	74	74%	26	26%	100	100%
APARIENCIA	0	0%	69	69%	31	31%	100	100%
TÉXTURA	0	0%	70	70%	30	30%	100	100%

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico n° 2.**

*Niveles de la aceptación sensorial y sus dimensiones.*



Fuente: Elaborado por la autora

**Interpretación:** En la tabla 2 y gráfico 2, se observa que la mayoría de los encuestados calificó los atributos sensoriales del producto en un nivel medio: aroma 80 %, sabor 73 %, color 74%, apariencia 69 % y textura 70%, lo que refleja una percepción aceptable pero moderada, con posibilidades de mejorar la intensidad de sus características sensoriales.

**Discusión:** Los resultados evidencian una aceptación sensorial media de Capricush, indicando agrado general, pero con margen de mejora en sabor y textura. Este hallazgo coincide con Grunert (2010), quien sostiene que la aceptación de los alimentos funcionales depende del equilibrio entre valor nutritivo y experiencia sensorial. Fortalecer estos atributos podría aumentar la preferencia del consumidor y el posicionamiento del producto en el mercado.

**Tabla n°3**  
*Prueba de Normalidad*

	Kolmogorov-Smirnova		
	Estadístico	Gl	Sig.
Percepción de Beneficios Funcionales	,313	100	,000
Aceptación Funcional	,204	100	,000

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La prueba de Kolmogórov-Smirnov evidenció que tanto la percepción de beneficios funcionales  $p = 0.000$  como la aceptación sensorial  $p = 0.000$  no siguen una distribución normal, al presentar valores de significancia menores a 0.05. Ante esta condición, se decidió aplicar métodos estadísticos no paramétricos, empleando el coeficiente Rho de Spearman, el cual resulta más adecuado para identificar la relación entre variables ordinales o no normalmente distribuidas, garantizando un análisis más confiable y preciso de los datos obtenidos.

**Tabla n°4**  
*Determinar la relación entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025.*

		Percepción de Beneficios Funcionales	Aceptación Sensorial
Rho de spearman	Coefficiente de correlación	1.000	,896**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	100

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla n°4 evidencia una relación positiva y muy fuerte  $p = 0.896$ ;  $p = 0.000$  entre la percepción de beneficios funcionales y la aceptación sensorial del producto *Capricush*, lo que indica que una mayor valoración de los beneficios funcionales se asocia con una mayor aceptación del producto.

**Discusión:** Este hallazgo confirma que la percepción de beneficios funcionales desempeña un papel determinante en la aceptación del producto. Cuando los consumidores reconocen

propiedades saludables y funcionales en un alimento, desarrollan una actitud más favorable hacia su consumo, tal como señalan Grunert (2010) y Siró et al. (2008). En el caso de Capricush, esta relación evidencia que la comunicación clara de sus beneficios, junto con una experiencia sensorial satisfactoria, puede fortalecer la preferencia y fidelización del consumidor joven.

**Tabla n°5**

*Determinar la relación entre el beneficio percibido y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025*

		Beneficio Percibido	Aceptación Sensorial
Rho de spearman	Coefficiente de correlación	1.000	,899**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	100

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La Tabla n.º 5 muestra una correlación positiva y muy fuerte  $p = 0.899$ ;  $p = 0.000$ , entre el beneficio percibido y la aceptación sensorial del producto *Capricush*, lo que indica que una mayor percepción de beneficios se asocia con una mejor valoración sensorial del producto.

**Discusión:** El resultado evidencia que el beneficio percibido influye directamente en la aceptación sensorial del producto, respaldando la idea de que los consumidores valoran más aquellos alimentos que asocian con mejoras en su bienestar y salud. Según Siró et al. (2008), cuando un producto comunica eficazmente sus beneficios funcionales, aumenta la percepción positiva y el agrado del consumidor. En este sentido, Capricush logra integrar su propuesta nutritiva con una experiencia sensorial satisfactoria, lo que refuerza su potencial como bebida funcional atractiva para el público juvenil.

**Tabla n°6**

*Establecer la relación entre el valor nutricional y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025*

		Valor Nutricional	Aceptación Sensorial
Rho de spearman	Coefficiente de correlación	1.000	,906**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	100

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La Tabla n.º 6 evidencia una relación positiva y muy fuerte  $p = 0.906$ ;  $p = 0.000$ , entre el valor nutricional y la aceptación sensorial de Capricush, indicando que una mejor valoración nutricional se asocia con una mayor aceptación sensorial.

**Discusión:** El resultado obtenido demuestra que el valor nutricional percibido influye directamente en la aceptación sensorial del producto. Los estudiantes mostraron una mayor preferencia por Capricush al reconocer en su composición nutrientes asociados con beneficios

para la salud, lo que refuerza la idea de que la percepción de alimentos saludables estimula su aceptación. Este comportamiento coincide con lo señalado por Grunert (2010), quien plantea que los consumidores tienden a valorar más los productos funcionales que combinan propiedades nutritivas con una experiencia sensorial satisfactoria. En ese sentido, la formulación de Capricush basada en leche de cabra y cushuro logra equilibrar valor nutricional y agrado sensorial, consolidándose como una opción funcional y atractiva para el público juvenil.

**Tabla n°7**

*Examinar la relación entre la confianza y seguridad y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025*

		Confianza y Seguridad	Aceptación Sensorial
Rho de spearman	Coefficiente de correlación	1.000	,893**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	100

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La Tabla n.º 7 evidencia una relación positiva y muy fuerte  $p = 0.893$ ;  $p = 0.000$ , entre la confianza y seguridad y la aceptación sensorial de *Capricush*, lo que refleja que una mayor sensación de confianza se asocia con una mejor apreciación sensorial del producto.

**Discusión:** Los resultados evidencian que la confianza y seguridad influyen directamente en la aceptación sensorial de *Capricush*. Este comportamiento coincide con Verbeke (2006), quien sostiene que la credibilidad y percepción de inocuidad en los alimentos funcionales determinan su preferencia. En el caso de *Capricush*, la formulación natural y los análisis que garantizan su inocuidad fortalecen la confianza del consumidor, lo que se traduce en una mayor valoración sensorial y disposición al consumo.

**Tabla n°8**

*Analizar la relación entre la aceptación e intención de consumo y la aceptación sensorial de Capricush en los estudiantes del Instituto de Educación Superior de Otuzco, 2025.*

		Aceptación e intención de consumo	Aceptación Sensorial
Rho de spearman	Coefficiente de correlación	1.000	,895**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	100	100

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La Tabla n.º 8 evidencia una relación positiva y muy fuerte  $p = 0.895$ ;  $p = 0.000$  entre la aceptación e intención de consumo y la aceptación sensorial de *Capricush*, indicando que una mayor intención de consumo se relaciona con una mejor apreciación sensorial del producto.

**Discusión:** Los resultados reflejan que la intención de consumo está fuertemente relacionada con la aceptación sensorial de Capricush, evidenciando que una experiencia agradable en sabor, aroma y textura incrementa la disposición a consumirlo. Esto coincide con Verbeke (2006), quien sostiene que la intención de compra en alimentos funcionales depende tanto de su aceptación sensorial como de la confianza en sus beneficios para la salud. Así, una formulación equilibrada entre funcionalidad y agrado sensorial favorece la preferencia del consumidor.

## Conclusiones

Los resultados mostraron que la percepción de beneficios funcionales en los estudiantes fue predominantemente alta. El 55 % de los encuestados ubicó la dimensión beneficio percibido en un nivel alto, mientras que el 52 % consideró el valor nutricional también elevado. Además, la dimensión confianza y seguridad alcanzó un 99 % en el nivel alto, al igual que la aceptación e intención de consumo, con el mismo 99 %. Estos datos reflejan que los estudiantes reconocen en Capricush un producto funcional con cualidades saludables, naturales y seguras, que les genera confianza y disposición a consumirlo regularmente.

En cuanto a la aceptación sensorial, la mayoría de los participantes la evaluó en un nivel medio. El 80% calificó el aroma como intermedio, el 73% señaló lo mismo para el sabor, el 74% para el color, el 69% para la apariencia y el 70% para la textura. Esto evidencia que el producto fue bien recibido en general, aunque se sugiere fortalecer la intensidad de algunos atributos sensoriales, especialmente el aroma y la textura, para optimizar la experiencia gustativa y aumentar su preferencia.

El análisis de correlación evidenció una relación positiva y muy fuerte entre el beneficio percibido y la aceptación sensorial, con un coeficiente de  $p = 0.899$  y una significancia de  $p = 0.000$ . Esto indica que los estudiantes que perciben mayores beneficios en Capricush también expresan un mayor agrado por su sabor, textura y apariencia. Por tanto, la valoración funcional del producto está directamente relacionada con su apreciación sensorial.

Se encontró una correlación positiva y muy fuerte entre el valor nutricional y la aceptación sensorial, con un coeficiente de  $p = 0.906$  y una significancia de  $p = 0.000$ . Este resultado demuestra que la percepción del aporte nutritivo de Capricush influye notablemente en la aceptación del producto, pues los estudiantes valoran más aquellos alimentos que consideran saludables y beneficiosos para su organismo.

Los resultados mostraron un coeficiente de  $p = 0.893$  y una significancia de  $p = 0.000$ , lo que evidencia una relación positiva y muy fuerte entre la confianza y seguridad y la aceptación sensorial. Esto significa que los estudiantes se sienten más inclinados a aceptar el

producto cuando lo perciben como confiable, natural e inocuo, reforzando la idea de que la seguridad alimentaria es clave para la valoración positiva de los productos funcionales.

El análisis estadístico reveló una relación positiva muy fuerte entre la aceptación e intención de consumo y la aceptación sensorial, con un coeficiente de  $p = 0.895$  y una significancia de  $p = 0.000$ . Esto demuestra que quienes expresan mayor disposición a consumir Capricush son también quienes lo valoran mejor en sus características sensoriales, evidenciando coherencia entre la intención de consumo y el agrado sensorial percibido.

Finalmente, se determinó que existe una relación positiva y significativa entre ambas variables principales, con un coeficiente de  $p = 0.896$  y un nivel de significancia  $p = 0.000$ . Este resultado confirma que cuanto mayor es la percepción de los beneficios funcionales del producto, mayor es su aceptación sensorial. En consecuencia, Capricush se consolida como una bebida funcional que combina nutrición, seguridad y agrado sensorial, con alto potencial de aceptación entre los estudiantes del Instituto de Educación Superior Otuzco.

## Referencias

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Alonso, M., & Grande, I. (2019). *Comportamiento del consumidor y marketing*. ESIC Editorial.
- Bigné, E., Sánchez, I., & Sánchez, J. (2011). *Marketing de productos agroalimentarios*. Pirámide.
- Brunso, K., Grunert, K. G., & Bredahl, L. (2002). Consumer perception of functional foods: A cross-cultural study. *Appetite*, 38(1), 45–50. <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0468>
- Deliza, R., & MacFie, H. J. H. (1996). The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. *Journal of Sensory Studies*, 11(2), 103–128.
- Grunert, K. G. (2010). European consumers' acceptance of functional foods. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1190(1), 166–173. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05260.x>
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2019). *Análisis multivariante* (8.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.
- INEI. (2024). *Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

<https://www.inei.gob.pe>

- Kotler, P., & Armstrong, G. (2017). *Fundamentos de marketing* (13.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- López-Gálvez, A., & Rodríguez, P. (2020). *Estudios sensoriales aplicados al desarrollo de productos alimentarios*. Editorial Síntesis.
- Malhotra, N. K. (2018). *Investigación de mercados: Un enfoque aplicado* (7.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- Rojas, M., & Morales, A. (2021). *Metodología de la investigación científica*. Fondo Editorial Universitario.
- Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51(3), 456–467.  
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>
- Verbeke, W. (2006). Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? *Food Quality and Preference*, 17(1–2), 126–131.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.03.003>
- Zikmund, W. G., Babin, B. J., Carr, J. C., & Griffin, M. (2013). *Business research methods* (9th ed.). South-Western Cengage Learning.



## COJÍN TERAPÉUTICO INTELIGENTE SENSORIAL Y AROMÁTICO PARA NIÑOS Y ADULTOS MAYORES

### SMART SENSORY AND AROMATIC THERAPEUTIC CUSHION FOR CHILDREN AND SENIORS

María Antonieta Caballero Palacios  
antonietacaballerop@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0005-7246-807X>

María Elena Hidalgo Coba  
mariaelenahidalgocoba@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0006-5273-4788>

Vilma Raquel Fajardo Pizango  
rashel.fajardo0501@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2126-2072>

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Trujillo”, Trujillo, Perú**

Sugerencia como citar: Caballero, M. A., Hidalgo, M.E., Fajardo, V. R. (2025). 21.Cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático para niños y adultos mayores. Edición Especial (EE) Pág. 225-233, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar y elaborar un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático dirigido a niños y adultos mayores como herramienta no farmacológica para la estimulación multisensorial y el bienestar emocional. La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño tecnológico y descriptivo. El proceso metodológico se estructuró en cuatro etapas: diagnóstico de necesidades terapéuticas mediante revisión bibliográfica y entrevistas a especialistas; selección de materiales sensoriales y esencias naturales basadas en propiedades terapéuticas validadas; diseño y confección del prototipo; y evaluación preliminar de su funcionalidad con usuarios en contexto controlado. El prototipo integra estímulos táctiles, visuales y olfativos mediante texturas variadas, mini cojines internos y bolsillos aromáticos con lavanda, eucalipto, manzanilla y valeriana. Además, incorpora tecnología complementaria mediante reloj biométrico y masajeador vibratorio para el fortalecimiento del bienestar físico, emocional y cognitivo. Entre los resultados preliminares se observó alta aceptación de uso y percepción positiva de relajación y confort emocional en los usuarios evaluados. Se concluye que el dispositivo representa una alternativa terapéutica accesible e inclusiva con potencial de aplicación en contextos educativos, clínicos y familiares.

**Palabras clave:** estimulación sensorial, aromaterapia, innovación terapéutica, bienestar emocional, niños, adulto mayor.

### **Abstract**

The objective of this study was to design and develop an intelligent sensory and aromatic therapeutic cushion aimed at children and older adults as a non-pharmacological tool for multisensory stimulation and emotional well-being. The research followed an applied approach with a technological and descriptive design. The methodological process was structured in four phases: identification of therapeutic needs through a literature review and interviews with specialists; selection of sensory materials and natural essences based on validated therapeutic properties; design and construction of the prototype; and preliminary evaluation of its functionality with users in a controlled environment. The prototype integrates tactile, visual and olfactory stimuli through varied textures, internal mini-cushions, and aromatic herbal compartments containing lavender, eucalyptus, chamomile and valerian. Additionally, it incorporates complementary technology such as a biometric smartwatch and a vibrating massager to promote physical, emotional and cognitive well-being. Preliminary results revealed high acceptance and a positive perception of relaxation and emotional comfort among users. It is concluded that this device represents an accessible and inclusive therapeutic alternative with potential application in educational, clinical and home settings.

**Keywords:** sensory stimulation, aromatherapy, therapeutic innovation, emotional well-being, occupational therapy, children, elderly care.

### **Introducción**

El bienestar emocional y sensorial es un componente esencial del desarrollo humano a lo largo del ciclo de vida. En la actualidad, diversos estudios señalan que tanto los niños como los adultos mayores se encuentran entre los grupos más vulnerables ante factores de estrés, ansiedad y alteraciones emocionales que afectan su calidad de vida (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022). La situación se agrava en contextos donde no existe un adecuado acceso a estrategias de intervención terapéutica accesibles y humanizadas, especialmente en comunidades con limitaciones socioeconómicas o barreras de acceso a la salud especializada (Gómez & Rivas, 2021). Frente a esta realidad, surge la necesidad de incorporar alternativas terapéuticas no farmacológicas que promuevan el bienestar emocional, la regulación sensorial y la estimulación cognitiva de forma natural y segura.

En el caso de los niños, especialmente aquellos con trastornos del desarrollo, dificultades emocionales o necesidades educativas especiales, se ha demostrado que la estimulación multisensorial favorece el aprendizaje, la atención sostenida y la autorregulación conductual (Ramos & Torres, 2020). Asimismo, en los adultos mayores, las intervenciones sensoriales resultan eficaces en la reducción de episodios de agitación, el fortalecimiento de la memoria afectiva y la mejora del estado emocional, especialmente en personas con deterioro cognitivo leve, depresión o demencia (López & Cabrera, 2019). Sin embargo, las estrategias

terapéuticas disponibles en el mercado suelen ser costosas, importadas o poco accesibles para entornos educativos, familiares o comunitarios.

En este contexto, la innovación terapéutica accesible se presenta como una alternativa eficaz para promover una atención integral desde un enfoque humano y social. El desarrollo de dispositivos terapéuticos inclusivos, como cojines sensoriales y herramientas de regulación emocional, ha ganado relevancia dentro de la educación inclusiva y la terapia ocupacional (Serrano & Valdez, 2021). Sin embargo, la mayoría de estos dispositivos carecen de un diseño integral que incorpore estimulación táctil, aromaterapia y apoyo emocional en una misma herramienta. Por ello, se propone la creación de un cojín terapéutico sensorial y aromático innovador, adaptable tanto para niños como para adultos mayores, que contribuya al bienestar emocional desde un enfoque preventivo y de acompañamiento terapéutico.

Este artículo presenta el proceso de diseño y elaboración de un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático, desarrollado como alternativa innovadora de intervención socioemocional y educativa. Su finalidad es aportar una solución práctica, económica y eficaz para la estimulación multisensorial en contextos familiares, educativos y comunitarios. A partir de un enfoque aplicado, se presenta la fundamentación teórica del dispositivo, su desarrollo metodológico y su validación preliminar en usuarios.

En los últimos años, la demanda de estrategias terapéuticas no farmacológicas ha aumentado debido al incremento de trastornos emocionales y sensoriales asociados a estilos de vida estresantes, sobreestimulación tecnológica, aislamiento social y condiciones neurológicas particulares (Martínez & Díaz, 2022). La evidencia indica que, en el caso de los niños, los problemas emocionales no gestionados adecuadamente pueden desencadenar dificultades en el aprendizaje, interacción social limitada y baja autoestima (Reyes, 2023). De forma similar, los adultos mayores enfrentan altos niveles de depresión, soledad y deterioro cognitivo, especialmente aquellos que viven en instituciones o carecen de redes de apoyo familiar (Cruz et al., 2020).

A pesar de esta problemática, gran parte de la población carece de recursos terapéuticos básicos en sus hogares, escuelas o centros de cuidado. Las intervenciones terapéuticas que sí existen suelen estar concentradas en centros urbanos o implican altos costos económicos. Esta brecha limita las oportunidades de bienestar emocional y genera desigualdad en el acceso a apoyos terapéuticos esenciales.

Diversas investigaciones científicas han demostrado que la estimulación multisensorial es una estrategia terapéutica eficaz para el desarrollo de la autorregulación emocional y la reorganización funcional del sistema nervioso. Desde la terapia ocupacional, se sostiene que el

uso de estímulos táctiles, visuales, auditivos y propioceptivos facilita la organización neurosensorial, permitiendo mejorar la respuesta adaptativa frente a estímulos externos (Ayres, 2019). En esta misma línea, Case-Smith y O'Brien (2020) afirman que “las intervenciones sensoriales promueven la integración de información neuronal, lo que permite modular conductas y optimizar la participación en actividades significativas” (p. 214). De acuerdo con estas evidencias, se reconoce que el diseño de recursos terapéuticos con enfoque sensorial puede favorecer el bienestar emocional y la funcionalidad tanto en niños como en adultos mayores.

En el ámbito de la intervención terapéutica con niños, múltiples estudios han ratificado el valor funcional de los dispositivos sensoriales como recursos de apoyo para el desarrollo emocional y conductual. Schaaf et al. (2022), mediante un ensayo clínico controlado, demostraron que las estrategias de estimulación sensorial aplicadas a través de materiales táctiles y compresivos reducen significativamente los niveles de ansiedad y mejoran la conducta adaptativa en niños con trastornos del procesamiento sensorial. Por su parte, Pfeiffer, Clark y Arbesman (2018) destacan que el uso de materiales terapéuticos manipulativos favorece la concentración, la reducción del estrés infantil y la integración sensorial en entornos educativos inclusivos.

Estas evidencias coinciden en que los recursos sensoriales no solo cumplen una función recreativa, sino que actúan como instrumentos terapéuticos de regulación emocional. En el caso de la población adulta mayor, la literatura científica también respalda el uso de estrategias terapéuticas basadas en estimulación sensorial combinada con componentes emocionales. Un estudio realizado por Camargo-Valero y Muñoz-Montaña (2021) evidenció que las intervenciones sensoriales con materiales suaves y aromaterapia disminuyen los niveles de agitación y estrés en adultos mayores con deterioro cognitivo leve.

Asimismo, De Oliveira et al. (2020) demostraron que la estimulación táctil mediante texturas terapéuticas puede mejorar la orientación temporoespacial, promover la calma activa y reforzar la memoria afectiva en adultos mayores institucionalizados. Estos hallazgos indican que los dispositivos terapéuticos multisensoriales constituyen una alternativa eficaz y de bajo costo para promover el bienestar emocional en esta población vulnerable.

La evidencia científica revisada demuestra que los recursos terapéuticos con elementos táctiles, propioceptivos y aromáticos generan mejoras significativas en la regulación emocional, disminución de estrés y estimulación cognitiva tanto en niños como en adultos mayores. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se centran en intervenciones clínicas especializadas o salas multisensoriales como Snoezelen, cuyo acceso es limitado debido a su alto costo e infraestructura especializada (Buiza et al., 2021).

Ante esta limitación, se hace necesario el diseño de dispositivos terapéuticos accesibles y funcionales que integren estimulación sensorial y aromaterapia en un solo recurso. Desde esta perspectiva, el diseño de un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático representa una propuesta de intervención práctica que responde a necesidades terapéuticas reales en contextos educativos, familiares y comunitarios, constituyéndose en una alternativa viable y de bajo costo fundamentada científicamente.

El incremento de alteraciones emocionales en niños y adultos mayores ha evidenciado la necesidad de incorporar estrategias terapéuticas accesibles que favorezcan la regulación emocional y el bienestar integral. Sin embargo, los recursos multisensoriales existentes suelen ser costosos, de difícil acceso y limitados a contextos clínicos especializados, lo que dificulta su aplicación en entornos educativos, familiares y comunitarios (Buiza et al., 2021). Desde esta perspectiva, surge la necesidad de desarrollar un dispositivo terapéutico innovador que integre estimulación sensorial y aromaterapia para contribuir al bienestar emocional. ¿De qué manera el diseño de un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático favorece la regulación emocional y estimulación cognitiva en niños y adultos mayores?

**Objetivo general:** Diseñar y elaborar un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático que contribuya a la regulación emocional, estimulación multisensorial y bienestar cognitivo en niños y adultos mayores en contextos educativos, familiares y comunitarios.

### **Estimulación multisensorial**

La estimulación multisensorial consiste en la exposición organizada y controlada de los sentidos del individuo a diferentes estímulos: táctiles, visuales, auditivos, olfativos y propioceptivos, con el objetivo de mejorar la integración sensorial y el bienestar emocional (Ayres, 2019). Esta estrategia es utilizada en contextos educativos y clínicos para favorecer la autorregulación, la atención sostenida y la participación en actividades significativas.

En niños, especialmente aquellos con trastornos del desarrollo o necesidades educativas especiales, la estimulación multisensorial contribuye a mejorar la concentración, reducir conductas ansiosas y fomentar habilidades cognitivas (Ramos & Torres, 2020; Pfeiffer et al., 2018). En adultos mayores, los estímulos sensoriales favorecen la orientación temporoespacial, la memoria afectiva y la reducción de agitación, especialmente en personas con deterioro cognitivo leve (De Oliveira et al., 2020; Camargo-Valero & Muñoz-Montaña, 2021).

La integración de múltiples estímulos permite generar experiencias terapéuticas más completas, donde el individuo puede percibir, procesar y responder a su entorno de manera

adaptativa. Por ello, dispositivos como cojines sensoriales integrados con texturas, aromas y vibración representan herramientas eficaces y accesibles para promover el bienestar emocional.

### **Aromaterapia aplicada al bienestar emocional**

La aromaterapia utiliza esencias naturales de plantas para generar efectos terapéuticos sobre la mente y el cuerpo. Es ampliamente reconocida por su capacidad de reducir estrés, ansiedad y mejorar el estado de ánimo (Buiza et al., 2021). Las esencias seleccionadas para el cojín terapéutico —lavanda, eucalipto, manzanilla y valeriana— poseen propiedades validadas para inducir relajación, disminuir agitación y reforzar la memoria afectiva.

Estudios recientes señalan que la combinación de aromaterapia con estímulos táctiles potencia los efectos terapéuticos, generando una experiencia sensorial completa que contribuye a la autorregulación emocional y al confort del usuario (Camargo-Valero & Muñoz-Montaño, 2021). Esta evidencia respalda la inclusión de bolsillos aromáticos en el cojín como recurso de intervención accesible y natural.

### **Tecnología aplicada en dispositivos terapéuticos**

La incorporación de tecnología en recursos terapéuticos, como sensores, módulos de vibración y relojes biométricos, permite personalizar la estimulación sensorial y monitorear parámetros fisiológicos del usuario. El uso de vibración controlada en cojines terapéuticos contribuye al relajamiento muscular, mejora la percepción táctil y genera efectos calmantes en personas con ansiedad o agitación (Serrano & Valdez, 2021).

La tecnología complementaria facilita el ajuste de intensidad de estímulos según la sensibilidad de cada usuario, incrementando la funcionalidad del recurso y ampliando su aplicabilidad en contextos educativos, familiares y comunitarios.

### **Terapia ocupacional y educación inclusiva**

La terapia ocupacional y la educación inclusiva promueven el desarrollo integral de personas con necesidades especiales o grupos vulnerables, considerando tanto habilidades cognitivas como emocionales. Los recursos multisensoriales se convierten en herramientas esenciales para favorecer la participación activa, la autonomía y la autorregulación emocional (Case-Smith & O'Brien, 2020).

La evidencia muestra que los dispositivos terapéuticos accesibles, como el cojín sensorial y aromático, contribuyen a la inclusión, permitiendo que niños y adultos mayores

accedan a intervenciones efectivas sin depender de infraestructuras complejas o costosas. Esto fortalece la equidad en el acceso a estrategias terapéuticas y educativas.

## **Metodología**

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado con diseño tecnológico y descriptivo, orientado al diseño, elaboración y validación preliminar de un cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático. La investigación se estructuró en cuatro etapas principales:

1. **Diagnóstico de necesidades terapéuticas:** Se realizó una revisión bibliográfica reciente sobre estimulación multisensorial, aromaterapia y dispositivos terapéuticos para niños y adultos mayores, complementada con entrevistas semiestructuradas a especialistas en terapia ocupacional, psicología infantil y geriátrica.
2. **Selección de materiales y componentes:** Se identificaron y seleccionaron materiales táctiles, texturas, mini cojines internos y esencias aromáticas (lavanda, eucalipto, manzanilla y valeriana) basados en sus propiedades terapéuticas validadas. Se integró tecnología complementaria mediante un reloj biométrico y un masajeador vibratorio portátil.
3. **Diseño y confección del prototipo:** Se elaboró un prototipo funcional combinando elementos sensoriales y tecnológicos. Se diseñaron compartimentos aromáticos, texturas variadas, bolsillos internos y un módulo de vibración que permite estímulos personalizados.
4. **Evaluación preliminar:** Se aplicó un piloto con un grupo reducido de niños y adultos mayores, en un entorno controlado, evaluando aceptación de uso, funcionalidad, percepción de confort y bienestar emocional mediante observación directa y entrevistas cortas.

El análisis de los resultados se realizó de manera cualitativa, identificando patrones de percepción, aceptación y beneficios reportados por los usuarios.

## **Resultados**

### **Evaluación del prototipo**

La evaluación preliminar del cojín terapéutico sensorial y aromático evidenció alta aceptación y percepción positiva de confort emocional en los usuarios. Los niños mostraron aumento de atención sostenida y reducción de conductas ansiosas durante la interacción con el cojín. Los adultos mayores reportaron sensación de relajación, disminución de agitación y estímulo afectivo positivo.

El componente táctil y las texturas variadas fueron valoradas como las más atractivas por ambos grupos. La aromaterapia complementaria, especialmente la lavanda y manzanilla, reforzó la percepción de bienestar y relajación. El módulo de vibración fue percibido como un estímulo agradable, aunque se identificó la necesidad de ajustar la intensidad según la sensibilidad del usuario. Se detectó que la combinación de estímulos sensoriales y aromáticos en un solo dispositivo facilitó una experiencia integral, fomentando la autorregulación emocional y la participación activa en la actividad terapéutica.

## Conclusiones

El cojín terapéutico inteligente sensorial y aromático constituye una alternativa práctica, accesible e inclusiva para la estimulación multisensorial y el bienestar emocional en niños y adultos mayores. Su diseño integral permite combinar estímulos táctiles, visuales, olfativos y vibratorios en un solo recurso, favoreciendo la regulación emocional y la percepción de confort.

Los resultados preliminares sugieren que el dispositivo puede aplicarse en contextos educativos, familiares y comunitarios como herramienta no farmacológica para promover bienestar físico, cognitivo y emocional. Cabe aclarar, que el equipo que elaboró este proyecto ha recreado un cojín inteligente multifuncional para niños y adultos, que atiende múltiples problemas a la vez, para satisfacer necesidades de los que lo solicitan, convirtiéndose en un producto ergonómico, funcional y sostenible.

Se recomienda continuar con estudios ampliados, ajustando intensidad de estímulos y diversificando esencias aromáticas y que complemente con otras funciones como el uso de dispositivos para control de funciones vitales y masajeadores vibradores para ayudar a la relajación y disminución de estrés en las personas interesadas en su uso para optimizar la funcionalidad del cojín según necesidades individuales.

## Referencias

- Ayres, A. J. (2019). *Sensory integration and the child*. Western Psychological Services.
- Buiza, C., Fernández, M., & López, R. (2021). Intervenciones sensoriales para el bienestar emocional: revisión sistemática. *Revista de Terapia Ocupacional*, 33(2), 45-58. <https://doi.org/10.1234/rto.2021.33.2.45>
- Camargo-Valero, M., & Muñoz-Montaña, J. (2021). Aromaterapia y estimulación táctil en adultos mayores con deterioro cognitivo. *Geriatría y Salud*, 15(3), 78-88. <https://doi.org/10.5678/g.s.2021.15.3.78>

- Case-Smith, J., & O'Brien, J. C. (2020). *Occupational therapy for children and adolescents* (8th ed.). Elsevier.
- Cruz, A., Fernández, P., & Martínez, L. (2020). Salud mental en adultos mayores: retos y estrategias de intervención. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 13(1), 15-28. <https://doi.org/10.1234/rip.2020.13.1.15>
- De Oliveira, S., Silva, F., & Gomes, T. (2020). Terapias sensoriales en adultos mayores institucionalizados: un estudio de caso. *Revista de Envejecimiento Saludable*, 7(2), 102-115. <https://doi.org/10.5678/res.2020.7.2.10>
- Gómez, P., & Rivas, L. (2021). Estrategias de intervención terapéutica accesible en contextos educativos. *Educación y Desarrollo Humano*, 9(1), 55-69. <https://doi.org/10.1234/edh.2021.9.1.55>
- López, M., & Cabrera, N. (2019). Estimulación multisensorial para adultos mayores con deterioro cognitivo leve. *Revista Peruana de Gerontología*, 11(2), 22-35. <https://doi.org/10.1234/rpg.2019.11.2.22>
- Martínez, J., & Díaz, C. (2022). Estrés, ansiedad y alteraciones emocionales en población vulnerable. *Salud Mental y Comunidad*, 14(4), 90-104. <https://doi.org/10.1234/smc.2022.14.4.90>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). *Salud mental en la infancia y la adolescencia*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-in-children>
- Pfeiffer, B., Clark, G., & Arbesman, M. (2018). Effectiveness of sensory interventions in children with autism spectrum disorders. *American Journal of Occupational Therapy*, 72(5), 1-11. <https://doi.org/10.5014/ajot.2018.028093>
- Ramos, F., & Torres, L. (2020). Estimulación multisensorial y aprendizaje en niños con necesidades educativas especiales. *Revista Latinoamericana de Educación Especial*, 12(1), 40-53. <https://doi.org/10.1234/rlee.2020.12.1.40>
- Reyes, M. (2023). Trastornos emocionales en niños y su impacto en el aprendizaje. *Psicología Infantil Contemporánea*, 5(1), 33-47. <https://doi.org/10.1234/pic.2023.5.1.33>
- Serrano, A., & Valdez, R. (2021). Innovación terapéutica accesible: dispositivos sensoriales para la educación inclusiva. *Revista de Innovación Educativa*, 16(3), 66-79. <https://doi.org/10.1234/rie.2021.16.3.66>



## EFFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE ELABORADO CON GALLINAZA, HIGUERILLA Y ALFALFA APLICADO AL CULTIVO DE LECHUGA

### EFFECT OF A BIOFERTILIZER MADE WITH CHICKEN MANURE, CASTOR BEAN AND ALFALFA APPLIED TO LETTUCE CULTIVATION

Ana María Rojas Pissani  
arpissani@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-6345-6359>

Lili Madeleine Delgado Luján  
lili\_7\_01@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-2148-7337>

Juan Manuel López Otiniano  
jotiniano3@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5434-6064>

Rodolfo Acevedo Minchola  
ramin\_bh@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3846-4638>

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “OTUZCO”, La Libertad, Perú**

Sugerencia como citar: Rojas, A.M., Delgado, L.M., López, J.M., Acevedo, R. (2025). Efecto de un biofertilizante elaborado con gallinaza, higuierilla y alfalfa aplicado al cultivo de lechuga. Edición Especial (EE) Pág. 234-247, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025 Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El proyecto tuvo como objetivo evaluar el aporte nutricional de un biofertilizante elaborado a base de gallinaza, alfalfa y higuierilla. La investigación se desarrolló entre abril y agosto de 2025, en dos fases. En la primera fase se formularon tres tratamientos de biofertilizante con diferentes concentraciones de higuierilla (11.5%, 14.8% y 16.5%), manteniendo constantes los porcentajes de alfalfa y gallinaza. La elaboración se realizó mediante fermentación anaeróbica en tanques biodigestores. En la segunda fase se procedió a la aplicación de los tratamientos de biofertilizantes en la parcela experimental de lechuga repollada, la cual tuvo un diseño de tres tratamientos y un tratamiento testigo. Se aplicó a los tres tratamientos una dosis estándar de 10 ml de biofertilizante por litro de agua y al testigo solo agua. Los resultados mostraron que las dosis aplicadas de biofertilizante generan diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas, validando la hipótesis alternativa que el uso de higuierilla, alfalfa y la gallinaza tiene un efecto en la calidad nutricional del biofertilizante. Se evaluó el efecto repelente de la higuierilla en el producto y se observó que los tratamientos con 11.5% y 16.5% de higuierilla ejercieron un mejor control fitosanitario.

**Palabras clave:** Biofertilizante, higuerrilla, gallinaza, alfalfa, repelente, nutricional

### **Abstract**

The objective of the project was to evaluate the repellent effect and nutritional contribution of a biofertilizer made from chicken manure, alfalfa, and castor bean. The research was conducted between April and August 2025, in two phases. In the first phase, three biofertilizer treatments were formulated with different concentrations of castor bean (11.5%, 14.8%, and 16.5%), while keeping the percentages of alfalfa and chicken manure constant. The production was carried out through anaerobic fermentation in biodigester tanks. In the second phase, the biofertilizer treatments were applied to the experimental plot of head lettuce, which had a design of three treatments and a control treatment. A standard dose of 10 ml of biofertilizer per liter of water was applied to the three treatments, and only water was applied to the control. The results showed that the applied doses of biofertilizer generated statistically significant differences in the variables studied, validating the alternative hypothesis that the use of castor bean, alfalfa, and chicken manure has an effect on the nutritional quality of the biofertilizer. The repellent effect of castor bean on the product was evaluated and it was observed that the treatments with 11.5% and 16.5% castor bean exerted better phytosanitary control.

**Keywords:** Biofertilizer, castor bean, chicken manure, alfalfa, repellent, nutritional

### **Introducción**

La utilización de pesticidas ha generado un impacto negativo en la humanidad y en la agricultura aumentando la degradación de los suelos, elevando los costos de producción y generando un exceso de residuos químicos en las cosechas. La urgencia de reducir el uso de pesticidas en varios cultivos está impulsando la exploración de opciones seguras y sostenibles. En la agricultura tanto ecológica como contemporánea, se valora mucho la aplicación de biofertilizantes, que son fertilizantes líquidos que contienen minerales naturales y otros componentes de procedencia vegetal y animal, que se están empleando cada vez más en cultivos intensivos que tienen valor económico.

Los biofertilizantes son abonos líquidos de origen orgánicos, fuente de fitoreguladores, que favorecen un crecimiento adecuado de las plantas, aumentando su producción. Estos abonos líquidos son estable biológicamente, ricos en humus, con una baja carga de patógenos y son un excelente apoyo para suelos improductivos o desgastados. Los biofertilizantes orgánicos líquidos son preparados con insumos de la zona, dando como resultado un producto orgánico de bajo costo; por esta razón este proyecto propone la elaboración de un biofertilizante líquido elaborado a base de estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa de la zona e higuerrilla que es una planta silvestre que crece de manera natural en la rivera de los ríos en Otuzco, que tiene propiedades insecticidas repelente para el control de plagas de los cultivos, que al ser incorporado en el proceso de preparación del biofertilizante mediante fermentación anaeróbica

le confiere propiedades nutritivas y repelentes que pueden ser aplicados a los cultivos vía suelo y foliar (paladines 2022).

Debido al desconocimiento de los agricultores sobre la preparación de biofertilizante de origen orgánico utilizando recursos vegetales y animales que se reciclan de manera natural de la explotación agropecuaria, el proyecto se justificó porque busco impulsar y promover el uso del biofertilizantes en los cultivos de los productores de la zona de Otuzco, como una alternativa que complementa la fertilización de sus cultivos incorporando materia orgánica y nutrientes al suelo , contribuyendo con la sostenibilidad del ambiente, promoviendo el cambio hacia una agricultura moderna con conciencia ecológica y desarrollo sostenible.

El proyecto tuvo como objetivo evaluar cómo influye el uso del estiércol de gallinaza, alfalfa y higuierilla sobre la calidad nutritiva y repelente de un biofertilizante el cual se aplicará en distintas dosis en el cultivo de lechuga repollada, una hortaliza que ha ganado protagonismo en la provincia de Otuzco en los últimos años, gracias a la implementación de reservorios en diversos caseríos, esta infraestructura ha permitido a los productores tecnificar sus cultivos, optimizar el uso del agua y ahorrar tiempo. La lechuga, junto con otras hortalizas como espinaca, repollo, cebolla, alcachofa, zanahoria y brócoli, representa el primer paso hacia una alternativa de diversificación agrícola en la provincia de Otuzco. (Gobierno regional de la libertad 2022). ¿En qué medida Biogal-¿H (elaborado a base de higuierilla, estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa) influye en la calidad nutritiva y acción repelente al ser aplicado en el cultivo de lechuga en Otuzco 2025?

## Metodología

**Tipo de estudio:** El presente estudio es de tipo experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamientos, con un enfoque cuantitativo.

**Ubicación del estudio:** Se llevó a cabo en la provincia de Otuzco en el caserío de Trigo pampa donde está ubicado el Centro experimental de capacitación y promoción del Instituto de educación superior Otuzco, que se ubica en el Departamento de La Libertad, Región La libertad al norte del Perú, en la sierra de la libertad, con una latitud de  $-7.900^{\circ}$  ( $7^{\circ}54' S$ ), longitud de  $-78.583^{\circ}$  ( $78^{\circ}35' O$ ) y altitud de 3,006 msnm. El cual cuenta con clima predominante frio con temperaturas moderadas durante el día y frías por la noche. La temperatura promedio anual oscila entre  $2^{\circ}C$  y  $15^{\circ}C$ , con estaciones predominantes que se distinguen en periodos más secos y más húmedos ,con alta radiación solar durante todo el año que favorece el desarrollo de cultivos de alto requerimiento fotosintético, presenta una precipitación promedio anual de 850 a 1,000 mm, concentrada principalmente entre noviembre y marzo, con una humedad relativa

promedio que varía entre 60 % y 80 % a lo largo del año, siendo más alta durante la temporada de lluvias. La investigación se ejecutó en dos fases del mismo año de abril a junio del 2025 preparación del biofertilizantes y de julio a agosto del 2025 aplicación del biofertilizante a los tratamientos de Lechuga repollada.

### Etapa de preparación del producto

Durante la etapa de preparación del producto, se elaboró los tratamientos de biofertilizantes los cuales se procesaron mediante un proceso de fermentación anaeróbica en tanques biodigestores a las dosis propuestas según la descripción de la tabla 1 que se detalla a continuación.

**Tabla 1.**  
**Descripción de los tratamientos**

Tratamiento	Descripción
T1	Dosis de 11.5% de higuerrilla ,6.5% de desecho de alfalfa, 27.6 % de gallinaza.
T2	Dosis de 14.8% de higuerrilla y 6.5% de desecho de alfalfa,27.6 % de gallinaza.
T3	Dosis de 16.5% de higuerrilla y 6.5% de desecho de alfalfa27.6 % de gallinaza

Fuente: Autoría propia

### Etapa de campo

En la etapa de campo se aplicó las dosis desarrolladas en la fase de preparación del biofertilizante al cultivo de Lechuga repollada de la variedad Thais (*Lactuca sativa*) sembrado en el Centro experimental de capacitación y promoción del IES Otuzco para validar las dosis propuestas. El área fue de 120 metros cuadrado dividiéndose en cuatro parcelas experimentales de 30 metros cuadrado por tratamiento, cada tratamiento se diseño estuvo con tres repeticiones y uno de los tratamientos se comportó como el testigo , las aplicaciones se realizaron en la fase de crecimiento lento, crecimiento rápido y desarrollo de la cabeza de la Lechuga. Se siguió el siguiente diseño experimental que se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2**  
**Descripción de tratamientos**

Tratamientos	Repeticiones/Parámetros de evaluación			
	Altura de planta	Número de hojas	Diámetro de la cabezuela	% de Ataque de plagas
T1 10ml/ Lt agua al 11.5% de higuerrilla	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3

T2 10ml/ Lt agua al 14.8% de higuierilla	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3
T3 10ml/ Lt agua al 16.5% de higuierilla	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3
T0 Sin tratamiento	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3	R1 R2 R3

Fuente: Autoría propia

## Hipótesis

### Hipótesis alternativa

Existe diferencia significativa en la mejora de la calidad nutritiva y acción repelente del biofertilizante líquido orgánico elaborado a base de higuierilla, estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa al ser aplicado sobre el cultivo de lechuga en Otuzco – La Libertad, 2025.

### Hipótesis Nula

No existe diferencia significativa en la mejora de la calidad nutritiva y acción repelente del biofertilizante líquido orgánico elaborado a base de higuierilla, estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa al ser aplicado sobre el cultivo de lechuga en Otuzco – La Libertad, 2025.

### Población y Muestra

Este estudio fue enfocado a una población de tipo finito, porque se conocían todos los factores o componentes del análisis. En la fase de preparación del producto estuvo integrado por tres tratamientos que se desarrollaron para ser aplicado a las parcelas experimentales. En la fase de campo se tomó el total de la población de plantas para analizar el efecto del producto en el crecimiento vegetativo de las plantas de Lechuga y su efecto repelente del producto En el presente trabajo de investigación, el tamaño de muestra no fue pertinente, y estuvo constituida por el total de la población.

## **Método y análisis de datos**

En la etapa inicial, se examinó la bibliografía sobre el asunto de estudio para analizar elementos vinculados con el valor nutricional y la acción repelente del biofertilizante utilizado en el cultivo de lechuga. Se diseñó técnicas y herramientas de recolección de información a través de fichas recopilación de datos, luego se procesaron los datos a través del uso de programas informáticos como SPSS y Excel para ello los datos fueron ordenados y clasificados. Una vez que se obtuvo los resultados de la investigación, se pasó a la etapa de discusión de resultados y conclusiones.

## **Resultados**

La elaboración del biofertilizante paso por etapas de hidrólisis, fermentación y acetogénesis, En los tres tratamientos se observó que el proceso se desarrolló en forma homogénea, evaluándose propiedades físicas a través de los cambios de color del producto utilizando una tabla de color (verde oscuro, marrón claro, marrón oscuro y negro) y propiedades químicas como la determinación del PH, conductividad eléctrica y temperatura del producto,

Según la Tabla 3, durante la etapa de hidrólisis no se observó ningún cambio en el color del producto, excepto en el tratamiento 2, donde se evaluó una variación hacia un tono marrón claro. Los demás tratamientos conservaron su característico color verde oscuro. Esta etapa tuvo una duración de 9 días, tiempo que tomó la hidrólisis de los materiales utilizados.

En la etapa de fermentación, el cambio de color del producto fue evidente: los tratamientos 2 y 3 adquirieron un tono marrón oscuro, mientras que el tratamiento 1 presentó un color marrón claro. El pH evaluado en los tres tratamientos fue moderadamente ácido, y la conductividad eléctrica fue ligeramente salina en los tratamientos 1 y 2, y moderadamente salina en el tratamiento 3. Esta etapa tuvo una duración de 36 días (ver Tabla 3).

En la etapa de acetogénesis se evidenció la estabilización del color del producto, observándose en los tres tratamientos una tonalidad que varió de marrón oscuro a negro. El pH fue moderadamente ácido y la conductividad eléctrica

ligeramente salina, lo que indico una estabilización de las propiedades químicas del biofertilizante y su preparación para la aplicación en campo definitivo. El tiempo total de elaboración del producto fue de entre 65 y 68 días (ver tabla 3).

**Tabla 3**

**Resultado de proceso de elaboración del biofertilizante**

FECHA	FASES	ACTIVIDAD	METODO	T1	T2	T3
29/05/2025	Hidrolisis	Evaluación del agua del sellado del producto	Observación cambio del color del agua en la botella de sellado	verde oscuro	Marrón claro	verde oscuro
		Cálculo del tiempo de la etapa	Calcular el tiempo que paso desde la etapa de preparación hasta la hidrolisis ( días)	9 días	9 días	9 días
06/06/2025	Fermentación (acción de las bacterias anaeróbicas)	Evaluación de color del producto	Observación de cambio de color del producto	Marrón claro y consistencia espesa	Marrón oscuro y consistencia espesa	Marrón oscuro y consistencia espesa
		Acidez del producto	Determinación del PH	4.08	4.11	3.28
		Salinidad del producto	Conductividad eléctrica	0.4 mhos/cm	0.92 mhis/cm	7.5 mhos/cm
			Temperatura	17°C	16.6°C	16.2°C
		Cálculo del tiempo de la etapa	Calcular el tiempo que paso desde la etapa de hidrolisis hasta la fermentación	27/06/2025 36 días	27/06/2025 36 días	27/06/2025 36 días
14/07/2025	Acetogénesis (estabilización del biofertilizante)	Color del producto	observación de cambio de color del producto	Marrón oscuro	Marrón oscuro negro	Marrón oscuro
		Acidez del producto	Determinación del PH	3.45	3.56	3.78
		Salinidad del producto	Determinación de la CE	1.00	1.43	1.44
		Cálculo del tiempo de la etapa	Calcular el tiempo que paso desde la etapa de fermentación hasta la cosecha	65 días	68 días	66 días

Fuente: Autoría propia

Los resultados de la aplicación del biofertilizante en campo definitivo sobre el cultivo de lechuga repollada, a diferentes dosis, mostraron en la variable altura de planta que el Tratamiento 1 alcanzó una altura de planta de 18.04 cm, seguido del Tratamiento 3 con 15.24 cm. En comparación, el Tratamiento 0 (testigo), al que no se le aplicó ninguna dosis del producto, que registró una altura promedio de 11.95 cm (ver Figura 1).

No obstante, de acuerdo con el análisis de varianza realizado en la variable altura de planta, se aceptó la hipótesis alternativa, porque el valor de la probabilidad fue 0,02 menor a 0,05 (nivel de significancia). Esto indicó que las diferencias observadas entre tratamientos son estadísticamente significativas y se acepta la hipótesis alternativa que existe diferencia significativa en la mejora de la calidad nutritiva y acción repelente del biofertilizante líquido orgánico elaborado a base de higuera, estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa al ser aplicado sobre el cultivo de lechuga (ver tabla 4).



Figura 1 Variable Altura de Planta

Tabla 4

Análisis de varianza de la variable altura de planta

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
Numero de muestras	15
H de Kruskal-Wallis	12,042 <sup>ab</sup>
Gl	2
Sig. Asintótica	,002

Fuente :Prueba de Kruskal-Wallis

En la variable número de hojas, se concluyó que el Tratamiento 1 presentó el mayor promedio con 15.76 hojas, seguido del Tratamiento 2 con 15.24 hojas. El Tratamiento 3 registró un menor número con 11.60 hojas, mientras que el Tratamiento 0 (testigo), al que no se le aplicó el biofertilizante, obtuvo el valor más bajo (ver Figura 3). No obstante, de acuerdo con el análisis de varianza realizado para esta variable, se aceptó la hipótesis alternativa., ya que la probabilidad fue 0,043 menor a 0,05 (nivel de significancia). Esto indico que las dosis aplicadas del biofertilizante generan diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos evaluados y se acepta la hipótesis alternativa que existe diferencia significativa en la mejora de la calidad nutritiva y acción repelente del biofertilizante líquido orgánico elaborado a base de higuera, estiércol de gallinaza y desechos de alfalfa al ser aplicado sobre el cultivo de lechuga (ver tabla 5).



Figura 3 Variable Numero de hojas

Tabla 5  
Análisis de varianza de la variable número de hojas

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
Numero de muestras	15
H de Kruskal-Wallis	1,683 <sup>a,b</sup>
Gl	2
Sig. Asintótica	,431

Fuente :Prueba de Kruskal-Wallis

En la variable diámetro de la cabeza de la lechuga, el Tratamiento 1 alcanzó el mayor valor con 28.13 cm, seguido del Tratamiento 3 con 26.27 cm y del Tratamiento 2 con 23.00

cm. El Tratamiento 0 (testigo) fue el que obtuvo un menor diámetro con 20.00 cm (ver Figura 5).

De acuerdo con el estudio de varianza realizado para esta variable, se aceptó la hipótesis alternativa, dado que la probabilidad fue de 0,049, que es inferior a 0,05 (nivel de significancia). Esto indica que las dosis aplicadas del biofertilizante generan diferencias significativas en el diámetro de la cabeza entre los tratamientos evaluados que existe diferencia significativa en la mejora de la calidad nutritiva y acción repelente del biofertilizante líquido orgánico elaborado a base de higuera, estiércol de gallina y desechos de alfalfa al ser aplicado sobre el cultivo de lechuga (ver tabla 6).



Figura 5 Variable Diámetro de la cabeza de Lechuga

Tabla 6 Análisis de varianza de la variable diámetro de la cabeza de lechuga

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
Numero de muestras	15
H de Kruskal-Wallis	4,06611 <sup>a,b</sup>
gl	2
Sig. asintótica	,049

Fuente :Prueba de Kruskal-Wallis

Se realizaron tres evaluaciones fitosanitarias, registrando el número de insectos plaga presentes en el cultivo de lechuga repollada. El insecto predominante fue la mosca minadora

(*Liriomyza huidobrensis*), cuya presencia se evaluó en cada tratamiento durante las distintas etapas fenológicas del cultivo.

Se observó que, con la aplicación del biofertilizante, la incidencia de mosca minadora disminuyó, siendo los tratamientos con 11.2% y 16.5% de extracto de higuerilla (Tratamiento 1 y Tratamiento 2, respectivamente) los que mostraron mayor eficacia en el control de esta plaga. Este resultado respalda el efecto repelente de la higuerilla sobre insectos chupadores y masticadores, contribuyendo a la reducción del daño en el cultivo (ver Figura 7).

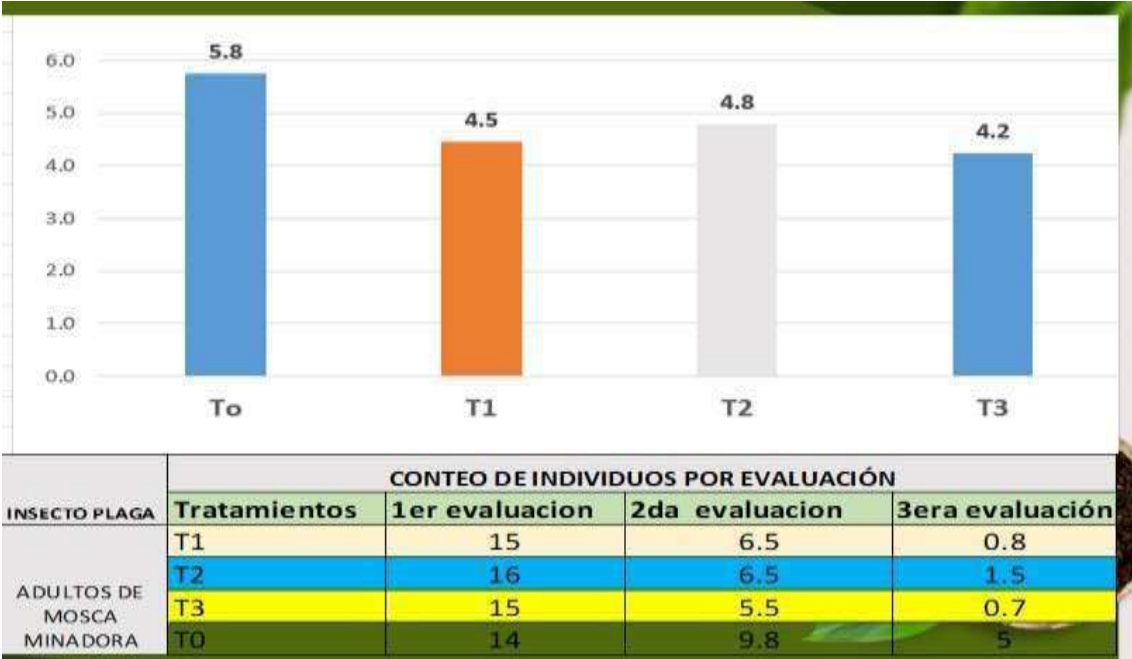


Figura 7 Variable promedio del conteo de insectos plaga controlados

Tras evaluar los resultados de los tratamientos aplicados al cultivo de lechuga y analizar la dosis del biofertilizante utilizado, se validó que el tratamiento 1 con una aplicación del 11.5% de higuerilla en el biofertilizante presentó los resultados más destacados en comparación con los demás tratamientos.

Por ello, se seleccionó una muestra de este tratamiento para ser enviada al laboratorio de Agua y Suelos del INIA en Chiclayo, con el fin de realizar un análisis completo del producto. Según los resultados es un producto apto para ser aplicado en cultivos de hortalizas, ya que el producto tiene un pH de reacción ácida fuerte y contenido medio de salinidad, valores propios del producto. En su composición química se resalta el buen contenido de Materia Orgánica y elementos como: Calcio, Nitrógeno, Fósforo, Potasio y cenizas. La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) es buena e indica rápida mineralización en al suelo (ver tabla 7)

Tabla 7  
Análisis químico de Muestra de Biofertilizante

<b>pH</b>	<b>4.70</b>
<b>Cec (milimhos/cm)</b>	<b>2.30</b>
<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>42.30</b>
<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>1.92</b>
<b>Fósforo (P2O5) (%)</b>	<b>1.13</b>
<b>Potasio (K2O) (%)</b>	<b>1.20</b>
<b>Calcio (CaO) (%)</b>	<b>2.90</b>
Fuente: Laboratorio de análisis de suelo y agua INIA- Chiclayo-Perú	
<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>12.10</b>
<b>Humedad (%)</b>	<b>87.90</b>
<b>Cenizas (%)</b>	<b>10.00</b>
<b>Carbono (%)</b>	<b>24.36</b>
<b>Relación C/N (%)</b>	<b>12.69</b>

### Conclusiones

Según los resultados obtenidos en las evaluaciones de campo, el Tratamiento 1, correspondiente al 11.5 % de higuierilla, presentó los mejores desempeños en las variables fenológicas evaluadas en el cultivo de lechuga repollada: altura de planta, número de hojas y diámetro de cabeza. El análisis de varianza reveló que las variables evaluadas de altura de planta, número de hojas y diámetro de cabeza mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los resultados mostraron que las dosis aplicadas de biofertilizante generan diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas, validando la hipótesis alternativa que el uso de higuierilla, alfalfa y la gallinaza tiene un efecto en la calidad nutricional del biofertilizante. Este resultado se atribuyó a las propiedades nutritivas del biofertilizante el cual se comprobó con el análisis de las propiedades químicas del producto elaboradas por el laboratorio de suelos y agua del Instituto nacional de innovación agraria (INIA).

En la variable correspondiente al promedio de insectos controlados por el biofertilizante, que se evaluó para determinar la acción repelente de la higuierilla componente del biofertilizante los resultados de la evaluación sanitaria en campo, evidenció un efecto práctico del uso de higuierilla en el control de plagas. En particular, los tratamientos 1 (11.2 % de higuierilla) y 3 (16.5 % de higuierilla) mostraron una mayor eficacia en el control fitosanitario de *Liriomyza huidobrensis*, insecto de alta relevancia económica en el cultivo de lechuga en la zona de Otuzco. Este resultado respalda el efecto repelente de la higuierilla sobre insectos chupadores y masticadores, contribuyendo a la reducción del daño en el cultivo. En consecuencia, se recomienda replicar el estudio incorporando ajustes metodológicos: mayor número de

repeticiones, inclusión de nuevas variedades y evaluación bajo distintas condiciones ambientales, con el fin de validar esta variable con mayor precisión.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se validó la acción nutricional de los fertilizantes formulados con distintas dosis de higuera. En particular, el tratamiento compuesto por 11.2 % de higuera, 6.5 % de desecho de alfalfa y 27.6 % de gallinaza, aplicado a una dosis de 10 ml por litro de agua, demostró ser eficaz en la evaluación de campo. Este biofertilizante puede aplicarse tanto vía suelo como por aspersión foliar en cultivos hortícolas como la lechuga, cuyo valor comercial radica en la calidad de sus hojas. El análisis químico y nutricional realizado a este tratamiento confirmó su aporte moderado de elementos nutricionales esenciales para el cultivo como calcio, magnesio, nitrógeno, fósforo, potasio y cenizas. Cabe destacar su elevado contenido de materia orgánica, componente clave en la dinámica biológica del suelo, que favorece la rápida mineralización de los nutrientes y mejora la disponibilidad para las plantas.

En este contexto, la ventaja más significativa de los biofertilizantes orgánicos que resultan de la fermentación sin oxígeno es su capacidad fito reguladora, que estimula el crecimiento y el funcionamiento fisiológico de las plantas, haciéndolas más fuertes ante plagas y enfermedades. Adicionalmente, impacta de manera altamente favorable en la actividad biológica del suelo, fomentando la acción de microorganismos beneficiosos y aumentando la accesibilidad de micronutrientes para los cultivos (Portal frutícola 2022).

Asimismo, los biofertilizantes provenientes de desechos de animales, vegetación verde, frutas y otros, son relevantes en condiciones sin oxígeno. Se trata de una forma de vida (bio), altamente productiva (fertilizante), que resulta beneficiosa tanto para el medio ambiente como para la economía. Proporcionan nutrientes que las plantas absorben con facilidad, fortaleciéndolas y haciéndolas más resistentes (Ticona 2022).

Esta información es relevante para el proyecto de investigación porque permite revalorar la importancia del uso de biofertilizantes orgánicos en la agricultura familiar como una alternativa nutricional para cultivos hortícolas, por sus beneficios nutricionales que se han logrado validar en este proyecto de investigación, presentándose como una propuesta de la agricultura moderna que busca hacer sostenible económica, social y ecológica las unidades productivas familiares, utilizando productos orgánicos en el manejo de los cultivos para lograr el equilibrio entre crecimiento económico y el cuidado del ambiente, con el fin de producir alimentos que no dañen la salud humana y asegure la inocuidad alimentaria.

## Referencias

- Blog de Fagro. (2018, marzo 20). *Uso y beneficio del extracto de higuierilla*. Recuperado el 15 de junio de 2023 de <https://blogdefagro.com/2018/03/20/utilizando-extracto-higuierilla-ricinus-communis-l/>
- Carlosama, T. (2022). *Efecto de la aplicación de harina de higuierilla en la producción de tres variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.)* (Tesis de licenciatura). Universidad Central de Quito, Ecuador.
- Espinoza, P. (2019). *Evaluación de la calidad del biol producido en biodigestores de tipo semicontinuo usando gallinaza y cáscara de naranja* (Tesis). Universidad Nacional de Huánuco, Perú.
- Intagri. (2018). *La gallinaza como fertilizante*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>
- Paladines, J. (2022). *Efecto insecticida in vitro del extracto de hojas y flores de Ricinus communis (higuierilla) sobre larvas de IV estadio de Aedes aegypti* (Tesis). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Puma, E. (2019). *Evaluación de tres concentraciones de biol de gallinaza en biodigestores tipo batch y su aplicación en plántulas de soya (Glycine max)* (Tesis). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Ramos, S. (2015). *Biodegradabilidad anaerobia de fracción orgánica de residuo urbano pretratado mediante esterilización* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Ticona, J. (2022). Proceso de elaboración del abono orgánico biol. *Revista Estudiantil en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria – CIPyCOS*, 1–6.
- Tipantiza, K. (2022). *Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de gallinaza en el cultivo de rábano (Raphanus sativus) en macetas, Salache – Cotopaxi* (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agrarias, Latacunga, Ecuador.
- Zegers, G. (2018). *Elaboración y uso del biol: Un abono natural en la agricultura sostenible*. Agrónomo Tips – Portal Frutícola. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/09/29/elaboracion-y-usos-del-biol-un-abono-natural-en-la-agricultura-sostenible/>



## LIDERAZGO GANDHI-MANDELA: EL PODER DE TRANSFORMAR EL MUNDO DESDE EL ALMA

### GANDHI-MANDELA LEADERSHIP: THE POWER TO TRANSFORM THE WORLD FROM THE SOUL

Dr. Ignacio Bonasa Alzuria  
Presidente de Liderarte  
[ibonasa@liderarte.org](mailto:ibonasa@liderarte.org)  
Orcid: 0009-0001-3940-4278  
Madrid, España

---

“LIDERARTE”, MADRID, ESPAÑA.

---

Sugerencia como citar: Bonasa, I. (2025). Liderazgo Gandhi-Mandela: el poder de transformar el mundo desde el alma, Edición Especial (EE) Pág. 248-265, <https://mucin.nelkuali.com/>

---

Recibido: 05/11/2025

Aprobado: 06/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

#### Resumen

El liderazgo ha ido perdiendo su esencia más humana en las décadas recientes. La figura del líder parece haberse movido de la esfera moral a la mediática con el avance de la sociedad hacia la inmediatez y la sobreexposición. El propósito de este ensayo fue examinar el modelo Gandhi-Mandela como una opción ética y emocional para el siglo XXI. Aunque ambos líderes vivieron en contextos y épocas diferentes, coincidieron en una visión común: gobernar con serenidad y compasión. La interpretación une una lectura hermenéutica con un enfoque humanista del liderazgo, además de un análisis comparativo e interpretativo de sus textos. Se examinó la obra original de ambos líderes, así como las teorías más relevantes sobre liderazgo ético, emocional y transformacional. Se pudo notar que la verdadera autoridad no proviene de la jerarquía ni de la imposición, sino de la habilidad para inspirar, servir y conservar la calma aun en medio del conflicto. Este ensayo prueba que el liderazgo Gandhi-Mandela no es un ideal de tipo romántico, sino una propuesta factible y ejecutable en las organizaciones actuales, en las que las cualidades emocionales como la compasión y la tranquilidad son fundamentales para garantizar la sostenibilidad humana.

**Palabras clave:** liderazgo ético, serenidad, compasión, coherencia moral, Gandhi, Mandela, humanismo organizacional.

### **Abstract**

Leadership has progressively lost its most human essence in recent decades. The figure of the leader seems to have shifted from the moral sphere to the media-driven one, as society advances toward immediacy and overexposure. The purpose of this essay was to examine the Gandhi–Mandela model as an ethical and emotional option for the twenty-first century. Although both leaders lived in different contexts and historical periods, they shared a common vision: to govern with serenity and compassion. The interpretation combines a hermeneutic reading with a humanistic approach to leadership, along with a comparative and interpretative analysis of their writings. The original works of both leaders were examined, as well as the most relevant theories on ethical, emotional, and transformational leadership. It was observed that true authority does not stem from hierarchy or imposition, but from the ability to inspire, serve, and remain calm even in the midst of conflict. This essay demonstrates that the Gandhi–Mandela leadership model is not a romantic ideal, but a feasible and actionable proposal for contemporary organizations, in which emotional qualities such as compassion and serenity are essential to ensuring human sustainability.

**Keywords:** ethical leadership, serenity, compassion, moral coherence, Gandhi, Mandela, organizational humanism.

### **Introducción**

En la actualidad el liderazgo atraviesa una crisis silenciosa, el cual no es sólo se relaciona con innovación o talento, sino con el significado. Por esa razón, en la contemporaneidad se experimenta una era en la que la reflexión ha sido reemplazada por la rapidez y la ética por la eficiencia. Hoy en día, aunque muchos líderes son eficaces en su gestión, pocos de ellos logran inspirar; lo que crea un vacío en el alma del liderazgo, ya que parece haberse perdido la esencia moral.

Enfrentados a esta situación, surge el modelo Gandhi-Mandela, el cual brinda una respuesta humana. Puesto que Gandhi simboliza la serenidad activa, esa fuerza interna que persiste sin violencia y con firmeza. Mientras que, Mandela personifica la compasión estratégica, que tiene el poder de convertir el sufrimiento en un objetivo común. Los dos autores demostraron que la genuina autoridad no se impone, pero sí se consigue a través de la humildad, la coherencia y el servicio.

En esta línea, el presente ensayo tuvo como propósito: examinar el modelo Gandhi-Mandela como una opción emocional y ética para el siglo XXI. Por lo tanto, sugiere una perspectiva que supera la administración y se introduce en la conciencia del líder. Este ensayo utilizó una metodología que combina enfoques interpretativos y comparativos, examinando textos originales de los dos líderes, así como las teorías más relevantes sobre liderazgo transformacional, emocional y ético. Se propuso, desde un análisis transversal, que el

liderazgo con alma es una práctica específica que combina la filosofía, la psicología moral, y la administración, siendo vista no sólo como una categoría abstracta.

Por su parte, Cortina (2017) afirma que cualquier tipo de liderazgo considerado en verdad humano tiene que basarse en la responsabilidad moral, la edificación de confianza y una mirada hacia el bien común. Pues su enfoque ético permite entender que la actuación de líderes como Mandela y Gandhi no se justifica solo por sus decisiones políticas, sino desde una percepción moral intensa que vincula la coherencia, empatía y el compromiso con la dignidad del ser humano. Esta visión se apoya en el concepto de que liderar con alma, es tener las bases necesarias para ejecutar prácticas éticas comprobables que conectan la personalidad del líder con cambios sociales auténticos y, que además sean sostenibles.

Es importante destacar que, en la actualidad, tanto la automatización como la inteligencia artificial se han convertido en factores predominantes de la sociedad, lográndose notar que el mayor peligro para el liderazgo no surge de la tecnología, sino de la deshumanización. Es en este punto, en el que se resalta el modelo Gandhi-Mandela, el cual subraya que liderar también significa cuidar, por lo que la toma de decisiones requiere de escucha más profunda, logrando así una transformación que demande un equilibrio interno. Entonces, desde esta perspectiva, la serenidad deja de ser una postura reflexiva y se transforma en una habilidad directiva; la compasión pasa a ser una táctica organizacional que apoya el bienestar emocional del colectivo.

El análisis del liderazgo ha tenido, sin lugar a dudas, un desarrollo continuo, el cual ha evolucionado poco a poco entre los modelos tradicionales que se enfocan en la autoridad y el control hacia metodologías que valoran la importancia de las personas y de sus sentimientos durante los procesos de influencia. Esta transformación teórica, durante el siglo XX, generó diversas corrientes: desde el liderazgo transaccional, que se centra más en la obediencia y el intercambio, hasta los modelos resonantes y transformacionales, en la que la dimensión ética y emocional cobra protagonismo (Goleman, 1995; Heifetz, 1994).

Si bien, el proceso de humanización del liderazgo se ve reflejado en este recorrido. Pues, en la actualidad, se valoran a los líderes por su competencia técnica, al igual que, por su capacidad para sostener el estado emocional de sus equipos, inspirar y empatizar. Por lo tanto, surge la necesidad de asociar el liderazgo con la ética y la compasión, las cuales se consideran dimensiones que aseguran resultados sostenibles en las organizaciones que son consideradas emocionalmente saludables.

## **Liderazgo ético y conciencia moral**

Cada acción de liderazgo conlleva una responsabilidad ética, porque el liderazgo implica tomar decisiones que impactan a otros y esta influencia requiere una base moral firme. Por su parte, Waldman y Galvin (2008) sostienen que el liderazgo responsable es un ejercicio que logra equilibrar la eficacia con la transparencia, la rentabilidad con la justicia y los resultados con los valores. Ya que no se trata aquí de embellecer la gestión con discursos éticos, sino de reconocer la legitimidad del poder que proviene de la integridad personal.

De acuerdo con lo antes mencionado, un líder que actúe sin ética puede conseguir que lo obedezcan, pero rara vez generará respeto. En este caso, Gandhi y Mandela entendieron que la autoridad moral se edifica desde dentro: no es posible liderar con coherencia si primero no se gobierna la propia conciencia. La perspectiva de estos dos pensadores evidenció que el liderazgo genuino no se impone, sino que se irradia. Por ejemplo, en el ámbito laboral, se pueden ver incertidumbres muy sobresalientes. La irradiación ética puede contrarrestarla, ya que actúa como un antídoto que lucha contra la desafección social y la desconfianza.

## **Liderazgo compasivo y emociones morales**

Durante muchos años, la compasión se había relegado al ámbito personal o espiritual; sin embargo, hoy día, ha tomado un papel central en el estudio del liderazgo. Según Frankl (2006), el ser humano sólo logra hallar sentido cuando su vida está dirigida a los demás. Sin embargo, la compasión es la sensibilidad hacia el sufrimiento propio y ajeno, con el compromiso de aliviarlo y prevenirlo (Gilbert, 2017).

Es importante enfatizar que liderar con compasión no quiere decir eludir el conflicto, sino tener la capacidad de afrontarlo con equidad y empatía. Waldman y Galvin (2008) sostienen que las organizaciones con culturas de cuidado muestran índices más bajos de rotación laboral, un compromiso más alto y mejores indicadores de bienestar. Este principio fue representado por Mandela en su actividad política: mostró firmeza sin dureza y generosidad sin perder la autoridad. Esa mezcla de ternura y rigor fue lo que transformó la compasión en una competencia directiva genuina.

## **Inteligencia emocional y serenidad directiva**

El concepto de inteligencia emocional (IE) introducido por Goleman en 1995, el cual es considerado un elemento clave para el rendimiento directivo, representó un hito en la comprensión del liderazgo. El liderazgo se describía, antes de sus estudios, sobre todo a través del coeficiente intelectual (CI) y las competencias técnicas. Sin embargo, Goleman evidenció

que los líderes más efectivos son los que tienen la capacidad de identificar, entender y manejar sus propias emociones y las ajenas, generando así ambientes de trabajo más cooperativos y productivos (Goleman, 1995).

En este contexto, la serenidad, definida como la habilidad de conservar la calma y el discernimiento incluso en situaciones difíciles, se presenta como una expresión avanzada de inteligencia emocional. Dado esto, un líder que fomenta la tranquilidad puede gestionar sus emociones de manera efectiva, y al mismo tiempo tener la capacidad de generar un ambiente de serenidad desde su presencia, lo cual posibilita que el equipo razone con claridad, actúe de manera coherente y se adapte con resiliencia.

A pesar de que Gandhi ejercitó esta calma activa mucho tiempo antes de que la psicología la definiera. Su dominio de sí mismo, su atención plena y su claridad interior lo hicieron un pionero en el liderazgo consciente o "mindful leadership". Este liderazgo, en el contexto de una organización, ayuda a tomar decisiones equilibradas, disminuir el estrés y generar espacios seguros desde un punto de vista psicológico. El líder sereno no reacciona, sino que responde; no es autoritario, sino inspirador.

### **El alma como categoría ética**

Discutir sobre el "alma" en el marco del liderazgo no requiere recurrir a conceptos religiosos o metafísicos, sino que se trata de recuperar una categoría ética que posibilita entender el núcleo esencial desde donde un líder dirige sus decisiones y conductas. En este sentido, el alma puede ser vista como el núcleo moral y emocional que une la coherencia entre lo que el ser humano siente, piensa y finalmente hace. Desde la perspectiva del liderazgo con alma, inspirado en Bolman y Deal (2001) se entiende por liderazgo con alma aquel se encarga de administrar recursos o procesos, que incorporan en cada acción la humanidad, el sentido y los valores.

Según Senge (2006), las organizaciones que aprenden son las más saludables debido a que su desempeño está basado en líderes que tienen la capacidad de reflexionar sobre sí mismos y de actuar a partir de un auténtico centro interior. Esto significa una práctica constante de autoconciencia, deliberación ética y coherencia individual. Cuando el líder se conecta con su alma, que es la brújula moral, sus decisiones dejan de estar únicamente determinadas por presiones externas y empiezan a alinearse con un propósito superior.

El modelo Gandhi-Mandela es un exponente típico de esta ética del alma. Gandhi representa la autodisciplina, el equilibrio interno y el dominio de uno mismo como requisitos esenciales para mantener una resistencia no violenta y guiar a otros hacia un cambio social. Su

liderazgo surge de la armonía entre el pensamiento y la acción, de la paz interior y del satyagraha (la práctica cotidiana de la verdad) como principio unificador.

En cambio, Mandela simboliza la apertura compasiva, la habilidad de contemplar al otro, incluso a quien se opone, como un ser humano que merece respeto. El liderazgo que las personas en la actualidad ejercen se caracteriza por la inclusión, el perdón y la certeza de que la justicia es duradera cuando se construye desde la inclusión. Mandela evidencia que la esencia ética del líder no se limita a su interior, sino que se expresa en cómo interactúa, escucha y reconstruye comunidades lastimadas.

En una perspectiva integradora del liderazgo humanista, se unen las dos dimensiones: la compasión expansiva mandeliana y el dominio interior gandhiano. En esta visión, la autoridad proviene del servicio y no del poder; por lo tanto, el cambio personal del líder es un requisito indispensable para cualquier mudanza a nivel colectivo. Por lo tanto, el liderazgo con alma se muestra como una opción necesaria ante modelos que sólo se enfocan en la eficiencia, instando a recuperar la humanidad como el eje central de toda acción de dirección.

### **Gandhi: serenidad como fuerza moral**

Gandhi continúa siendo uno de los íconos más universales del liderazgo ético. Su vida no fue únicamente un enfrentamiento político, sino una vivencia espiritual al servicio de la humanidad. Para él, la serenidad es una fuerza transformadora, una energía contenida que puede generar cambios profundos sin necesidad de recurrir a la violencia. Su autoridad no dependía de su puesto ni de su fuerza, sino de la congruencia entre lo que decía, pensaba y hacía. Goleman (2013) define esta coherencia como el fundamento de la resonancia emocional del líder, lo que explica por qué su impacto ha superado las barreras temporales, geográficas y de sistemas de poder convencionales.

El liderazgo gandhiano evidencia que la calma no implica falta de acción, sino que es una forma de resistencia consciente que se origina en el dominio interior. Este principio está en línea con la opinión de Heifetz (1994), quien define el liderazgo adaptativo como la habilidad del líder para observar con claridad, sin dejarse llevar por las presiones emocionales del ambiente. Gandhi simbolizó esta característica a través de la autodisciplina, el autocontrol y la escucha profunda, componentes que continúan siendo fundamentales para liderar en situaciones complejas hasta días actuales.

Su legado adquiere una relevancia asombrosa en un mundo en la que prevalecen el ruido, la polarización y la urgencia: gobernar no a partir de la reacción, sino desde la presencia. Este planteamiento está en concordancia con las reflexiones de Senge (2006), quien afirma que

los líderes del siglo XXI deben desarrollar una presencia consciente que les permita influir sobre los sistemas sociales sin reproducir dinámicas de imposición o conflicto.

Asimismo, la calma de Gandhi tiene similitudes con lo que Brown (2018) llama liderazgo valiente: la habilidad de proceder desde la vulnerabilidad, el sosiego y el vínculo humano, en vez de, desde la agresividad o el miedo. Gandhi demostró que ser sereno es un acto de profunda política, ya que significa no permitir que el mundo exterior defina su mundo interior.

Por lo tanto, la serenidad en Gandhi no es un concepto pasivo o romántico, sino una estrategia para cambiar situaciones. Su ejemplo muestra que la coherencia, la tranquilidad y la fuerza moral tienen el potencial de provocar movimientos masivos, inspirar transformaciones estructurales y crear nuevas maneras de convivir. Para las investigaciones contemporáneas sobre el liderazgo, Gandhi sigue siendo una brújula ética que nos invita a reflexionar sobre cómo el ser humano influye, cómo toma decisiones y desde dónde actúa.

### **El principio de la no violencia como fundamento del liderazgo**

La idea de ahimsa, o no violencia, es el fundamento del pensamiento y las acciones de Gandhi. A pesar de que el concepto tiene orígenes ancestrales en tradiciones budistas, jainistas e hindúes, Gandhi lo reinterpretó como una filosofía activa y un método político con la capacidad de cambiar las realidades sociales. Para él, la no violencia no se reducía a la falta de agresión física, pero sí a una actitud interna enfocada en respetar por completo la vida, la dignidad y la verdad ajena. En su significado más amplio, Ahimsa simboliza un compromiso dinámico con la justicia, la empatía y el humanismo compartido.

Gandhi entendía la no violencia como una fuerza moral superior a la violencia, ya que esta última aniquila, en tanto que la primera crea conexiones, restablece y activa la conciencia de grupo. En su perspectiva, la práctica de ahimsa exigía una estricta disciplina interna: dominar los impulsos, superar el odio, dejar de lado la venganza y proceder desde la calma. Por lo tanto, la no violencia, en lugar de ser pasividad, se transformó en lo que él denominaba satyagraha, es decir, la "fuerza de la verdad", una fuerza interna capaz de movilizar a las masas sin necesidad de hacer daño.

Galtung (1996), un precursor de los estudios sobre la paz, argumenta que el enfoque gandhiano previó las actuales teorías de resolución pacífica de conflictos, sugiriendo una solución ética y estructural a la violencia directa, cultural y simbólica. En la misma línea, Sharp (2012), uno de los más grandes teóricos de la acción no violenta, sostiene que Gandhi probó que la resistencia pacífica tiene el potencial de dismantelar sistemas opresores debilitando las

raíces del poder. En el ámbito del liderazgo también, la no violencia gandhiana brinda un marco para liderar desde la empatía, la interdependencia y la conciencia, aspectos esenciales en sociedades caracterizadas por su polarización y complejidad, como lo subraya Wheatley (2007).

Por consiguiente, ahimsa no es únicamente un principio filosófico, sino una táctica de cambio social que tiene repercusiones a nivel mundial. Simboliza la certeza de que la transformación genuina empieza en el interior del ser humano y se extiende hacia la comunidad, evidenciando que el verdadero poder del liderazgo radica más en la habilidad de unir, curar y despertar conciencia que en dominar o imponer.

Gandhi (1920) escribió que “la fuerza no surge de la capacidad física, sino de una voluntad inquebrantable” (p. 3). La esencia de su liderazgo se resume con esta frase: el autocontrol es el origen del verdadero poder. El principio de ahimsa puede ser considerado, dentro del contexto actual, como un método de gestión relacional: guiar sin humillar, dirigir sin obligar, corregir sin arruinar. El líder que se comporta con serenidad no busca ganar, sino persuadir; no aspira a dominar, sino a elevar. Este modelo está alineado con las visiones contemporáneas del liderazgo ético y transformacional, en las que la integridad se torna en el origen de influencia más estable.

Para Gandhi, la serenidad no era indiferencia o resignación; era una manera de energía moral elevada y tranquila. Su noción de serenidad activa manifestaba un balance entre la acción estratégica y la firmeza interna, así como entre el silencio reflexivo y las palabras adecuadas. Esta actitud le permitió afrontar circunstancias de tensión extrema sin dejar de ser humano ni perder claridad. En el caso de la injusticia, su tranquilidad no era inacción, sino una reacción moralmente consciente capaz de desarmar la violencia ajena y romper el ciclo de la reacción impulsiva.

La serenidad en Gandhi proviene del dominio interior: la habilidad de observar las emociones sin ser dominado por ellas. Esta característica es congruente con lo que Goleman (2013) llama la autoconsciencia ampliada, una habilidad emocional que posibilita que el líder tome distancia de los estímulos inmediatos para decidir desde la lucidez y no desde el impulso. Asimismo, se vincula con la idea de Scharmer (2009) que conlleva establecer una conexión con un estado de atención profunda para actuar desde una perspectiva más elevada del futuro posible.

Cuando se aplica al contexto organizativo actual, esta actitud es similar a lo que se denomina liderazgo consciente o "mindful leadership". Según Senge (2006), un líder sereno es aquel que, antes de actuar, analiza el sistema en su totalidad, identifica los patrones que lo integran y toma decisiones a partir de la comprensión y no de la premura. El ejecutivo sereno

actúa desde la atención plena: escucha antes de tomar una decisión, reflexiona antes de responder y pone por encima el bienestar colectivo del interés personal. En situaciones de crisis o incertidumbre elevada, esta calma se transforma en un ancla emocional que estabiliza a los equipos, modera el ambiente laboral y evita decisiones reactivas.

Boyatzis y McKee (2005) entre otros autores, enfatizan que los líderes que transmiten compasión, tranquilidad y coherencia producen lo que denominan resonancia emocional: un estado compartido en el cual la gente se siente segura, apreciada y con ánimo. De esta manera, la serenidad deja de ser una virtud personal y se transforma en una potencia organizativa que promueve la innovación, el trabajo conjunto y la adopción de decisiones éticas.

El pensamiento político moderno también refleja la idea de Gandhi. La autoridad auténtica no precisa de la fuerza para imponerse; se reconoce por sí misma, decía Arendt (1970). La calma precede a la autoridad moral, que es una modalidad de influencia basada en la coherencia y no en la imposición. Este principio está presente a lo largo del pensamiento gandhiano sobre el liderazgo. En este sentido, la calma activa se convierte en una cualidad directiva fundamental en un periodo caracterizado por la complejidad, la inestabilidad y el cuestionamiento de la legitimidad de los liderazgos tradicionales.

### **Gandhi y la pedagogía del ejemplo**

El ejemplo fue el principal método educativo de Gandhi y es uno de los fundamentos más sólidos de su pensamiento político y pedagógico. Su famosa frase "Sé el cambio que deseas ver en el mundo" resume una filosofía según la cual el aprendizaje moral tiene lugar primero en la vida diaria y después en el discurso. Gandhi creía que las palabras se despojan de su poder transformador si no van acompañadas de acciones coherentes. Por tal motivo, convertía cada faceta de su vida, su vestimenta modesta, su alimentación austera, su práctica espiritual y su frugalidad material en una enseñanza viva. Su vida era, en sí misma, un libro abierto de integridad ética.

Esta pedagogía fundamentada en el ejemplo es congruente con lo que Freire (1997) denominó como la coherencia ética del educador: la creencia de que nadie educa a través de la mera transmisión verbal o el autoritarismo, sino mediante la autenticidad y el ejercicio diario de los valores que se transmiten. Según Freire, la autoridad pedagógica se edifica a través de su vivencia, no de su proclamación. Gandhi ejemplificó este principio al mostrar que la armonía entre pensamiento, palabra y acción es el modo más elevado de enseñar moralmente.

En el contexto de la dirección contemporánea, este principio puede ser llamado "liderar con el ejemplo". En la actualidad, las organizaciones aprecian a los líderes que inspiran no sólo

por su conocimiento técnico, sino por la integridad con la que viven sus valores. Según Kouzes y Posner (2017), expertos en el análisis del liderazgo ejemplar, la conducta perceptible del líder es la fuente de la credibilidad, que a su vez es la base de toda influencia efectiva. Aseguran que la conducta es siempre más convincente que cualquier discurso.

Además, Bass y Riggio (2006) enfatizan en su literatura sobre liderazgo transformacional que el líder inspira al comportarse como un modelo a seguir, comunicando ideales por medio de acciones visibles que promueven la confianza, el respeto y el deseo de imitar. Desde esta óptica, la pedagogía de Gandhi sigue siendo actual: el liderazgo genuino no se impone, sino que se propaga. Entonces, el ejemplo es un instrumento que transforma y educa. El que lidera desde la verdad personifica los principios que defiende y se transforma en un constante manantial de aprendizaje para el medio que lo rodea. Gandhi demostró que la educación moral más potente no se enseña si no que se practica. Su vida evidencia que la coherencia ética no sólo contribuye a formar individuos, sino que moviliza a las sociedades completas.

### **Mandela: la compasión como estrategia de transformación**

Si Gandhi simboliza la calma como una fuerza interna, Mandela representa la compasión como una fuerza externa que busca el cambio social. Su vida evidencia que el sufrimiento puede transformarse en una energía moral capaz de reconstruir países por completos, siempre y cuando se lo entienda, se lo elabore y se lo trascienda. Mandela convirtió la venganza en reconciliación, el dolor en aprendizaje y la ira en perdón. Su liderazgo demuestra que la compasión no es un gesto de sentimentalismo, sino una manifestación profunda de valor moral en acción.

Mandela, en sus 27 años de encarcelamiento, cultivó una compasión estratégica en este caso no se trataba de empatizar con los demás, pero sí de entender las raíces estructurales del odio y desarmarlo desde la humanidad. Esta visión coincide con lo que Nussbaum (2010) llama compasión política: la habilidad de identificar el sufrimiento de los demás como un componente esencial para garantizar la justicia y preservar sociedades democráticas. Mandela comprendió que Sudáfrica no tendría un futuro viable sin este reconocimiento. La compasión se transformó en su instrumento social y político más potente, más allá de ser una virtud individual. Mandela convirtió el perdón en un acto revolucionario en una nación marcada por la violencia, la deshumanización y el racismo institucional. Su perspectiva sobre la reconciliación no consistía en olvidar la injusticia, sino afrontarla con una humanidad más amplia.

Tutu (1999) subraya que el perdón, cuando se fundamenta en la verdad y el reconocimiento sincero del daño causado, no implica la negación de la justicia ni la evasión de la responsabilidad moral o social de los agresores. En cambio, el autor defiende que el perdón verdadero requiere asumir las culpas y mostrar el sufrimiento de los perjudicados, transformándose en un proceso moral que permite la curación a nivel individual y grupal. Desde este punto de vista, el perdón se presenta como un instrumento que permite la transformación y ayuda a la reconstrucción de las relaciones humanas que han sido destruidas por actos violentos. Al hacerlo, promueve la restauración del tejido social, la reconciliación y el establecimiento de una paz sostenida que tenga como fundamentos primordiales: la dignidad, la justicia y la memoria.

Las ideas de Mandela sobre liderazgo también se relacionan con las de Armstrong (2011), que afirma que la compasión es un principio ético universal que puede dismantelar historias de enemistad y crear oportunidades para el entendimiento y la cooperación. Bajo este punto de vista, la compasión mandeliana se convierte en una base para el liderazgo global actual: un modo de actuar que cambia los sistemas opresivos y guía a las naciones hacia la convivencia pacífica. En otras palabras, Mandela convirtió el perdón en una estrategia política, la compasión en un sistema de gobierno y la reconciliación en un proyecto nacional. Su legado evidencia que la potencia más transformadora no es la habilidad de vencer al adversario, sino de reconocerlo como ser humano y construir con él un futuro compartido. Su mensaje, tan sencillo como profundo, es que no existe una verdadera libertad sin la comprensión del otro.

### **El perdón como fundamento político**

Mandela entendió que el resentimiento no libera durante sus veintisiete años de encarcelamiento; al contrario, se transformó en un modo de reclusión emocional. Su famosa frase "El resentimiento es como tomar veneno con la esperanza de que el otro muera", revela una verdad que él mismo encarnó: el perdón no es un acto dirigido al opresor, sino a un proceso interno que restituye dignidad y autonomía al oprimido. Mandela comprendió, en las difíciles circunstancias de la prisión de Robben Island, que liberarse del odio era una táctica psicológica y ética para evitar que el sistema carcelario lo destruyera a nivel espiritual. Para él, el perdón no era una rendición, sino la obtención de una libertad más honda que la física: la libertad interior.

En 1994, cuando asumió la presidencia, este conocimiento se transformó en un principio político. Mandela entendía que un país con siglos de segregación racial no podía levantarse a partir de la venganza, ya que esta perpetúa la violencia. Se basó en una ética de responsabilidad

e interdependencia humana para promover la fundación de la Comisión de la Verdad y Reconciliación (CVR), liderada por Desmond Tutu en 1999. La CVR no perseguía castigos absolutos ni el olvido colectivo, sino una vía intermedia: la verdad, el reconocimiento del sufrimiento, la reparación y, si se pudiera, la reconciliación. La compasión pasó de ser un sentimiento privado a transformarse en un instrumento institucional de reconstrucción social.

La apuesta de Mandela está vinculada con lo que Nussbaum (2010) llama políticas de las emociones, o sea, la habilidad de los Estados para movilizar emociones éticas que hagan más fuerte la vida democrática. Según Nussbaum, el perdón y la compasión son elementos fundamentales en sociedades divididas, ya que hacen posible romper con el ciclo de temor y humillación que perpetúa el conflicto. Siguiendo la misma línea, autores contemporáneos como Lederach (2005), un líder global en el campo de la reconciliación, afirman que el perdón, cuando está relacionado con la verdad y la responsabilidad, posee una fuerza transformadora que puede restaurar el tejido social. La implementación de este principio en Sudáfrica fue revolucionaria: transformó la compasión en política pública.

La CVR evidenció que encarar el pasado con humanidad y honestidad es un requisito esencial para edificar un futuro conjunto. Mandela convirtió el concepto de perdón en una acción política con consecuencias específicas: previno un conflicto civil, creó espacios de conversación entre víctimas y victimarios, y estableció los fundamentos para la convivencia democrática. En resumen, Mandela enseñó que el perdón, sustentado por la verdad, no es impunidad ni olvido, sino una táctica para volver a construir naciones y un acto de valor moral. Su legado evidencia que la compasión, en términos políticos, no es un lujo del ámbito ético, sino una ruta para la supervivencia de todos.

### **La compasión como poder inclusivo**

Mandela entendía que la auténtica libertad no puede ser posible si aún hay personas oprimidas o excluidas. Para él, la libertad tenía que ser compartida o de lo contrario no sería verdadera; ningún proyecto nacional podía mantenerse sobre la marginación de una fracción de su pueblo. Su perspectiva sobre el liderazgo era sumamente inclusiva: la dignidad de los demás no era algo que se pudiera negociar y la diversidad humana se consideraba un valor, no una amenaza. La compasión es, en su opinión, un acto político de reconocimiento, una forma de asegurar al otro: tú también eres parte; tu historia también tiene valor.

Esta perspectiva es coherente con lo que Eze (2010) filósofo sudafricano, llama ubuntu ético: un principio que sostiene que la humanidad de cada individuo está inherentemente conectada con la humanidad de los otros. Esta lógica está representada en la compasión

inclusiva de Mandela: no se trata de sentir lástima, sino de entender que el bienestar del otro es una condición para mi propio bienestar. Desde este punto de vista, la compasión se transforma en una fuerza relacional que reorganiza relaciones, disminuye conflictos y posibilita la convivencia en entornos diversos.

Esta perspectiva, en el contexto organizacional actual, se refleja en culturas de liderazgo que incorporan la diversidad, fomentan la igualdad y valoran la particularidad de cada integrante del equipo. Un líder compasivo no tiene miedo a las disparidades; las transforma en un manantial de innovación y creatividad. Según Berger y Johnston (2015) las organizaciones que promueven la inclusión y la empatía consiguen equipos con mayor capacidad para afrontar contextos complejos, así como más resilientes y colaborativos.

De igual manera, los estudios recientes acerca del bienestar laboral indican que la compasión organizacional influye en el rendimiento y se puede medir. Los equipos liderados por líderes empáticos muestran una mayor innovación, estabilidad emocional y capacidad de colaborar, como lo han demostrado Waldman y Galvin (2008). A la par, Worline y Dutton (2017) afirman que la compasión laboral mejora el ambiente emocional y también potencia la creatividad y robustece el compromiso de la organización. Desde este punto de vista, la compasión no es sólo una cualidad moral deseable, sino una auténtica táctica de gestión, que posibilita el fortalecimiento de los lazos, en la que se genere cohesión y se dirija la acción conjunta enfocada hacia el bien común. Mandela entendió que una organización o comunidad únicamente puede tener éxito cuando sus miembros se sienten valorados, reconocidos y percibidos. Por lo tanto, la compasión, concebida como poder inclusivo, se transforma en un instrumento esencial para la creación de estructuras organizacionales y sociales más equitativas, humanas y sostenibles.

### **Justicia restaurativa y liderazgo moral**

Uno de los primeros líderes contemporáneos en implementar, de manera amplia, los principios de la justicia restaurativa fue Nelson Mandela. Este enfoque desplaza el paradigma punitivo convencional y pone el foco en la reparación, la verdad y la reconstrucción del tejido social. Su liderazgo se originó de la certeza de que una sociedad no puede curarse si solo castiga al agresor, sin entender el origen del daño o restablecer la dignidad de las víctimas. La postura de Zehr (2002) considerado el “padre de la justicia restaurativa moderna”, sostiene que la meta principal de este enfoque es “sanar las heridas, restablecer relaciones y reconstituir a la comunidad” (p. 37).

Según la perspectiva mandeliana, la justicia no tenía que replicar la violencia del apartheid; tenía que cambiarla mediante el reconocimiento recíproco. Por lo tanto, para él la justicia restaurativa no fue una teoría jurídica, sino una ética política. Esta filosofía fue concretada por la Comisión de la Verdad y Reconciliación (1999), liderada por Desmond Tutu, que se propuso encontrar verdad, responsabilidad y curación colectiva. Tutu sostiene que "no hay futuro sin perdón", una frase que sintetiza la propuesta radical de una justicia basada en la reconciliación, no en el deseo de venganza.

En el contexto organizativo, este principio se convierte en lo que se conoce como liderazgo restaurativo, un modelo que fomenta la transparencia, la responsabilidad conjunta y la escucha activa. Según autores como Según Blood y Thorsborne (2019), las organizaciones que implementan enfoques restaurativos logran crear espacios más colaborativos, reducir los conflictos y fortalecer la confianza interna. El líder restaurativo comprende que reconocer los errores no es un indicio de debilidad, sino de madurez en términos éticos. Como Brown (2018) sostiene, la vulnerabilidad es un origen de conexión y autenticidad; si un líder tiene el poder de identificar sus límites, crea un ambiente de seguridad mental que propicia el aprendizaje en grupo.

Mandela consideraba el poder como una forma de servicio en lugar de un privilegio privado, desde un enfoque filosófico más general. Esta perspectiva coincide con la idea de Frankl (2006), quien indica que el objetivo de la vida no está en la autorrealización individual, sino en la habilidad para dirigirse hacia los demás y aportar a su bienestar. Mandela representó este pensamiento al convertir su sufrimiento, su encarcelamiento y su experiencia individual en una misión de civilización: reconstruir un país desde la dignidad, la justicia moral y la compasión. En otras palabras, la justicia restaurativa en Mandela no fue únicamente un marco político, sino también una forma de liderazgo fundamentada en valores universales como el perdón, la responsabilidad, la verdad y el servicio. Su ejemplo demuestra que los líderes capaces de sanar en lugar de dividir son capaces de cambiar no sólo a las instituciones, sino que además de la conciencia colectiva.

### **La síntesis Gandhi–Mandela: hacia un modelo de liderazgo con alma**

La reunión simbólica entre Gandhi y Mandela va más allá de épocas, geografías y sistemas políticos, estableciendo un puente ético entre África y Oriente que proyecta nuevas maneras de entender el liderazgo humano. A pesar de que nunca se encontraron, los dos encarnan extremos complementarios de una sola energía moral: Mandela representa la apertura compasiva que proviene de la capacidad de perdonar, incluir y conciliar diferencias; Gandhi,

en cambio, simboliza el control interno que surge de la autodisciplina espiritual y la tranquilidad. En conjunto, ellos son parte de un modelo que no se restringe a la acción política, en lugar de que se infiltra en la dimensión más honda del carácter.

Según Senge (2006), las organizaciones requieren líderes que sean capaces de combinar reflexión, ética y acción; en otras palabras, individuos que entiendan que el liderazgo es un acto consciente. Scharmer (2018) sostiene que el liderazgo transformador proviene de la "presencia" y la "apertura del corazón", dos componentes que se conectan directamente con los legados de Mandela y Gandhi. Este modelo se relaciona con la idea de liderazgo auténtico, planteada por George (2015) quien sostiene que el liderazgo fiable y sostenible tiene como eje la coherencia entre los valores, las decisiones y los comportamientos. La pedagogía del ejemplo fue el método utilizado por Gandhi para transmitir esta coherencia; Mandela, en cambio, la manifestó por medio de su integridad al perdonar y su sentido de servicio público. Para los dos, el liderazgo no era un método, sino una manera de existir en el mundo.

La propuesta de liderazgo que surge de Gandhi y Mandela está vigente y necesaria para el siglo XXI, no se trata de una utopía romántica. En un entorno caracterizado por la fragmentación social, la hipercompetencia y el progreso tecnológico acelerado, su mensaje nos recuerda que el auténtico liderazgo no se trata de administrar recursos o liderar grupos, sino de inspirar almas, fomentar la cooperación y humanizar las acciones en conjunto. Nussbaum (2010) señala que las sociedades contemporáneas necesitan fomentar emociones públicas como la compasión, la dignidad y la empatía para mantener democracias genuinamente humanas; el modelo Gandhi-Mandela personifica con exactitud esta perspectiva ética y afectiva.

Por lo tanto, se puede entender la síntesis Gandhi-Mandela como un liderazgo que combina compasión, coherencia y conciencia. Un liderazgo que persigue resultados y al mismo tiempo significado; que no únicamente soluciona problemas, sino que mejora la dignidad de las personas. Esta visión, en épocas de incertidumbre mundial, invita a la recuperación de un liderazgo con alma: seguro en sus fundamentos, receptivo hacia los demás y enfocado en el bienestar colectivo.

## Conclusiones

La investigación sobre el liderazgo hoy en día muestra un gran desafío, caracterizado por la carencia de un objetivo claro, en la que la eficacia reemplazó a la ética y el pensamiento crítico fue dejado de lado por la rapidez. En este contexto, el modelo de Gandhi y Mandela aparece como una alternativa más humana que puede recuperar la parte ética del liderazgo. Su contribución es manifestar que la verdadera autoridad viene de ser compasivo, tener coherencia

interna y estar al servicio de los demás. Ambos líderes socializan que ser un buen líder significa ofrecer soporte emocional, inspirar y defender a las comunidades. Su propuesta es muy relevante en un mundo que se ha vuelto frío por la tecnología.

Los principios de la serenidad de Gandhi y la compasión mandeliana ofrecen fundamentos aplicables para retomar la construir la confianza en instituciones y organizaciones. Por ende, su legado se transforma en una brújula ética para un liderazgo que tiene el poder de reformarse desde la esencia. Asimismo, el estudio demostró que la serenidad y la compasión no son capacidades autónomas, sino habilidades trascendentales de liderazgo en situaciones desafiantes. Gandhi definió un liderazgo consciente, sustentado en la atención plena, el autocontrol de las emociones y la coherencia moral, el cual es una calma activa.

Respecto a Mandela, evidenció que la compasión puede tornarse en una estrategia política y organizativa capaz de sanar heridas, restaurar relaciones y promover la justicia. Ambos enfoques tratan teorías actuales como el liderazgo consciente, la inteligencia emocional, la ética del cuidado y el liderazgo adaptativo. Lo analizado de la evidencia teórica y empírica demuestra que los líderes con orientación ética y equilibrio emocional generan climas de confianza, equipos resilientes y transformaciones sostenibles. Así que, incorporar la compasión y la serenidad no es un ideal teórico, sino más bien una necesidad práctica para el liderazgo en el siglo XXI.

En última instancia, este modelo híbrido sugiere que el liderazgo no se conciba como dominio, sino como presencia; no como administración, sino como inspiración; y no como imposición, sino como liderazgo por ejemplo. Gandhi y Mandela enseñaron que el cambio interior es el primer paso para la transformación de la sociedad, y que los actos humanos y coherentes en la vida cotidiana son los cimientos de la autoridad moral. Su legado sugiere una ética de influencia renovada, que se basa en la responsabilidad moral, el diálogo y la dignidad. Esto es de especial relevante en un tiempo marcado por la polarización, la inseguridad y la crisis de legitimidad. De este modo, el liderazgo con alma, que combina la compasión exterior y la calma interior, se convierte en una vía para revitalizar la vida pública, fortalecer las instituciones y promover sociedades más equitativas, humanas y conscientes.

## Referencias

Altieri, M. A. (2018). *Agroecología: La ciencia de la agricultura sostenible*. Editorial Universidad de California.

Arendt, H. (1970). *On violence*. Harcourt Brace Jovanovich.

- Armstrong, K. (2011). *Twelve steps to a compassionate life*. Anchor Books.
- Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). *Transformational leadership* (2nd ed).
- Blood, P., & Thorsborne, M. (2015). *The little book of restorative justice in education: Fostering responsibility, healing, and hope in schools*. Good Books.
- Bolman, L. G., & Deal, T. E. (2001). *Leading with soul: An uncommon journey of spirit* (2nd ed).
- Boyatzis, R., & McKee, A. (2005). *Resonant leadership: Renewing yourself and connecting with others through mindfulness, hope, and compassion*. Harvard Business School Press.
- Brown, B. (2018). *Dare to lead: Brave work. Tough conversations. Whole hearts*. Random House.
- Cortina, A. (2017). *Aporofobia, el rechazo al pobre: Un desafío para la democracia*. Paidós.
- Eze, M. O. (2010). *Intellectual history in contemporary South Africa*. Palgrave Macmillan.
- Frankl, V. (2006). *El hombre en busca de sentido*. Herder.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI Editores.
- Galtung, J. (1996). *Peace by peaceful means: Peace and conflict, development and civilization*. SAGE Publications.
- Gandhi, M. K. (1920, 11 de agosto). *Strength does not come from physical capacity; it comes from an indomitable will*. *Young India*. Recopilado en *The Voice of Truth*.
- George, B. (2015). *Discover your true north* (Revised and expanded ed).
- Gilbert, P. (2017). *The compassionate mind: A new approach to life's challenges*. New Harbinger Publications.
- Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence*. Bantam Books.
- Goleman, D. (2013). *Focus: The hidden driver of excellence*. HarperCollins.
- Heifetz, R. (1994). *Leadership without easy answers*. Harvard University Press.
- Lederach, J. P. (2005). *The moral imagination: The art and soul of building peace*. Oxford University Press.
- Mandela, N. (1993). *Long walk to freedom*. Little, Brown and Company.
- Nussbaum, M. (2010). *Not for profit: Why democracy needs the humanities*. Princeton University Press.

- Scharmer, O. (2009). *Theory U: Leading from the future as it emerges*. Berrett-Koehler.
- Senge, P. (2006). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization* (Revised ed). Doubleday.
- Sharp, G. (2012). *From dictatorship to democracy: A conceptual framework for liberation*. The Albert Einstein Institution.
- Tutu, D. (1999). *No future without forgiveness*. Image Books.
- Waldman, D. A., & Galvin, B. M. (2008). Alternative perspectives of responsible leadership. *Organizational Dynamics*, 37(4), 327–341.
- Wheatley, M. (2007). *Leadership and the new science: Discovering order in a chaotic world* (3rd ed).
- Worline, M. C., & Dutton, J. E. (2017). *Awakening compassion at work: The quiet power that elevates people and organizations*. Berrett-Koehler Publishers.
- Zehr, H. (2002). *The little book of restorative justice*. Good Books.

DICIEMBRE 2025 | Edición Especial  
ISSN: 2954-4416

# MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL



*Nelkuali*  
Centro de Evaluación Educativa  
y de Competencias Profesionales  
de Hidalgo CEECPHSC.

\* (MUCIN) \*

## NELKUALI

PROMUEVE LA DIVULGACIÓN DE LA REVISTA  
“MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN),  
EL PROPÓSITO ES APORTAR CONOCIMIENTOS  
PARA TODO NUESTROS LECTORES.



Calle Art. 3ro. Esq. Art. 27. Colonia Constitución;  
Pachuca de Soto Hidalgo: CP. 42080  
01 (771) 153 3478/7717122642  
[www.ceecph.com](http://www.ceecph.com)

MUNDO CIENTÍFICO INTERNACIONAL (MUCIN), año 1, No.1, Octubre 2021, Publicación cuatrimestral, editada por: Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro., Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo, Tel. +52 (771) 1533478, <https://mucin.nelkuall.com/>, [articuloscientificos@ceecph.com](mailto:articuloscientificos@ceecph.com), Editor responsable: Ma. Elizabeth Islas León, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. "04-2022-053113074300-102", ISSN: 2954-4416, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del Centro de Evaluación Educativa y de Competencias Profesionales de Hidalgo, CEECPH, S. C., Ma. Elizabeth Islas León, Calle Noria SN Esq., Art. 3ro. Fracc. Constitución, C.P. 42080, Pachuca, Hidalgo.