

Bionatura

International Journal of Biotechnology and Life Sciences



<https://blog.cambiagro.com/proteccion-y-bioestimulacion/mosca-blanca-ciclo-de-vida-danos-y-control-en-hortalizas/>



2016-2023



<https://cebaecuador.org/>



<https://www.uco.edu.co/>



<https://revistabionatura.org/>

<https://www.facebook.com/revistabionaturaEC/>

<https://www.instagram.com/revistabionaturaec>

INVITAMOS AL
**LANZAMIENTO DE LA
CONVOCATORIA
"CONECTANDO SABERES"**

 10:30

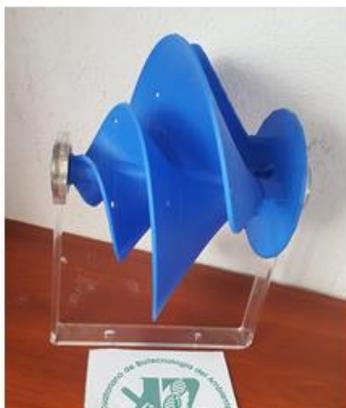
Fecha: *Miercoles, 9 de abril de 2025*

Lugar: *Salón 2.000 - Universidad de las
Fuerzas Armadas (ESPE)*



Secretaría de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

CENTRO ECUATORIANO DE BIOTECNOLOGÍA DEL AMBIENTE
ACREDITACIÓN SENESCYT - ACR-UNIDAD-24-5
ESTRATEGIA ECUATORIANA DE BIOECONOMÍA - HORIZONTE 2035
GESTIÓN ENERGÉTICA



Turbina Eólica Espiral de Arquímedes.
Prototipo Escala Laboratorio. © CEBA,
2024

20/4/2025



Turbina Eólica Espiral de Arquímedes.
Prototipo Escala Piloto. © CEBA, 2024

<https://cebaecuador.org/>



Turbina Eólica Espiral de Arquímedes.
Prototipo Escala Comercial. © CEBA, 2025

6



CENTRO ECUATORIANO DE BIOTECNOLOGÍA DEL AMBIENTE - CEBA, es una institución de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), constituida bajo la forma de Fundación de utilidad común, sin fines de lucro, religioso, racial y político. Es una persona jurídica de derecho privado, reconocida por el estado ecuatoriano mediante Acuerdo del Ministerio del Ambiente (MAATE) No 026 (17/03/2009), Con Registro Oficial No 579 (28/04/2009) y ACREDITACIÓN SENESCYT-ACR-UNIDAD-24-5 (17/06/2024). CEBA difunde los resultados científicos a través de sus revistas:

Bionatura: ISSN 1390-9355 (online) e ISSN 1390-9347 (impresa). <https://revistabionatura.org/>

Biorrefinería: ISSN 2602-8530 (online). <https://cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>

Filosofía

CEBA mantiene su propia filosofía para el Desarrollo Social y Económico del ser humano, fundamentada en las **3S** (sabiduría, salud y seguridad).

Misión

Aportar al Desarrollo Sustentable del Ecuador y de América Latina con enfoque de Bioeconomía, mediante la aplicación de la ciencia, la tecnología y la Innovación, que permita el máximo aprovechamiento de los recursos y contribuya con el bienestar del ser humano y del planeta.

Visión

Poner al alcance de todas las personas, la cooperación científica, técnica y empresarial para la Seguridad Alimentaria, la Seguridad Energética y la Seguridad Ambiental.

Valores

Integridad, calidad, responsabilidad, liderazgo, colaboración y diversidad.

Enfoque estratégico

CEBA, se alinea con los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU y planifica su intervención a través de la “Estrategia Ecuatoriana de Bioeconomía - Horizonte 2035”, fundamentada en el aprovechamiento de la Biodiversidad, las Biomásas y las Biorrefinerías.

Julio Pineda Insuasti, PhD

DIRECTOR EJECUTIVO- CEBA

Contacto

Periférico Sur s/n, Fincas San Agustín, San Antonio. Ibarra-Ecuador

<https://cebaecuador.org/>

inf.ceba@gmail.com

info@cebaecuador.org

Telf.: (+593) 99 579 7813

Bionatura

La Revista Bionatura (en inglés, Bionatura Journal) del Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), fue creada en el año 2015 con la finalidad de difundir los resultados científicos y tecnológicos obtenidos de la investigación aplicada en el marco de la **Estrategia ecuatoriana de Bioeconomía-Horizonte 2035**, en el campo de las ciencias naturales, Ciencias de la Vida la Biotecnología, ensayos clínicos y médicos, Biodiversidad y Ecología en general. Publica manuscritos científicos originales del tipo empírico, revisiones, metodológicas y estudios de caso. Se edita en versión digital e impresa en idioma inglés y español con una frecuencia trimestral y está dirigida a la comunidad científica a nivel internacional. Los autores mantienen sus derechos sobre los artículos sin restricciones y opera bajo la política de Acceso Abierto a la Información, bajo la licencia de Creative Commons 4.0 CC BYNC-SA (Reconocimiento-No Comercial-Compartir igual). La revista utiliza Open Journal Systems, que es un gestor de revistas de acceso abierto y un software desarrollado, financiado y distribuido de forma gratuita por el proyecto Public Knowledge Project sujeto a la Licencia General Pública de GNU. La revista se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Publicaciones Seriadas de la SENESCYT Ecuador e ISSN International Centre, Francia (<https://portal.issn.org/custom-search/print/1390-9355/public>).

La *misión* es aportar con conocimiento científico, técnico y económico para el desarrollo de la Bioeconomía Ecuatoriana y del mundo, mediante el uso eficiente y equilibrado de los recursos naturales, así como el aprovechamiento adecuado de los recursos genéticos microbianos, las biomasas de carbono disponible y los bioprocesos tecnológicos existentes, que permita el máximo aprovechamiento del conocimiento para el bienestar del ser humano y del planeta.

La *visión* es inspirar a las futuras generaciones para que aporten con el desarrollo social y económico del planeta, basado en una Bioeconomía respetuosa con el medioambiente y el ser humano.

El *objetivo* es difundir el conocimiento sobre los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación de la Bioeconomía Ecuatoriana y del mundo, mediante la herramienta online, que permita llegar a la mayoría de la población.

Revista Bionatura tiene alcance nacional e internacional, con especial enfoque en el desarrollo de la Bioeconomía y dirigida a la comunidad científica.

Cobertura de Temáticas

- Ciencias Naturales
- Ciencias de la Vida
- Biotecnología
- Biomedicina
- Microbiología
- Biología
- Biodiversidad
- Bioquímica

Contacto

<https://revistabionatura.org/>

editor@revistabionatura.org

info@revistabionatura.org

Cel. (+593) 99 579 7813

Equipo Editorial

Julio Pineda Insuasti, PhD

Director Ejecutivo CEBA/ CEBA Executive Director

Alejandro Pineda Soto

Director Científico CEBA/ CEBA Scientific Director

Gustavo Reyes Lara, MSc.

Director Innovación / Innovación Director

Daymé Mederos Matos, MSc.

Director Técnico / Technical Director

• **Luisa Matos Mosqueda, PhD**

Editor Jefe / Chief Editor

• **Lourdes Crespo Zafra, PhD**

Redacción y Corrección / Writing and Correction

• **Nicolas Vaca Viteri, Tec.**

Diseño Gráfico/ Graphic Design

• **Gabriela Veloz Salazar, MSc.**

Asistente publicación / Publishing Assistant

Contacto

<https://revistabionatura.org/>

editor@revistabionatura.org

info@revistabionatura.org

Cel. +593 99 579 7813

Ibarra-Ecuador



<https://cebaecuador.org/>

BIONATURA

(BIONATURA JOURNAL)

ISSN 1390-9355 soporte online

ISSN 1390-9347 soporte impreso

<https://revistabionatura.org/>

editor@revistabionatura.org

[https://portal.issn.org/custom-](https://portal.issn.org/custom-search/print/1390-9355/public)

[search/print/1390-9355/public](https://portal.issn.org/custom-search/print/1390-9355/public)

BIORREFINERÍA

(BIOREFINERY JOURNAL)

ISSN 2602-8530 soporte online

[https://www.cebaecuador.org/publicacione](https://www.cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/)

[s/revista-biorrefineria/](https://www.cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/)

[https://portal.issn.org/custom-](https://portal.issn.org/custom-search/print/2602-8530/public)

[search/print/2602-8530/public](https://portal.issn.org/custom-search/print/2602-8530/public)

biorrefineria.ceba@gmail.com

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD**CONSEJO EDITORIAL PRINCIPAL/
PRINCIPAL EDITORIAL BOARD**

Dr. Fernando Albericio, Ph.D. Full Professor. University of KwaZulu-Natal. Durban, South Africa.

Dr. Spiros N. Agathos, Ph.D. Full Professor. Université Catholique de Louvain - UCLouvain. Louvain-la-Neuve, Belgium.

Dr. Frank Alexis. Research / Full Professor. Vice Chancellor Of Research and Innovation. Yachay Tech University, Ecuador.

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

Dr. Gerardo Ferbeyre. Full Professor. Département de biochimie. Faculté de Médecine. Université de Montréal, Canadá.

Dr Frank Camacho Casanova. Ph.D , Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción. Chile.

Dr. Eduardo López Collazo. Director IdiPAZ Institute of Biomedical Research, La Paz Hospital, España.

Dr. Yovani Marrero-Ponce, Ph.D. Full Professor. Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Quito, Ecuador.

Dr. Manuel Limonta, Prof. PhD. Director: Regional Office for Latin American and the Caribbean International Council for Science (ICSU). Doctor honoris causa Autonomous Metropolitan University of México City (UAM). Dr. Honoris Causa - Universidad Central Ecuador.

Dr. Dagoberto Castro – Restrepo. Prof. PhD. Research and Development Director. Universidad Católica del Oriente. Rio Negro. Colombia.

Dr. Michael Szardenings. PhD. Ligand Development Unit. Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology. Germany.

Dra. Luciana Dente. Research Professor University of Pisa, Italy.

Dr. Costantino Vetriani. Research / Full Professor. Rutgers, The State University of New Jersey. USA.

Dra. Maritza Pupo. Profesora investigadora. Facultad de Biología. Universidad de la Habana, Cuba.

Dr. Fidel Ovidio Castro. Founder, Profesor investigador. Tecelvet, Chile.

Dra. Olga Moreno. Partner, Head Patent Division. Jarry IP SpA, Chile.

Dr. Carlos Borroto. Asesor de Transferencia de Tecnología. Dirección General at Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), México.

Dr. Javier Menéndez. Manager Specialist Process and Product 5cP. Sanofi Pasteur, Canadá.

Dr. Pedro Valiente. Profesor investigador. Facultad de Biología. Universidad de la Habana, Cuba.

Dr. Diógenes Infante. Prometeo / SENESCYT. Especialista de primer nivel en Biotecnología. Universidad de Yachay Tech, Ecuador.

Dra. Georgina Michelena. Profesora Investigador. Organización de las Naciones Unidas. (ONU), Suiza.

Dr. Francisco Barona, Profesor Asociado. Langebio Institute, México

Dr. Gustavo de la Riva. Profesor Investigador Titular. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, México.

Dr. Manuel Mansur. New Product Introduction Scientist (NPI) at Elanco Animal Health Ireland, Irlanda.

Dr. Rolando Pajón. Associate Scientist, Meningococcal Pathogenesis and Vaccine Researc. Center for Immunobiology and Vaccine Development, UCSF Benioff Children's Hospital Oakland", Estados Unidos.

Dra. Lleana Rosado Ruiz-Apodaca. Profesor / Investigador. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Dr. Carlos Eduardo Giraldo Sánchez, PhD. Profesor / Investigador. Universidad Católica de Oriente. Rionegro-Antioquia/Colombia.

Dr. Mario Alberto Quijano Abril, PhD. Profesor / Investigador. Universidad Católica de Oriente. Rionegro-Antioquia/Colombia.

Dr. Si Amar Dahoumane, PhD. Research / Professor. Yachay Tech University, Ecuador.

Dr. Amit Chandra, MD, MSc, FACEP Global Health Specialist, Emergency Physician Millennium Challenge Corporation, London School of Economics and Political Science.

Dr. Silvio e. Perea, PhD. Head of the Molecular Oncology Laboratory. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Cuba.

Dra. Daynet Sosa del Castillo, PhD. Directora del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. CIBE-ESPOL.

Dra. Consuelo Macías Abraham. Especialista de II Grado en Inmunología, Investigadora y Profesora Titular, Doctora en Ciencias Médicas y Miembro Titular de la Academia de Ciencias de Cuba. Directora del Instituto de Hematología e Inmunología (IHI), de La Habana, Cuba.

Dr. René Delgado, PhD. IFAL / Presidente Sociedad Cubana de Farmacología. Cuba.

Dr. Ramón Guimil. Senior Director. Oligonucleotide Chemistry bei Synthetic Genomics, Estados Unidos.

Dr. Eduardo Penton. MD, PhD. Investigador Titular. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Cuba.

Dr. Julio Raúl Fernández Massó, PhD. Investigador Titular. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Cuba

Dra. Lisset Hermida. Investigadora Titular. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Cuba.

Dr. Tirso Pons. Staff Scientist. Structural Biology and Biocomputing Programme (CNIO), España.

Dr. Che Serguera. French Institute of Health and Medical Research. MIRCen, CEA, Fontenay-aux-Roses Paris, France.

Dr. Jorge Roberto Toledo. Profesor Asociado. Universidad de Concepción, Chile.

Dr. Oliberto Sánchez. Profesor Asociado. Universidad de Concepción, Chile.

Dr. Amina el Sánchez Rodríguez, PhD. Director del departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Dr. Felipe Rojas Rodas, PhD. Profesor / Investigador. Universidad Católica de Oriente. Rionegro-Antioquia/Colombia.

Dra. Isabel Cristina Zapata Vahos. Profesor / Investigador. Universidad Católica de Oriente. Rionegro-Antioquia/Colombia.

Dr. Felipe Rafael Garcés Fiallos, PhD. Profesor / Investigador. Vicerrectorado de Investigación, Gestión Social del Conocimiento y Posgrado Universidad de Guayaquil (UG), Ecuador.

Dra. Celia Fernández Ortega. PhD. Investigadora Titular. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Editora ejecutiva Biotecnología Aplicada. Cuba.

Dra. Ligia Isabel Ayala Navarrete, PhD. Profesor / Investigador. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Ecuador.

Dr. Nalini kanta Sahoo, PhD. Professor & Head Department Marri Laxman Reddy Institute of Pharmacy. Hyderabad, Andhra Pradesh, India.

Dr. Saman Esmaeilnejad, PhD. Department of medical sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Dr. Olukayode Karunwi, PhD. Research / Professor. Clemson University. Clemson, United States.

César Paz-y-Miño, MD. MSc. Dr. Facultad de Ciencias de la Salud “Eugenio Espejo”, Universidad UTE, Quito, Ecuador.

Dra. Rosa Victoria González Zambrano, PhD. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López: Calceta, Provincia de Manabí, Ecuador.

Dr. Gualberto León Revelo, PhD. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi: Tulcán, Carchi, Ecuador.

Dr. Ernesto Alonso Rosero Delgado, PhD. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Juan Carlos Fiallos Quinteros, MSc. Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente: Ibarra, Imbabura, Ecuador.

CONTENIDO

1-Isolation of fungus from the cloves of <i>Allium sativum</i> , and evaluation of the antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic potential of the ethyl acetate extract of this fungus	9
2-Gestión por procesos en el restaurante del Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda ...	21
3-Adaptación de la tecnología de producción de etanol con características orgánicas en dos destilerías cubanas	35
4-Concepción pedagógica de la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia	49
5-Influencia de varios parámetros sobre la viabilidad, humectabilidad y recobrado del bionematicida HeberNem-S®	64
6-Influencia del ácido piroleñoso de marabú en el control de la mosca blanca ((<i>Bemisia tabaci</i>) y el geminivirus (TYLCV) en tomate	83
7-Aplicación de la economía circular en la fábrica CEPIL: necesidades y perspectivas	91
8- Cambios estacionales en los ensamblajes de zooplancton a través de gradientes extremos de salinidad-temperatura en ambientes hipersalinos	104
9-Estrategia pedagógica para la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia	128
10-Nivel de conocimiento de los estomatólogos referente a la relación de trauma oclusal primario e interferencias dentarias	147
11-Sobredentadura sobre cofias de composite como solución protésica en un paciente desdentado total afectado por artritis reumatoide y trastorno temporomandibular	160
12-Alisa, la web sobre alimentos y alimentación sana para la Licenciatura en Ciencias Alimentarias	169
13-Bruxismo infantil: actualización en criterios diagnósticos y terapias desde la evidencia científica	182
14-Almacenamiento de carbono en huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales	211
15-Competencia comunicativa en la educación en el trabajo y profesionalización de estudiantes no hispanohablantes de Medicina	238
16-Promoción de la salud visual en la prevención de ceguera por glaucoma	253
17-Implementación de la Estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable en una sociedad científica estudiantil	269
18-Evaluación físico-química de la mantequilla en La UEB No 1 del Combinado Lácteo de Ciego de Ávila	285
19 Apitoxina extraída mediante método manual de ordeño vs método trampa eléctrica	299

1 Isolation of fungus from the cloves of *Allium sativum*, and evaluation of the antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic potential of the ethyl acetate extract of this fungus

Mohaimenul Hoque¹, Md. Mobarak Hossain¹, Tarekul Islam¹, Mahmuda Ferdous¹, Sarah Sarker², and Prodip Kumar Baral^{1*}

¹Department of Pharmacy, Faculty of Science, Noakhali Science and Technology University, Noakhali-3814, Bangladesh.

²National Institute of Biotechnology, Ganakbari, Ashulia, Savar, Dhaka-1349, Bangladesh

Author of correspondence. email: pkb.phar@nstu.edu.bd, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0569-1763>

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.1

Abstract

Endophytic fungi have drawn an intense attraction to drug discovery as endophytes undergo a mutualism; they can mimic the chemical potentials of the host. *Allium sativum* L. (garlic) is well-reputed for its medicinal values, but no study about endophytic fungi has been reported from its cloves till now. Therefore, the study aimed to isolate garlic fungi and investigate their biological potential. Having structural barriers against microfungus penetration, several attempts successfully isolated a single fungus species. The morphology and DNA sequence confirmed the fungus as *Fusarium oxysporum* (OR062574) which mainly resides at plant roots and is recognized as a notorious organism for its pathogenicity. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging test showed 50% free radical inhibition concentration (IC₅₀) around 20 % of ascorbic acid's potential. The disc diffusion method detected antimicrobial capacity against gram-negative bacteria (*E. coli* and *P. aeruginosa*) and the brine shrimp 50 % Lethal Concentration (LC₅₀) was 2,56 µg/ml was also 20 % activity compared to reference vincristine sulfate. Those findings uncovered the prospect of having pharmacologically valuable molecules in the fungal metabolite.

Keywords: *Allium sativum*; endophyte; *Fusarium*; antioxidant; cytotoxicity

Introduction

Endophytic fungi live in host plant tissues in a symbiotic manner and carry their entire or partial life cycle without any evidence of adverse effects or disease, which is considered a natural system of plant's microenvironment.^{1,2} As endophytes live on plants' nutrition and mimic their natures, plants having medicinal values might host fungi with the same propensity.³ These fungi influence their host to produce hormones and adaptor metabolites to cope with stressful situations.⁴ They earn the capability to synthesize a wide array of bioactive molecules, which are sometimes identical to plants

in terms of pharmacology. They are rich candidates for potential chemicals, classified as terpenoids, alkaloids, steroids, flavonoids, and phenolics that exhibit antioxidant, antimicrobial, antimalarial, antitumor, and anti-diabetic properties⁵. As a result, the endophytes have drawn an intense attraction of research due to efficient and less tedious ways of drug discovery in recent times.⁶

Allium sativum, the popular spice garlic, belongs to the Amaryllidaceae family, which is globally used for enriching cuisines and is also known for its therapeutic role as a home remedy, Ayurvedic, Homeopathic, and Unani system of medicine, worldwide.⁷⁻¹⁰ The major useful part is cloves which have anti-inflammatory, antihypertensive, antimicrobial, antilipemic (cholesterol-lowering), hepatoprotective, and anticancer properties.¹¹ The Garlic clove contains a high amount of sulfur compounds, including allicin, diallyl disulfide, diallyl trisulfide, and, S-allylcysteine, which are considered the troupers for therapeutic activity.^{12,13} The clove serves a multiplicity of treatments; the more frequent remedies are for arthritis, back pain, bronchitis, malaria, tuberculosis, chronic fever, rhinitis, skin wounds, hemorrhoid, urinary tract and kidney illnesses, and diabetes.¹⁴

Although the medicinal properties and chemical diversity of *A. sativum* are explored tremendously, the investigation into its endophytic fungi is very negligible. Nevertheless, few works on endophytic bacteria isolation are available on garlic.^{15,16} The literature review shows only one evidence of isolation of one fungus *Trichoderma brevicompactum* from garlic by the Institute of Plant Protection and Microorganisms, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, however, it does not clarify the plant parts and geolocation from where it was isolated.¹⁷ Therefore, garlic might be a unique source of fungus isolation and its chemical potential exploration. The study targeted to explore the range of the garlic clove's endophytic fungi and their biological perspectives specifically antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activity as an approach toward drug discovery.

Materials and Methods

Ethical considerations

This study was approved at the Faculty of Science by Noakhali Science and Technology University Ethical Committee, Bangladesh, with the ethical code: NSTU/SCI/EC/2020/55.

Chemicals

Potato dextrose agar medium (HiMedia, Germany); Water agar medium (HiMedia, Germany); Chloroform (S D Fine Chem, India); Dimethyl sulfoxide (Rx Chemicals, India); 2,2- Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (Merck, Germany) were used in the study.

Collection of *A. stivum* bulb

The matured garlic was collected from the farmland of Noakhali, Chittagong, Bangladesh (22.70°N 91.10°E) in February 2021. The sample was placed in sterile bags and processed in the laboratory within a few hours after collection.

Isolation of endophytic fungi

The cloves were peeled out and washed with sterile distilled water, which was followed by a sequence of washing for clove's surface sterilization; immersion in 70% ethanol for 1 min, 1.3 M sodium hypochlorite (3-5% available chlorine) for 3 min, and 70% ethanol for the 30s. After that, the whole cloves were sliced into thin pieces in a sterile environment and placed on an antibiotic (1 mg/ml ciprofloxacin) mixed with potato dextrose agar media for 21 days. The same method was followed for a portion of the sample except for surface sterilization to maintain control. Next, subsequent steps of isolation and purification were described by Kusari et al. with a little bit of modification.¹⁸

Molecular identification

A portion of fungal hyphae was taken to lyophilized in an Eppendorf tube subjected to DNA isolation based on the manufacturer's protocol using the DNeasy Plant Mini Package (QIAGEN, USA). ITS region was amplified by PCR and sequenced as described earlier¹⁹. The sequences were aligned using Chromas software (V 2.6.2) and matched against the nucleotide-nucleotide database BLASTn of NCBI (National Center for Biotechnology Information) for final Identification²⁰.

Morphological study of endophytic fungi

The morphological characterization was performed on a few fungal growth parameters: pattern of growth, the colony color at the top and bottom of Petri dishes, surface texture, Shape at the margin, nature of hyphae- vegetative or aerial, and production of acervuli using standard manuals for fungus identification.²¹ Light microscopic (40X) identification described by Sadananda et al. was followed to observe the shape of spores of the endophyte.²²

Fungal cultivation and metabolite extraction

To determine the biological activity of fungal secondary metabolites, small-scale cultivation was performed on 40 pairs of Petri dishes and incubated at 28°C for 21 days. After that, the fungal cultures were frozen and then, water-free contents at normal temperature were taken under solvent extraction procedure using ethyl acetate. Sequential filtration, rotary evaporation at 45°C, and final drying by normal evaporation obtained crude extract of the fungi.²³

Determination of bioactivity of fungal metabolites

Antioxidant Activity

2.0 mL of methanol solution of the extract at ten different concentrations (200.0 to 0.78125 µg/ml) was mixed with 2.0 mL of a 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) methanol solution (20 µg/mL). Then the mixtures were kept dark at room temperature for 30 min for a reaction which was subjected to 50% Inhibitory Concentration (IC₅₀) determination by UV spectrophotometric absorbance at 517 nm against methanol (control)²⁴ Ascorbic acid was used as a positive control to compare the sample values.

Inhibition of free radicals (I%) was calculated as follows: $I\% = 1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$

Antimicrobial activity

Disc diffusion method was followed to determine antimicrobial activity as suggested by Toma & Barriault (1995) with subtle modification against bacteria: two Gr+ bacteria- *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus megaterium* (ATCC 13578); two Gr- bacteria- *Escherichia coli* (ATCC 28739), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27833), and two fungi: two fungi -*Aspergillus niger*, and *Aspergillus flavus*. Ciprofloxacin (antibacterial agent) and ketoconazole (antifungal agent) standard discs were used to compare the sample activity.²⁵ The concentrations per disc were 30 µg for standards, and three concentrations: 80 µg, 40 µg, and 20 µg for fungal extracts.

Cytotoxicity test

The brine shrimp nauplii (*Artemia salina*) eggs were collected from a commercial supplier for the brine shrimp lethality bioassay and hatched for 24 hours. 24-hour aged shrimps were transferred to fungal extract of ten concentrations (200–0.39 µg/mL) and calculation of deaths at different time durations following the methods mentioned by Hannan et al.²⁶ All tests were triplicated. Vincristine sulfate was used as a standard to relate the 50% Lethal Concentration (LC₅₀).

Lethality (L%) was calculated as follows: $L\% = 1 - \frac{\text{Number of death of sample}}{\text{Number of death of control}} \times 100$

Results

The fungal isolates

One endophytic fungus was isolated from the investigated cloves of *A. sativum* denoted by ASE. DNA sequence, morphology, and microscopic shape of spores confirmed the fungi as *Fusarium oxysporum*. Subsequently, their metabolites from small-scale cultivation showed significant biological activity.

Information on DNA sequencing

BLAST result revealed a higher possibility of the sample being *F. oxysporum*. The accession number of the fungus is OR062574 provided by National Center for Biotechnology Information (NCBI).

Morphology of the isolate

The fungus covered approximately the entire area (9 cm plate diameter) on the seventh day of inoculation although vegetative growth was observable on the eleventh day (Table 1). The primary white top view turned grayish, whereas the grayish bottom showed brownish after a week of inoculation. Colony surface texture, side view, and margin were characterized by Woolly, flat, and filamentous, respectively, for the entire period mentioned in **Table 1** and **Fig. 1(a-c)**. Microscopic observation revealed separated and two shapes of fungal micro chlamydsopore: some were oval tapering and some were narrowly amygdaloid. The mycelium was characterized as filiform and septate in nature (**Fig 1d**).

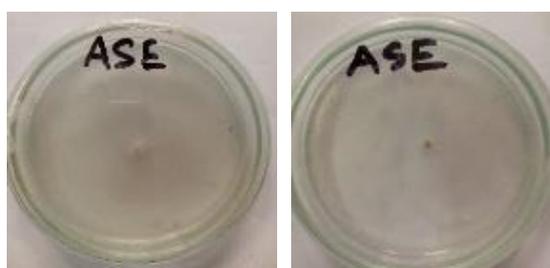
Table 1: Morphology of ASE on the culture plate

*Observation of cultures on 3rd day
several duration*

7th day

11th day

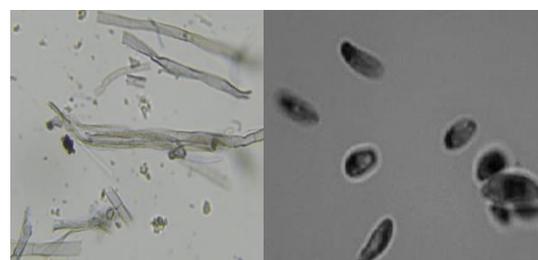
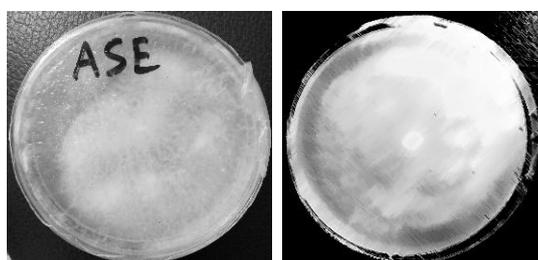
Growth rate	Moderate	High	Low
Type of growth	Vegetative	Vegetative	Vegetative
Shape of colony	Circular	Circular	Circular
Diameter	3.6cm	8.5 cm	9 cm (entire petri dish)
Color of the top view	White	Gray	Gray
Color of the bottom view	Grayish	Brown	Brown
Colony surface texture	Woolly	Woolly	Woolly
Side view of the colony	Flat	Flat	Flat
The margin of the colony	Filamentous	Filamentous	Filamentous



a



b



c

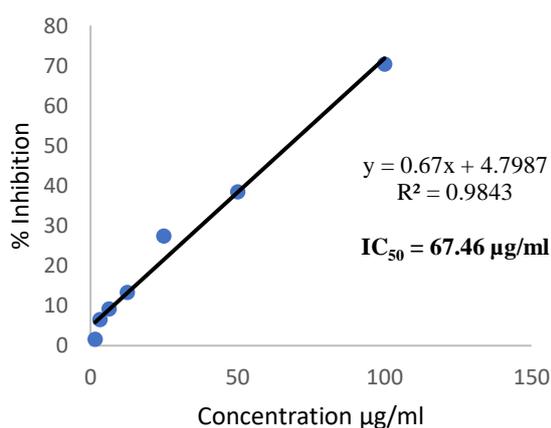
d

Fig. 1: Isolated endophytic fungal strain ASE after 3 days (a), 7 days (b), and 11 days (c). Microscopic view (40x) is the picture (d). The left and right pictures of a-c indicate the culture's top and bottom views, respectively. The d is mycelium and spores.

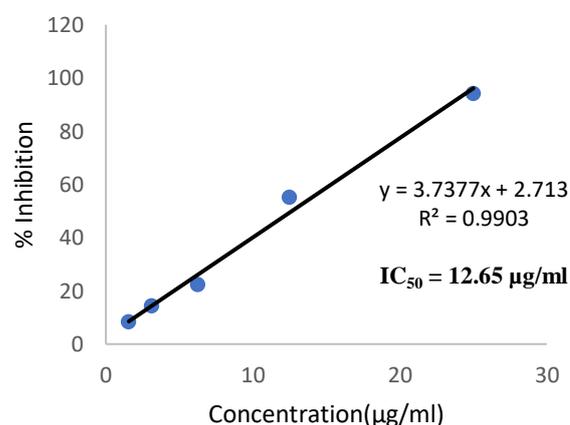
Bioactivity of fungal extract

Antioxidant activity

ASE metabolites showed an excellent linear correlation between the percentage of radicals' inhibition and concentration. The IC_{50} of standard ascorbic acid was 12.65 $\mu\text{g/ml}$, whereas this value for ASE was higher at 67.46 $\mu\text{g/ml}$ (fig. 2). So, the free radicals reducing the capacity of *F. oxysporum* was approximately five times less than that for ascorbic acid.



a



b

Fig. 2: Dose-response relationship on free radical scavenging activity. a and b represent linear regression between the percentage of free radicle inhibition and concentration of fungal extract and ascorbic acid, respectively.

Antimicrobial activity

Standards ciprofloxacin and ketoconazole showed a zone of inhibition within 35-45 mm against all of the respective organisms. However, ASE exposed activity against two gram-negative bacteria, *E. coli* (8 mm) and *P. aurigenosa* (9 mm) at 80 $\mu\text{g/disc}$ dose (table 2). Therefore, the antibacterial activity of *F. oxysporum* was one-fifth of ciprofloxacin against gram-negative bacteria at a given concentration.

Table 2: Zone of inhibition of ASE and standards against test organisms

Sample	<i>E. coli</i>	<i>P. aurigenosa</i>	<i>B. megaterium</i>	<i>S. aureus</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. flavus</i>
Standards (30 µg/disc)	40 mm	44 mm	35 mm	37 mm	35mm	42 mm
ASE (80, 40 & 20 µg/disc)	8 (at 80 µg/disc)	9 (at 80 µg/disc)

‘...’ means no activity

Cytotoxic activity

The percentage of mortality and logarithmic concentration of ASE extract was almost linear ($R^2 \approx 1$). The reference fifty percent lethal dose (LC_{50}) of vincristine sulfate was 0.57 µg/ml, where the value for ASE was determined at 2.55 µg/ml (**Fig. 3**). It ascertains that the cytotoxicity revealed the same extent of potential as showed against gram-negative bacteria in antimicrobial test by one-fifth of references.

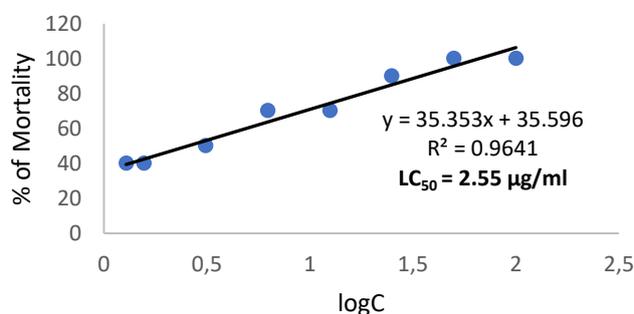


Fig. 3: Lethality of ASE extract on brine shrimp nupali after at sixth hour of sample exposure

Discussion

The present study isolated one endophytic fungus that was undertaken for characterization and identification. DNA sequence as well as microscopic structures confirmed the fungus as *F. oxysporum*. The species was evaluated by its pharmacological potential by three in vitro assays: antioxidant, antimicrobial, and cytotoxicity parameters, and every test exhibited a moderate level of effects compared with their respective standards.

Generally, the investigations on endophytic fungi succeed to explore a good number of the fungi at a time. Nevertheless, this study took several attempts to isolate a single one. The first two attempts did failure to observe the growth of any fungus on *A. sativum* cloves’ cultivated plates; it was sterile after 21 days. On the third try, the study found only one fungus *F. oxysporum*. Most probably, some issues addressed the lower scope for residing fungi in garlic cloves. Firstly, a clove of garlic is protected by a few layers of peels, some outer peels, and one inner peel, which provide a barrier to penetrate any fungal entity into cloves. Secondly, garlic itself has resistive potential to grow fungus, and lastly, the

clove's surface is covered by a non-porous waxy layer (cuticle) that does not provide any scope for fungal invasion.²⁷⁻²⁹ However, the garlic clove is connected to roots that offer the chance of fungi from the roots as well as soil. Exactly, the idea is proved by the isolated *F. oxysporum* as it is recognized as a notorious root fungus of a wide range of plant species, including *Arabidopsis thaliana*.³⁰

The study conveyed the first evidence of *F. oxysporum* isolation from the garlic clove. The fungus is an asexual soilborne fungus found in agricultural soil all over the world.^{31,32} The species are saprophytic and can grow and survive in the rhizosphere of many plants and organic matter of soil. It penetrates the vascular system through the roots inducing either root rots or tracheomycosis.³³ However, the fungus has several strains that provide both pathogenic and nonpathogenic characteristics. A study included 38 strains of both types with morphologically indistinguishable features.³⁴ Moreover, diverse morphotypes produce asexual septate spore macroconidia in dissimilar lengths and wide.³⁵ In this study, the isolated fungus looked white or gray in color. However, colors might be varied due to the presence of pigments on several strains.³⁶

In-vitro bioactivity testing on the fungal species showed some extent of activity with respect to the references. Both antioxidant and cytotoxicity tests found the roughly one-fifth potential of ascorbic acid and vincristine sulfate, respectively. Moreover, the gram-negative bacteria (*E. coli* and *P. aeruginosa*) were susceptible to the fungal metabolites (80 µg/ml) and it was also nearly one-fifth of reference antibiotics (20 µg/ml). A study reported a polysaccharide from *F. oxysporum* that exhibited a 20 % free radical scavenging capacity that met the finding of this study.³⁷ However, in another report, *F. oxysporum* showed 51,5 % activity at 5 min free radical scavenging reaction time.³⁸ Probably, the host of the fungus as well as the geolocation is responsible for the variation. The presence of antibacterial and cytotoxic compounds in *F. oxysporum* metabolite has been previously reported.³⁹⁻⁴¹ While the sensitivity tests performed here resemble previous studies, further experiments are needed to confirm its potential for agrochemical and pharmaceutical applications.

Conclusión

The aim to explore endophytic fungi from an untouchable sample garlic clove was successful through repeated cultivation. Only one fungus was isolated and identified by morphological and molecular information. The in-vitro biological potential was also found by antioxidant, antimicrobial, and cytotoxicity tests and fungal metabolites exhibited a moderate level of activity in every aspect. As extracts contain tons of compounds and all are not reliable for a particular effect, further study should discover the prospective molecules to treasure pharmacological entities.

Declaration of interest

The authors declare that there is no conflict of interest. The authors alone are responsible for the content of the paper.

Acknowledgements

We would like to acknowledge Plant Biotechnology Department, National Institute of Biotechnology, Bangladesh for permitting us to conduct a part of the project at their laboratory.

References

1. K. D. Hyde *et al.* The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. *Fungal Divers.* 2019 971 **97**, 1–136 (2019).
2. A. Patchett, J. A. Newman. Comparison of Plant Metabolites in Root Exudates of *Lolium perenne* Infected with Different Strains of the Fungal Endophyte *Epichloë festucae* var. *lolii*. *mdpi.com* **7**, 1–29 (2021).
3. A. L. Khan *et al.* Endophytes from medicinal plants and their potential for producing indole acetic acid, improving seed germination and mitigating oxidative stress. *J. Zhejiang Univ. Sci. B* **18**, 125 (2017).
4. N. O. Igiehon, O. O. Babalola, X. Cheseto, B. Torto. Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiol. Res.* 126640 (2021).
5. J. Wen *et al.* Endophytic fungi: an effective alternative source of plant-derived bioactive compounds for pharmacological studies. *mdpi.com* (2022) doi:10.3390/jof8020205.
6. P. Tiwari & H. Bae. Endophytic Fungi: Key Insights, Emerging Prospects, and Challenges in Natural Product Drug Discovery. *Microorganisms* **10**, (2022).
7. P. Sarkar, L.K. Dh, C. Dhumal, S. S. Panigrahi, R. Choudhary. Traditional and ayurvedic foods of Indian origin. *J. Ethn. Foods* **2**, 97–109 (2015).
8. F. C. Velkers, K. Dieho *et al.* Efficacy of allicin from garlic against *Ascaridia galli* infection in chickens. *Poult. Sci.* **9**, 364–8 (2011).
9. K. Alam, & O. Hoq. Medicinal plant *Allium sativum*. A review. *J. Med. Plants* **4**, 72–79 (2016).
10. P. Pandey, R. Awasthi *et al.* Ethnopharmacological reports on herbs used in the management of tuberculosis. *Herb. Med. A Boon Heal. Hum. Life* 501–523 (2022) doi:10.1016/B978-0-323-90572-5.00024-X.
11. L. Bayan & P. H. Koulivand. Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna J. phytomedicine* **4**, 1 (2014).
12. A. Tesfaye. Revealing the Therapeutic Uses of Garlic (*Allium sativum*) and Its Potential for Drug Discovery. *Sci. World J.* **2021**, (2021).
13. R. Singh & K. Singh. Garlic: A spice with wide medicinal actions. *J. Pharmacogn. Phytochem.* **8**, 1349–55 (2019).

14. A. Tesfaye *et al.* Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of garlic (*Allium Sativum*) and its biological active compounds. *Int. J. Sci. Res. Eng. Technol.* **5**, 142–148 (2015).
15. J. Wang *et al.* White rot disease protection and growth promotion of garlic (*Allium sativum*) by endophytic bacteria. *Plant Pathol.* **68**, 1543–1554 (2019).
16. P. S. P. Costa Júnio *et al.* Endophytic bacteria of garlic roots promote growth of micropropagated meristems. *Microbiol. Res.* **241**, 126585 (2020).
17. X. Shentu *et al.* Antifungal activity of metabolites of the endophytic fungus *Trichoderma brevicompactum* from garlic. *SciELO Bras.*
18. S. Kusari, M. Lamshöft, S. Zühlke & M. Spiteller. An endophytic fungus from *Hypericum perforatum* that produces hypericin. *J. Nat. Prod.* **71**, 159–162 (2008).
19. R. Azad *et al.* First Report of *Colletotrichum siamense* Causing Leaf Spot in *Aloe vera* in Bangladesh. *Plant Dis.* **104**, 3058 (2020).
20. K. Abarenkov *et al.* The UNITE database for molecular identification of fungi—recent updates and future perspectives. *New Phytol.* **186**, 281–285 (2010).
21. N. N. Devi & J. J. Prabakaran. Bioactive metabolites from an endophytic fungus *Penicillium* sp. isolated from *Centella asiatica*. *creamjournal.org* **4**, 34–43 (2014).
22. T. S. Sadananda, M. Govindappa & Y. L. Ramachandra. In vitro antioxidant activity of lectin from different endophytic fungi of *Viscum album* L. *Br. J. Pharm. Res.* **4**, 626–643 (2014).
23. N. S. Chowdhury *et al.* Identification and bioactive potential of endophytic fungi from *Monochoria hastata* (L.) Solms. *Bangladesh J. Bot.* **45**, 187–193 (2016).
24. W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier & C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* vol. 28 25–30 (1995).
25. E. Toma & D. Barriault. Antimicrobial activity of fusidic acid and disk diffusion susceptibility testing criteria for gram-positive cocci. *J. Clin. Microbiol.* **33**, 1712–1715 (1995).
26. S. U. Hannana *et al.* Bioactive potential of endophytic fungi isolated from *Phyllanthus niruri* L. *banglajol.info* **55**, 311–318 (2020).
27. S. Yoshida *et al.* Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.* **53**, 615–617 (1987).
28. W. R. Li *et al.* Antifungal activity, kinetics and molecular mechanism of action of garlic oil against *Candida albicans*. *Sci. Reports 2016 61* **6**, 1–9 (2016).
29. H. Liu *et al.* Effect of the mode and time of gibberellic acid treatment on plant architecture and bulb structure in garlic (*Allium sativum* L.). *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. **257**, 108723 (2019).
30. Y. Chen, C. Wong & F. Muzzi. Root defense analysis against *Fusarium oxysporum* reveals

new regulators to confer resistance. *Springer*.

31. T. R. Gordon & D. Okamoto. Population structure and the relationship between pathogenic and nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology* **82**, 72–77 (1992).
32. D. Fravel, C. Olivain & C. Alabouvette. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytol.* **157**, 493–502 (2003).
33. C. Olivain & C. Alabouvette. Colonization of tomato root by a non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum*. *New Phytol.* **137**, 481–94 (1997).
34. F. Sabahi, Z. Banihashemi, M. de Sain & M. Rep. Genome sequences of 38 *Fusarium oxysporum* strains. *BMC Res. Notes* **15**, 1–5 (2022).
35. R. Hafizi, B. Salleh, Z. Latiffah. Morphological and molecular characterization of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* associated with crown disease of oil palm. *Brazilian J. Microbiol.* **44**, 959 (2013).
36. A. M. Palacio-Barrera *et al.* Induction of pigment production through media composition, abiotic and biotic factors in two filamentous fungi. *Elsevier* (2019).
37. Q. X. Wanget *al.* Chemical constituents from endophytic fungus *Fusarium oxysporum*. *Fitoterapia* **82**, 777–781 (2011).
38. N. H. Caicedo *et al.* Antioxidant activity of exo-metabolites produced by *Fusarium oxysporum*: An endophytic fungus isolated from leaves of *Otoba gracilipes*. *Microbiologyopen* **8**, e903 (2019).
39. L. Poleto *et al.* Production of antimicrobial metabolites against pathogenic bacteria and yeasts by *Fusarium oxysporum* in submerged culture processes. *Bioprocess Biosyst. Eng.* **44**, 1321–1332 (2021).
40. T. E. Sondergaard *et al.* Fast screening of antibacterial compounds from fusaria. *mdpi.com* (2016) doi:10.3390/toxins8120355.
41. U. Hyun, D. H. Lee & C. G. Shin. Apoptosis induced by enniatins H and MK1688 isolated from *Fusarium oxysporum* FB1501. *Toxicon* **53**, 723–728 (2009).

Abbreviations

ASE: *Allium Sativum* endophytic fungus; DCM: dichloromethane; DMSO; dimethyl sulfoxide; PDA: potato dextrose agar; DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; IC₅₀: 50% inhibitory concentration; LC₅₀: 50% lethal concentration

/ **Received:** [12 diciembre 2024] / **Accepted:** [4 febrero 2025] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Hoque, M. Hossain M. Islam, T. Ferdous M. Sarker, S. Kumar-Baral, P. Isolation of fungus from the cloves of *Allium sativum*, and evaluation of the antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic

potential of the ethyl acetate extract of this fungus. 2025.Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.1

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



2 Gestión por procesos en el restaurante del Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda

Process management procedure in the restaurant of the hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda

Zenia García Vergara¹, Luisa Matos Mosqueda², Karel Ramón Ortiz Rubio³

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

zenia.garcia@reduc.edu.cu ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6730-6758>

²*Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba.*

luisa.matos@reduc.edu.cu ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2387-163X>

³*Estudiante de Licenciatura en Ciencias Alimentarias,*

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba.

karel.ortiz@reduc.edu.cu

Correspondencia: zenia.garcia@reduc.edu.cu

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.2

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en el Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda, perteneciente al grupo empresarial Gaviota ubicado en la cayería Norte de la provincia Camagüey, con el objetivo de diseñar un procedimiento para la gestión del proceso de alimentos y bebidas en el Restaurante Mediterráneo que contribuya al incremento de la eficiencia y la calidad de los servicios. El método de investigación científica que se utilizará será el método teórico, que posee fundamentalmente un carácter teórico, lógico y conceptual. Los tipos de métodos teóricos que se emplearán son: análisis y síntesis y análisis histórico y lógico. Entre las técnicas usadas se encuentran el análisis documental y la observación. Se espera obtener como resultado un procedimiento de gestión por procesos del área de restauración del restaurante Mediterráneo Las Brasas que facilite optimice y potencie los recursos y la labor del personal de la institución.

Palabras clave: gestión por procesos, restauración, procedimiento.

Abstract

This work was carried out at the Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda, belonging to the Gaviota business group located in the northern keys of the province of Camagüey, with the aim of designing a procedure for the management of the food and beverage process in the Mediterranean Restaurant that contributes to increasing the efficiency and quality of services. The method of scientific research to be used will be the theoretical method, which is fundamentally theoretical, logical and conceptual. The types of theoretical methods that will be used are: analysis and synthesis and historical and logical analysis. Among the techniques used are documentary analysis and

observation. It is expected to obtain as a result a process management procedure of the restaurant area of the Mediterráneo Las Brasas restaurant that facilitates and enhances the resources and work of the institution's staff.

Keywords: process management, restoration, procedure.

Introducción

Las playas han sido el principal destino de la actividad turística a nivel mundial, lo cual se ha mantenido incluso en el Siglo XXI, en un contexto de rápido crecimiento y diversificación. El producto de turismo de sol y playa, como se le denomina genéricamente, representa cientos de millones de personas y empresas a nivel mundial, desde el Mar Caribe hasta el Océano Índico, pasando por el Mar Mediterráneo y los múltiples archipiélagos del Océano Pacífico ⁽¹⁾. Con lo anterior coincide Picken ⁽²⁾, quien afirma que el turismo de playa es una de las primeras formas modernas de turismo y un elemento básico de la industria del turismo.

La región del Caribe, con sus disímiles islas, por sus idóneas características climatológicas y geográficas que le confiere estar ubicada entre los trópicos donde priman playas de inmensa belleza se han convertido en la última década en un destino con una amplia demanda donde destaca nuestro país. La potencialidad del sector turístico en Cuba exige la búsqueda de la calidad y tiene entre sus prioridades analizar de manera permanente los servicios de alimentos y bebidas, por ser estos determinantes y motivacionales para las personas a la hora de seleccionar un destino turístico y ser los que más inciden en la insatisfacción de los clientes, según el resultado de las encuestas que se aplican de manera sistemática en varias de las instalaciones turísticas que operan en el país. ⁽³⁾

Cada día que transcurre las exigencias de los clientes hacia la calidad de los productos que desean obtener es mayor, de esta manera, los productos y servicios manejan estándares internacionales de comercialización lo cual permite cumplir con los requisitos y normas en el mercado donde incursionan. Debido a este motivo una certificación internacional se plantea como una estrategia para lograr permanecer competitivos y poder incursionar en nuevos mercados. ⁽⁴⁾

Según Blanco y Hernández ⁽³⁾, la práctica muestra que, la falta de enfoques y herramientas para gestionar un proceso de cambio constituye una de las limitantes para obtener resultados de mayor impacto. La mayoría de las empresas dirige las tareas para crear productos o servicios, pero no a los procesos o las relaciones. Como resultado, se enfatiza en los objetivos en lugar de las rutas a seguir, en los fines, en lugar de los medios. En este orden de ideas, los servicios relacionados con la restauración, tienen gran importancia a nivel mundial.

Una herramienta que contribuye a lo anteriormente dicho en áreas de restauración es la gestión por procesos. La gestión por procesos es estudiada, por la influencia determinante en las mejoras sustanciales en las organizaciones, afrontando nuevos retos de crecimiento y demandando cambios

continuos en su medio, con el propósito de conseguir la satisfacción ante las exigencias de los clientes, siendo el elemento clave la innovación y calidad. Para ello se requiere tomar las mejores decisiones en el mínimo tiempo y brindar respuestas con valor agregado, gestionar bajo un enfoque por procesos permiten un alto grado de competitividad ⁽⁵⁾. Cada uno de los procesos que componen el sistema debe contribuir a la consecución de los objetivos de la Organización, lo que implica una relación “causa-efecto” entre los resultados de los procesos individuales y los resultados globales del sistema. ⁽⁶⁾

Implantar este tipo de modelo, no solo exige una nueva visión de los procesos, sino que además motiva la generación de valores agregados, para cada una de las variantes que intervienen en todo el modelo. Esta nueva tendencia es lo que diferencia la gestión por procesos de todos los esquemas organizacionales antes conocidos ⁽⁷⁾. Es una herramienta que ha ganado cada día más prestigio porque una empresa u organización es más eficiente, en la medida que lo sean sus procesos.

En Cuba, el turismo como industria, tiene sus orígenes a principios del siglo XX y su desarrollo va estrechamente ligado a los cambios económicos, sociales y políticos ocurridos en la isla, convirtiéndose en un sector estratégico prioritario para el desarrollo del país. ⁽⁸⁾

En los últimos años nuestro país ha experimentado un auge considerado afianzándose como una sociedad productora de servicios del turismo. Uno de los elementos que más influencia presenta en el turismo actual y en nuestras instalaciones hoteleras es la gastronomía y principalmente la restauración, porque es un símbolo cultural-histórico que a su vez se convierte como un recurso clave en la propuesta de valor y diferenciación de los destinos que ofrecemos. En opinión del autor Fiallos ⁽⁹⁾, el área de restauración constituye un atractivo turístico que motiva a visitar determinados lugares, reflejan la gastronomía, cultura y tradiciones de las zonas donde se ubican, hoy en día existe una gran variedad y tipos de restauración donde se ofrece la comida y bebidas para ser consumidas en el mismo local.

Para mantener los altos estándares que caracterizan a los hoteles de Sol y Playa pertenecientes a la Red Hotelera Cubana y seguir con elevada competitividad en la región, es necesario considerar que cada vez son mayores las exigencias de los consumidores y de los órganos reguladores, obligando a las empresas a implementar sistemas de gestión donde se satisfagan los requisitos de todas las partes interesadas de la organización. Los atributos como la higiene, la calidad, la sostenibilidad y la confiabilidad se han vuelto esenciales para la decisión de los consumidores sobre si comprar un producto o servicio. ⁽¹⁰⁾

En tal sentido, el Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda con categoría de cinco estrellas plus y perteneciente al grupo empresarial Gaviota ubicado en la cayería Norte de la provincia Camagüey, donde se concentran las principales instalaciones de referencia en el territorio, al ser una

infraestructura inaugurada muy recientemente no cuenta con procedimientos de gestión de procesos de alimentos y bebidas.

Para el desarrollo de la presente investigación, se define como **objetivo general**: Diseñar un procedimiento para la gestión del proceso de alimentos y bebidas en el hotel de playa Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda que contribuya al incremento de la eficiencia y la calidad de los servicios.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación aplicada, de campo, no experimental y transversal en la que emplearon como métodos de investigación, entre los del nivel teórico: el histórico-lógico, el análisis-síntesis, la abstracción concreción: para la determinación y ordenamiento de los antecedentes del tema. Se efectuó la caracterización de la empresa y del local escogido para la realización del diseño de procedimiento. Entre los métodos del nivel empírico se trabajó con la observación en el restaurante Las Brasas y el análisis de documentos entre los que se encuentran los estándares de presentación y los documentos del Departamento de Gestión de los servicios de Alimentos y Bebidas.

Se caracterizó el problema que presenta el hotel para el correcto funcionamiento de la gestión de alimentos y bebidas. Se seleccionaron los criterios para la determinación de los procesos a mejorar durante la gestión de alimentos y bebidas del restaurante Las Brasas.

Se realizó la descripción del procedimiento para la Gestión de Alimentos y Bebidas para el restaurante de comida Mediterránea Las Brasas, con la descripción de cinco fases aplicables para la mejora del funcionamiento del mismo y un mapa de proceso.

Resultados

Caracterización de la empresa y la comunidad

El grupo de Turismo Gaviota es una empresa estatal cubana que cuenta con treinta y cuatro años de experiencia hotelera cuya misión es ofrecer un producto turístico de paz, salud y seguridad que contribuya al desarrollo sostenible del país, satisfaga las exigencias de los clientes y promueva la identidad, cultura y tradiciones en un escenario distinguido por la profesionalidad y sentido de pertenencia. Brinda senderos exuberantes, cabalgatas, hermosos saltos de agua, espléndidas playas, fondos marinos de gran riqueza y variedad, todo esto forma un mosaico de opciones al visitante que busca, además de versatilidad, el encanto del caribe. Además, cuenta con hoteles en Cuba en primera línea de playa en ciudades importantes, algunas de ellas patrimonio cultural de nuestro país.

La instalación escogida para la realización de este trabajo de nombre "La Caleta" es donde opera el especializado Restaurant Mediterráneo Las Brasas, el cual se caracteriza por ser un local relativamente pequeño, con un largo de 12 metros y un ancho de ocho metros; las mesas se encuentran distribuidas en cantidad de nueve de dos sillas y cuatro mesas de cuatro sillas para una capacidad

máxima de 30 personas. Cuenta con una cocina pequeña y un almacén con dos particiones, una para la parte de la comida y otra para la parte de la bebida, cada cual con sus correspondientes medios para la conservación de los mismos. En el lugar se encuentran a disposición de los comensales dos camareras y un capitán, que aguardan a la espera del "marchando" de un chef y un ayudante de cocina. Todos los alimentos y bebidas que llegan al Hotel y por tanto los que se sirven en el restaurant son comercializados por los proveedores ITH, TH comercial (empresa que provee a Gaviota) y LHC (importadora contratada por Iberostar que descarga en el puerto del Mariel).

De igual forma, es válido destacar que la mayoría de los huéspedes son provenientes del mercado ruso y canadiense fundamentalmente, por lo que el diseño del menú va encaminado a lograr la satisfacción de paladares exigentes.

Para la elaboración de los alimentos ofertados se encuentran implícitos y coordinados representantes de las áreas de cocina (de donde se derivan los alimentos), servicio (de donde se derivan las bebidas) y el departamento de relaciones públicas encargado de hacer las reservaciones.

Caracterización del problema

El restaurant anteriormente caracterizado no cuenta con un procedimiento para la gestión de alimentos y bebidas ocurriendo errores como la descoordinación entre los empleados, por lo que el objetivo del presente ejercicio profesional de diseñar un procedimiento para la gestión de Alimentos y Bebidas para el restaurante Mediterráneo Las Brasas es de gran valor e importancia tanto para la entidad como al propio restaurant porque pone un listón más arriba en los estándares de calidad y, además:

- ❖ Aporta una nítida visión global de la organización y de sus relaciones internas.
- ❖ Se establecen responsables de cada proceso. Todas las personas de la organización conocen su rol y saben cómo contribuyen a alcanzar los objetivos de la organización.
- ❖ Permite que no se trabaje de manera aislada, buscando solo el beneficio de la organización sino buscando el beneficio común
- ❖ Permite la medición de los procesos y establecer objetivos e indicadores para cada uno de ellos.
- ❖ Elimina la política tradicional de trincheras.

Por otra parte, Cabrera, Medina y Puentes, ⁽¹¹⁾ proponen un procedimiento para la gestión de procesos con contribución a la integración de sistemas normalizados. Este procedimiento se basa en concepciones teóricas y principios como el mejoramiento continuo, la consistencia lógica, el carácter participativo, los grupos de interés y el liderazgo.

Descripción del procedimiento

El diseño del procedimiento a continuación plasmando está concebido en tres fases que permiten una sistematización de la manera de actuar donde se incluyen herramientas adecuadas a las

particularidades de los procesos del Restaurant Mediterráneo Las brasas. Se encuentra clasificado en: Organización, Determinación de los procesos para la mejora y Representación del Proceso.

Fase I: Organización

Formación del equipo de trabajo

Comprende la formación de un equipo de trabajo interdisciplinario representando todos los procesos involucrados, personal de servicio, personal de cocina, almacenero y relaciones públicas. Debe ser un "team" con una capacitación previa en sistemas y herramientas de gestión y de ser posible contar con un experto de Gestión por procesos, además, se requiere que sea un equipo que domine las técnicas profesionales implícitas en el área de actuación de cada uno.

Fase II Determinación de los procesos

Antes de adentrarse en cualquier nueva iniciativa de gestión es esencial familiarizarse con los procesos internos propios del restaurante. En el caso del Mediterráneo Las Brasas se identificaron los siguientes procesos:

1. Planificación estratégica: implica el manejo de las estrategias para hacer del restaurante una infraestructura más rentable y sostenible.
2. Gestión comercial: fortalece los planes de trabajo y establece forma de fidelizar a los clientes
3. Gestión de la calidad: Asociado a una serie de pasos para brindar un excelente servicio junto con un equipo capacitado y cualificado cuyo fin es la satisfacción de cliente
4. Control de la calidad: establece normas y técnicas para la mejora de los procesos del servicio de atención al cliente
5. Atención al cliente: Acción clave y de gran importancia donde el cliente debe sentirse con prioridad
6. Toma del pedido: se anota la comanda elegida del menú por el cliente
7. Elaboración y cocción de los alimentos: una vez recepcionada la orden se elaboran en la cocina por el personal
8. Entrega del pedido: el personal de cocina entrega la orden al de servicio
9. Mantenimiento y limpieza: proceso que ejemplifica como ejecutar el aseo y mantenimiento de las áreas del restaurante

Subprocesos e interrelaciones de Atención al cliente:

- ❖ Ubicación del cliente en la mesa
- ❖ Presentación del menú
- ❖ Encuesta de satisfacción

Una vez identificados los procesos para una mejor comprensión de los mismo y facilitación de entendimiento del personal se clasifican en Procesos estratégicos, Procesos claves o misionales y Procesos de apoyo y soporte.

Los procesos estratégicos: son aquellos que se relacionan directamente con la cultura corporativa de la empresa, involucran a los directivos y afectan a toda la organización. Son procesos de decisión estratégica, como los que afectan, entre otros, al concepto de negocio, misión, visión; a la implantación de la política relativa a la calidad o a la excelencia; a la evaluación de los resultados, la política de estimulación y la fidelización de los clientes. ⁽³⁾

Los procesos de soporte o de apoyo: son los intermedios entre los estratégicos y los operativos; sustentan a estos últimos. Son, entre otros, la estructura departamental existente; los sistemas de información y las bases de datos; el análisis de los mercados y la segmentación, la política de cartera de productos; las tarifas o los precios; la estrategia de comercialización, la gestión de los recursos humanos, la formación, la selección de personal, los manuales de servicio, entre otros. ⁽³⁾

Los procesos operativos o de realización del producto: estos contribuyen directamente a la realización del producto, desde la detección de la necesidad del cliente hasta su satisfacción. Reagrupan las actividades ligadas al ciclo de vida del producto: investigación y desarrollo de nuevos productos, comercial y gestión de contratos, concepción, compras y abastecimientos, logística, producción y dominio de las relaciones con el cliente. ⁽³⁾

Mapa de procesos

El mapa de procesos es más que una representación gráfica de la secuencia e interacción de los procesos, resulta una aproximación que define la organización como un sistema de procesos interrelacionados que impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales. ⁽¹²⁾

La elaboración del mapa de procesos del restaurante Las Brasas permite obtener un esquema general donde se reflejan la totalidad de los procesos que se realizan por lo que es una excelente guía para el diseño de la estructura de la organización.

Está creado con los tres niveles y las relaciones obtenidas, el sentido de la relación dado por filas unidas entre sí por saetas que a su vez conectan con las otras filas donde coinciden con los procesos principales o misionales.

Figura 1. Mapa de procesos del Restaurante Mediterráneo Las Brasas



Fuente: Elaboración propia (2023).

Selección de los criterios para la determinación de los procesos a mejorar

Planteado en concordancia con la matriz de objetivos estratégicos-repercusión del cliente para la determinación de los procesos a ser mejorados. Se escoge criterios orientados al cliente como son:

- ❖ Repercusión en el cliente: Reflexión para cada proceso acerca de las incidencias que posee en la satisfacción de los clientes de la organización.
- ❖ Posibilidad de éxito a corto plazo (ECP): basado en que se deben abordar primero aquellos procesos que más posibilidades tienen de alcanzar el éxito en el menor tiempo posible.
- ❖ Repetitividad (R): los procesos se crean para producir un resultado e intentar repetir ese resultado una y otra vez. Esta característica permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo: a más repeticiones más experiencia.

Selección de los procesos relevantes

Una vez establecido el listado de los procesos de la empresa por el equipo de mejora y presentados a la Alta Dirección, para su revisión y aprobación y como pre-selección a la obtención del orden de los procesos a ser mejorados (Diana), se debe aplicar el método del coeficiente de Kendall.

El algoritmo a seguir consiste en solicitar a cada experto su criterio acerca del ordenamiento según el grado de importancia de cada uno de los procesos. Para ello, el equipo deberá reflexionar acerca de los principales elementos que inciden en la selección de los procesos a mejorar.

Este método permite reducir el listado de procesos (se les llama procesos relevantes) en función de su importancia y, a la vez, verificar la concordancia entre los juicios expresados por el grupo de expertos, con respecto a las evaluaciones que ofrecen para seleccionar los procesos relevantes. Con la aplicación de esta herramienta el listado se reduce entre cuatro o seis procesos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado se propone que los procesos relevantes sean los siguientes:

- ❖ Planificación estratégica
- ❖ Gestión de la calidad
- ❖ Atención al cliente
- ❖ Preparación y elaboración de los alimentos
- ❖ Control de la calidad

Selección de los procesos "Diana"

Para la selección de los procesos "Diana" se propone aplicar la matriz de objetivos estratégicos (IOE)/ repercusión en el cliente (RC)/ éxito a corto plazo (ECP). Se incorporan, además, otros elementos o criterios que el equipo considere oportunos. A partir de ahí, se obtiene la puntuación total de cada proceso (TP). Los criterios que formarán parte de la matriz serán aquellos que el equipo de mejora, con una valoración subjetiva, determinó como influyentes para la aplicación del método Kendall en la selección de los procesos relevantes.

La solución de esta matriz puede ser abordada de dos formas distintas: la primera, bajo la consideración de que todos los criterios poseen la misma importancia y significación en cuanto al momento en que se aplica, o el sector al que pertenece la empresa; y la segunda, ofreciéndoles pesos relativos a cada uno de los criterios que denoten su importancia y significado que implica un procedimiento más complejo que el anterior, pero sin dudas, más preciso.

A raíz de lo anteriormente descrito se propone que los Procesos Diana sean:

- ❖ Atención al cliente
- ❖ Elaboración y preparación de los alimentos
- ❖ Control de la calidad

Fase III: Representación del proceso

Realizar la representación del proceso presupone la ejecución de un conjunto de pasos que logran su resultado o materialización final en la Ficha de proceso y de indicadores.

Determinación del equipo de mejora del proceso

El equipo de trabajo deberá estar constituido por grupo de personas propuestas por el jefe del equipo de mejora, en cantidad entre seis y ocho en función de la complejidad del proceso, con conocimiento del proceso y posibilidad de aportar ideas y criterios, liderados por el máximo responsable del Restaurante Mediterráneo Las Brasas. En lo posible es importante contar con la presencia de personas que resulten suministradores o clientes del proceso que se analiza.

Definición del proceso, Objetivos y políticas del mismo

Se propone un proceso denominado "Proceso administrativo para la gestión de alimentos y bebidas" definido como un sumario de índole empresarial con un alcance limitado al área del Restaurante Mediterráneo Las Brasas. Relacionado con otros procesos del hotel que la organización utiliza para planificar, ejecutar, revisar y adaptar su comportamiento de manera que todo estén de acuerdo con el trabajo que deben realizar. El objeto de estudio se precisa como el proceso de alimentos y bebidas.

La misión queda definida en: proveer de un servicio extraordinario al cliente desde su perspectiva, a la vez que se maximizan los esfuerzos para satisfacer y sobrepasar sus expectativas, manteniendo un alto nivel de productividad y consistencia en el servicio y cumplimiento de los estándares, en un ambiente laboral que motive al equipo, orientado al desarrollo de las destrezas profesionales al crecimiento personal y cumplimiento de los valores de la empresa con los altos estándares de calidad que caracterizan a la red hotelera.

Los objetivos que se proponen son:

- ❖ Hacer del Restaurante Mediterráneo Las Brasas un referente dentro del hotel en cuanto a coordinación de los procesos y calidad de los mismos, con el fin de lograr la máxima satisfacción de los clientes.
- ❖ Sentar bases y crear experiencia para una futura extensión de procedimientos de gestión a todas las instalaciones del hotel donde existan servicios de alimentos y bebidas.

Las políticas que se proponen desde el enfoque estratégico, de calidad y ambiental son:

- ❖ Cumplir con rigurosidad los planes establecidos en la planificación y mantener una elevada ética y compromiso profesional de los trabajadores.
- ❖ Orientar cada acción al mejoramiento continuo.
- ❖ Ofrecer en cada plato productos con experiencias únicas al paladar de cada cliente que visite el local.
- ❖ Mantener rigurosamente la línea de la cadena Iberostar con su política Wave of Change donde todos los procesos deben ser amigables con el medio ambiente y se utilicen materiales biodegradables como el cartón y el polifereno.

Representación general del proceso

Se representa gráficamente en proceso en aproximación a un mapa IDEF0. El mapa IDEF0 es la descripción gráfica, de un sistema o contenido, que se desarrolla con un propósito concreto y un punto de vista determinado. El conjunto de uno o más diagramas IDEF0 describe las funciones del área de un sistema o sujeto con gráficos, textos y glosarios.

Se representan los elementos relevantes para su comprensión a nivel general (entrada, mecanismos, controles y salidas). En este paso se facilita además la búsqueda de la información asociada a:

suministradores, se destacan los recursos necesarios para el proceso; infraestructura (con información acerca de la capacidad del proceso y los cuellos de botella); grupos de interés asociados al proceso; clientes/destinatarios (conocidas y definidas las ofertas de servicio y los requisitos o expectativas del cliente y de otros grupos de interés); el análisis de los residuos, el manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas.

Identificación de los riesgos

La identificación de los riesgos por procesos es el paso inicial para la evaluación de posibles vulnerabilidades. La reducción o eliminación de los riesgos, principalmente los de alta probabilidad de ocurrencia y de un mayor impacto, garantiza una seguridad razonable en la organización.

Al no poder evaluarse en tiempo real los riesgos reales del procedimiento en el Restaurant Mediterráneo Las Brasas se propone entonces algunas herramientas que podrían ayudar en una verdadera integración en la función del control. Dichas herramientas son:

- ❖ Poseer un registro de los accidentes, incidencias y riesgos o eventos casuales que permitan su gestión y prevención (se recomienda que el registro contemple el hecho perjudicial, la fecha, la descripción,
- ❖ consecuencias y causas)
- ❖ Llevar a cabo reuniones mensuales con todos los participantes en el proceso donde se evalúen y desarrollen acciones para enfrentar inconvenientes que se hayan presentado.

Fase IV: Implantación y control

La fase de implantación de este procedimiento puede prolongarse en el tiempo. Estará a disposición de las autoridades competentes del hotel Coral Level Selection at Iberostar Esmeralda las cuales evaluarán las ventajas de la implementación y estimarán o no la conveniencia del mismo.

Fase V: Mejora del proceso

En ocasiones, lo que representa una mejora para un área funcional no lo resulta para el sistema en su conjunto, la estrategia o a las necesidades de los clientes ⁽¹³⁾. Esta mejora en los finales del siglo pasado se centraba en la eliminación de las actividades que no aportan valor añadido, posteriormente con el surgimiento de las normas ISO tomaron relevancia los enfoques centrados en la calidad. Hoy por su parte, sin descuidar los anteriores y otras formas de mejora se centra la atención en la automatización de los procesos y en el logro del alineamiento estratégico. ⁽¹⁴⁾

Si bien resulta tradicional comenzar por buscar eliminar aquellas actividades que no aportan valor añadido, analizar las más costosas o duraderas, hacer coincidir los equipos fundamentales con los limitantes o buscar las necesidades de los clientes para convertirlas en exigencias del proceso, no

existe un orden establecido para seleccionar las herramientas a aplicar. La mejora resulta un paso decisivo dado que no solo contribuye a la búsqueda de la eficiencia del sistema, sino que también a implementar los sistemas de gestión o todas aquellas tendencias modernas asociadas a la gestión por procesos, a saber: normas ISO, integración de sistemas, puntos críticos de control, análisis de riesgos.

Al no existir una evaluación real y objetiva del desarrollo de este procedimiento se proponen algunas medidas que pueden ofrecer en un futuro oportunidades de mejora una vez implementado y puesto en práctica el procedimiento, estas son:

- ❖ Evaluar el grado de alineamiento estratégico y tomar acciones para su mejora
- ❖ Detectar oportunidades de mejora.
- ❖ Análisis de las competencias distintivas u otras formas de potenciar la actividad de “operaciones” en los procesos (fundamentalmente para los claves).

Conclusiones

- Se diseñó un procedimiento para la gestión de alimentos y bebidas en el Restaurant Mediterráneo Las brasas del hotel Coral Level Selection at Iberostar Esmeralda concebido en un enfoque basado en procesos y orientado a la satisfacción del cliente.
- La propuesta ofrece una manera efectiva de estructurar una representación efectiva del proceso como base para la mejora, la integración y la coordinación de todos los procesos.
- Con base al diseño del procedimiento planteado se logra sentar bases que servirán de experiencia hacia otras áreas del hotel donde podrá existir una mayor claridad y control en la ejecución de las actividades.

Referencias

1. Botero, C. M., Mercadé, S., Cabrera, J. A., & Bombana, B. (2020). *El Turismo de Sol y Playa en el contexto de la Covid-19. Escenarios y Recomendaciones*. Santa Marta (Colombia): Grupo de Expertos de la Red PROPLAYAS. Recuperado de <https://www.comecso.com/publicaciones/turismo-contexto-covid-19>
2. Picken, F. (2017). Beach Tourism. En *THE SAGE International Encyclopedia of Travel and Tourism* (págs. 135-140). Oaks: Editorial SAGE Publications. DOI: <http://dx.doi.org/10.4135/978148336894.n51>
3. Blanco, D. E., & Hernández, D. (2020). Gestión del proceso de restauración en el Hotel Islazul Pinar del Río. *Avances*, 22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115006/html>

4. Rodríguez, C. G., Pérez, J. S. (2020). Implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001 versión 2015, en la empresa intermediadora Mauro Jackson en su proceso de cambio a empresa transformadora de materia prima. (Tesis de Grado). Universidad Cooperativa de Colombia.
5. Sánchez, A. S., Aburto, L. G., Pacore, A. A., López, H. P., Dumont, J. D., & Hernández, Y. U. (2020). La Incidencia de la Gestión por Procesos en los Organismos Gubernamentales. *Gestión I +D*, 5(1),85-103. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_GID/article/view/17708
6. Medina, A., Nogueira, D., Hernández, D., & Comas, R. (2019). Procedimiento para la gestion por procesos:métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería*, 27(2), 328–342. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
7. Palma, H. H., Sierra, D. M., & Arbelaez, D. C. (2016). Enfoque basado en procesos como estrategias de dirección para las empresas de transformación. *Saber, Ciencia y Libertad*, 11(1), 141-150. Recuperado de <http://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2016v11n1.499>
8. López, R. F., Porraspita, D. A., Alonso, J. V., & Machín, O. L. (2022). *Cuba en la industria Turística. Estudios de la demanda*. Coodes, Cooperativismo y Desarrollo. Recuperado de <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/470>
9. Fiallos, D. M. (2021). *Calidad del servicio en el área de restauración en hosterías*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33076>
10. Vera, R. S., Murillo, M. M., & Bretaña, R. G. (2019). Elementos Normativos en los Servicios de Restauración de la Industria Turística Cubana. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/caribe/2019/03/industria-turistica-cuba.html>
11. Cabrera, R., Medina, A., & Puentes, M. (2017). Procedimiento para la gestión de procesos con contribución a la integración de servicios normalizados. *Revista Universidad y sociedad*. Recuperado de https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-362020170000200037
12. Cantón , I. M. (2016). Introducción a los Procesos de Calidad. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y cambio en Educación (REICE)*, 8(5), 45-53. <https://doi.org/10.2245/182>
13. Cabera, H. R., León , A. M., Puente, J. A., Riviera, D. N., Díaz, O. S., & Chaviano, Q. N. (2016). Procedimiento para la identificación y evaluación de las oportunidades de mejora:

medición de la factibilidad e impacto. *Revista Ingeniería Industrial*, 37(1). Recuperado de <https://doi.org/10.5001/180>

14. Cabrera, H. R., León, A. M., Hernández, C. P., & Chaviano, Q. N. (2016). Mejora de la disponibilidad en procesos a partir de la confiabilidad. *Revista Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 7(2218-3639), 18-33. Recuperado de <https://www.anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view/572>

/ **Received:** [1 diciembre 2024] | **Accepted:** [12 enero 2025] | **Published:** [15 marzo 2025] |

Citation: García-Vergara, Z., Matos-Mosqueda, L., Ortiz-Rubio, K. Gestión por procesos en el restaurante del Hotel Coral Level at Iberostar Selection Esmeralda. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.2

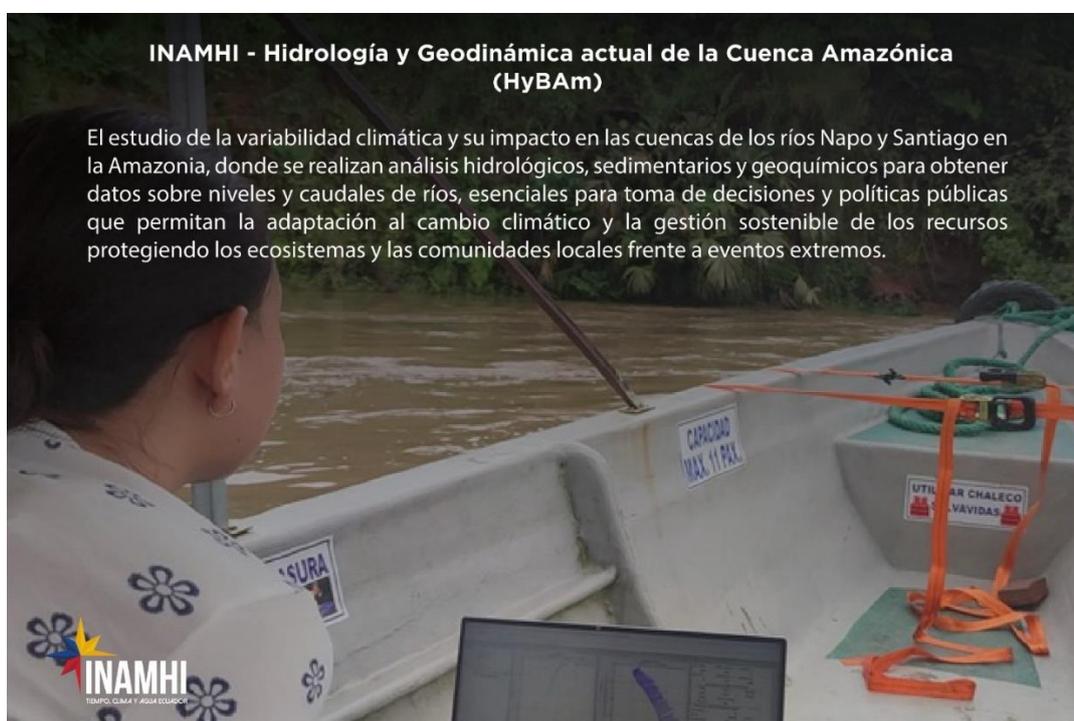
Peer review information: Bionatura thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



3 Adaptación de la tecnología de producción de etanol con características orgánicas en dos destilerías cubanas

Adaptation of ethanol production technology with organic characteristics in two cuban distilleries

Eliani Sosa-Gómez¹, Irenia Gallardo Aguilar¹, Ana Celia de Armas Martínez²

^{1.} *Facultad de Química y Farmacia/Santa Clara/Cuba; esgomez@uclv.cu
ORCID <https://0000-0003-2257-7348>*

^{1.} *Facultad de Química y Farmacia/Santa Clara/Cuba; irenia@uclv.edu.cu
ORCID <https://0000-0002-6360-6582>*

^{2.} *Empresa de bebidas y refrescos de Villa Clara anacelia.dearmas@embervc.alinet.cu
ORCID <https://0000-0002-0147-0704>*

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.3

Resumen

Un alcohol obtenido por una tecnología como la mencionada en la investigación alcanzará ser muy cotizado en el mercado internacional lo cual traería beneficios para la economía del país y también desde el punto de vista ambiental. La materia prima fundamental es la miel orgánica, obtenida a partir de la caña de azúcar cultivada solo con abonos naturales. El presente trabajo propone dos alternativas de introducir la producción de etanol orgánico en destilerías con capacidades diferentes y con un proceso de obtención del mismo desigual para cada uno. Para el primer caso se propuso el uso de un concentrado cítrico para regular el pH en los procesos fermentativos; como resultados más importantes de la tecnología de 900 hL/d es que se obtuvo una factibilidad económica favorable en la condición que se determinó, puesto que el VAN es de \$ 12 965,04, la TIR es de 61,90 %, la inversión puede ser recuperada en menos de un año luego de puesta en marcha la producción de alcohol orgánico. Para el segundo caso se planteó la introducción en otra destilería con cultivo de levadura sin acidificante la cual llevaba la compra de un mayor equipamiento para el cultivo; en el caso de la tecnología de 500 Hl/d se determinó los costos totales de inversión y producción siendo de \$ 995451,60 y 707836,19 \$ anuales respectivamente. El estudio de factibilidad muestra que la inversión no es factible.

Palabras clave: etanol; miel; destilería; factible.

Abstract

An alcohol obtained by a technology such as the one mentioned in the research could be highly valued in the international market, which would bring benefits to the country's economy and also from an environmental point of view. The fundamental raw material is organic molasses, obtained from sugar

cane grown only with natural fertilizers. This work proposes two alternatives to introduce the production of organic ethanol in distilleries with different capacities and with an unequal process for obtaining it for each one. For the first case, the use of a citrus concentrate was proposed to regulate the pH in the fermentation processes. The most important results of the 900HI/d technology is that a favorable economic feasibility was obtained in the condition that was established, since the NPV is \$ 12,965.04, the IRR is 61.90%, the investment can be recovered in less than a year after starting up the production of organic alcohol. For the second case, the introduction in another distillery with yeast cultivate without acidifier was proposed, which involved the purchase of more equipment for cultivation. In the case of the 500 HI/d technology, total investment and production costs were determined to be \$995,451.60 and \$707,836.19 per year respectively. The feasibility study shows that the investment is not feasible.

Keywords: ethanol; molasses; distillery; feasible.

Introducción

Las cuestiones de la salud y medioambientales se han convertido en un motivo de preocupación a nivel internacional en rápido aumento, a medida que mejora nuestro conocimiento del impacto que tiene la actividad humana en los recursos naturales y que los efectos mismos se hacen más pronunciados¹.

La producción orgánica posibilita el incremento de los ingresos por exportaciones, contribuye a la sostenibilidad de las producciones y, de hecho, a la protección ambiental, revaloriza la agricultura tradicional, propicia la generación de empleos, y proporciona mayores ingresos a los productores^{2,3}.

En lo particular las ventajas se enumeran a continuación:

- obtiene mayores precios por sus productos (entre 20 % y 40 % sobre los precios de los productos convencionales).
- Conserva y mejora sus recursos propios (suelo y agua).
- Produce alimentos sanos para el mercado.
- Trabaja en un ambiente sano, sin peligros de intoxicación y de enfermedades ocasionadas por los agroquímicos.
- Mantiene un empleo bien remunerado, además de generar alternativas de trabajo para la comunidad.
- Promueve la producción sostenible y la conservación del medio ambiente en su región.

Una vez que una entidad ha verificado el cumplimiento de las normas que rigen el ámbito de los productos orgánicos, se concede una etiqueta al producto⁴. Esta etiqueta varía de acuerdo con el organismo de certificación que la expida, pero puede tomarse como garantía de cumplimiento de los

requisitos fundamentales de un producto “orgánico” desde la finca hasta el mercado⁵. Es importante señalar que la etiqueta de calidad orgánica se aplica al proceso de producción, y garantiza que el producto se ha creado y elaborado en forma que no perjudique al medio ambiente. Esta etiqueta respalda, pues, un proceso de producción, a diferencia de la certificación de calidad^{1,6}.

Desde la década de los 90 Cuba, viene trabajando por lograr una agricultura cada vez más ecológica, u orgánica, menos dependiente de los costosos insumos de productos químicos y basada en el desarrollo científico-técnico en aras de alcanzar una verdadera racionalidad ecológica y sustentabilidad económica⁷.

Desde hace varios años se ha prestado una gran atención a la diversificación de esta industria, buscando alternativas más atractivas a través de la integración de procesos que tiendan a tecnologías más limpias y nuevas oportunidades de negocios a partir de la biomasa de la caña de azúcar⁸. La producción de caña de azúcar orgánica y sus derivados surge como una estrategia del país, teniendo en cuenta el incremento de la demanda de estas producciones a nivel internacional, sus altos precios, así como los beneficios que proporcionan desde el punto de vista ambiental, por la no utilización de productos químicos contaminantes, la no quema y el uso racional de residuos agroindustriales que permiten cerrar el ciclo productivo⁹.

“Carlos Baliño” enmarcado en el municipio de Santo Domingo, provincia Villa Clara, es un ingenio construido en 1903 considerado como categoría media en cuanto a su capacidad de molienda, y se ha caracterizado por su alta eficiencia y calidad del producto terminado. Comenzando su primera producción orgánica en el año 2001¹.

La miel orgánica como fuente principal de azúcares es la materia prima fundamental para la producción de alcohol orgánico que por su parte exige en su proceso productivo la ausencia de sustancias o productos químicos producidos por síntesis, tales como ácido sulfúrico, urea, antiespumante y fosfato, entre otros nutrientes, estos pueden ser reemplazados por concentrados de frutas cítricas. Como búsqueda de una nueva alternativa los autores han propuesto un concentrado de toronja o naranja, que es capaz de garantizar un pH óptimo durante todo el proceso de fermentación, que es tolerado por las levaduras y además no retrasa el proceso fermentativo, resultados obtenidos en experimentos de laboratorios^{10,11}.

La etapa principal del proceso es la fermentación, pues en ella es donde se obtiene el alcohol deseado, por tanto, el logro del mayor rendimiento en esta etapa es de gran importancia. Esto se alcanza a través del control de un conjunto de parámetros que van desde la propia preparación de la miel final como materia prima, hasta el vital punto del cultivo del microorganismo que será el encargado de la conversión de los azúcares en¹².

El alcohol orgánico es un alcohol en cuyo proceso productivo no se emplean fuentes inorgánicas de nutrientes ni ácidos inorgánicos para mantener el pH del medio ¹³. La materia prima fundamental es la miel orgánica, obtenida a partir de la caña de azúcar cultivada solo con abonos naturales^{12,14}.

Un alcohol obtenido por una tecnología como la mencionada anteriormente pudiera ser muy cotizado en el mercado internacional lo cual traería beneficios para la economía del país y también desde el punto de vista ambiental estaríamos dando un paso de avance en la conservación de nuestro ¹⁵.

Teniendo todo esto en cuenta la presente investigación tiene como objetivo:

Elaborar una propuesta tecnológica para la producción de alcohol orgánico en destilerías con diferentes capacidades.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de este estudio es importante conocer las principales materias primas empleadas en la obtención de etanol orgánico. Se empleó como materia prima miel tipo B la cual se caracterizó para evaluar sus parámetros y conocer su composición en base a azúcares. Los resultados se muestran en la Tabla 1. La que presenta resultados diferentes a estudios reportados con mieles finales de caña de azúcar ¹⁶.

Tabla 1. Caracterización de la miel orgánica B

Parámetros	Valor
Brix	86,12
Pol (%)	50,16
Pureza (%)	58,24
Reductores totales (%)	62,75
Reductores normales (%)	13,13
Reductores invertidos (%)	49,62
Sacarosa real (%)	47,12
Azúcares totales (%)	60,27
Cenizas (%)	9,78

Levadura *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada

Se empleó como microorganismo para la fermentación una cepa de levadura *Saccharomyces*, históricamente, han sido utilizadas mundialmente en la producción de alcohol con resultados satisfactorios ^{17,18}. En la Tabla 2 se presentan sus características.

Tabla 2. Caracterización de la levadura empleada.

Valor Nutritivo por 100 g	Cantidad
Calorías	390 kcal

Grasas	6 g
Saturados	2 g
Colesterol	0 g
Sodio	0,075 g
Calcio	0,045 g
Hierro	0,005 g
Carbohidratos	33 g
Fibra	27 g
Azúcares	0 g
Proteínas	50 g
Vitamina A	0 g
Vitamina C	0,3 g

Concentrado de naranja

El concentrado de naranja se caracteriza por presentar una textura fluida con cuerpo, un color amarillo claro e intenso, por ser homogéneo, de turbidez uniforme y por estar prácticamente exento de partículas pequeñas características del fruto. Su olor y sabor son característicos a naranja procesada en adecuado estado de madurez y a jugo fresco, además presenta un ligero regusto a la resina de la cáscara ¹⁹.

Este se utiliza para ajustar el pH como sustituto al ácido sulfúrico, empleado en el proceso tradicional. Con él se ajusta el pH de la batición entre 4,2 y 4,5 pues la levadura presenta una buena resistencia a medios ácidos, a diferencia de otros microorganismos, evitando así infecciones ¹⁵.

A continuación, se presenta dos alternativas de adaptación de la tecnología de producción de etanol orgánico en destilerías con capacidades diferentes.

Adaptación de la tecnología de obtención de etanol en destilería con capacidad de 900 HI/d

La fermentación escogida es la semicontinua, es decir, cada cuba trabaja separadamente y desplazada en el tiempo de tal forma que continuamente se está alimentando con mosto fermentado de la sección de destilación, mientras que la cuba madre trabaja siempre en continuo simultáneamente ²⁰.

El líquido procedente de la preparación del mosto se divide en dos partes, uno que va a las cubas de fermentación (mosto fuerte) y otro que alimenta a las cubas madres (mosto de baja concentración). El objeto de la cuba madre es preparar un inoculo o pie de levadura para alimentar a las cubas hijas, en mismo representa el 20 % - 25 % del volumen total.

Las cubas son tapadas y están provistas de bomba de agitación y enfriamiento en sistema exterior. El proceso dispondrá de dos cubas madres o de propagación de levadura autóctona.

En el proceso de fermentación el mosto a 16 °Brix se añade a la cuba madre a una temperatura de 30-35 °C y con inyección de aire continuo, con el soplador, esto es muy importante porque favorece la

proliferación de levaduras. La formación de levadura disminuye el contenido de azúcar por lo que se ha de alimentar constantemente con mosto. Este proceso es enfriado para mantener la temperatura cerca de los 30°C, por el intercambiador de calor. El tiempo de retención oscila entre 8 y 10 horas, para mantener una población de levadura superior a los 300 millones de células por mililitro y adaptada al medio alcohólico.

A las cubas hijas o fermentadores se le añade una siembra de 9 °Brix que es regulada por la válvula en su entrada en el depósito, después de estar su densidad baja debido a la fermentación se añade el mosto de 22 °Brix por la a un 30 % - 40 % de su totalidad continuando la fermentación pero con nueva alimentación, este procedimiento es enfriado por él y bombeado por la que circula el vino por el según lo indiquen los controles de temperaturas, en el mismo momento se abrirá la de salida de CO₂ según lo requiera, y transcurrido un tiempo (cuando el Brix sea la mitad del inicial más uno) se completa el volumen de trabajo del fermentador. Aproximadamente cada 4 horas se inocula un fermentador, con mosto procedente de la cuba madre, el 25 % de su volumen total trabajo.

Durante el tiempo que se está efectuando la fermentación, se le suministrara la siembra y el mosto de 22 °Brix de la misma manera que el anterior, y así sucesivamente se va realizando el procedimiento para los 10 fermentadores instalados en la planta.

Este proceso semicontinuo en la sala de fermentación, con un ciclo de fermentación entre las 35 a 40 horas, garantiza la existencia de fermentadores muertos en espera para ser destilados y así no ocasionar paradas en la fábrica, ya que en general la misma opera a régimen continuo.

El mosto fermentado o vino de los fermentadores ya muertos y que han tenido un reposo de una a dos horas es bombeado a la etapa de destilación de inmediato. Los sedimentos de los fermentadores se separan y se bombean hacia la fábrica de levadura ya que se utiliza como pienso animal.

Los fermentadores ya descargados son sometidos a un proceso de limpieza y esterilización para comenzar nuevamente el ciclo de fermentación ²¹.

La figura 1 representa lo antes dicho en la descripción del proceso en la destilería.

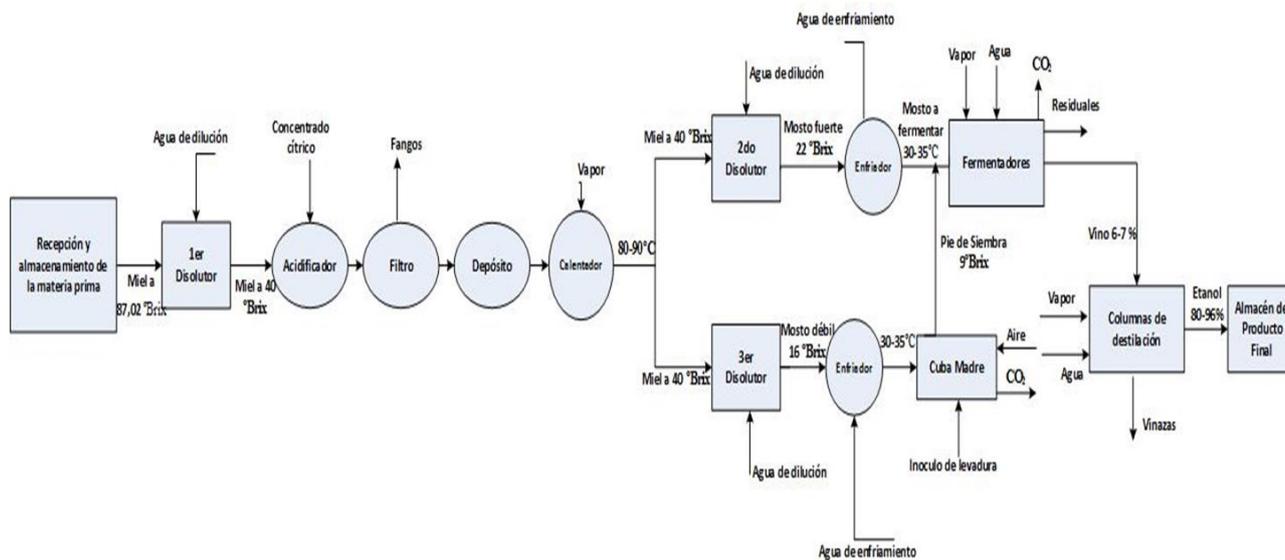


Figura 1. Diagrama de bloque de la producción de alcohol orgánico

Adaptación de la tecnología de obtención de etanol en destilería con capacidad de 500 HI/d.

En este caso se propone la introducción de la propagación del microorganismo sin el suministro de nutrientes y sin utilizar concentrados de cítricos para el ajuste del pH

- Etapa de propagación de la levadura

Se prepara un volumen de batición a 80 kg/m³ de azúcares reductores fermentables y se esteriliza para eliminar cualquier microorganismo perjudicial. Se inocula la levadura a razón de 20 g/L y se comienza a airear a 0,8 vvm. La etapa de cultivo se agita a razón de 150 rpm. La etapa de prefermento se trabaja a las mismas condiciones que la de cultivo, pero sin agitación mecánica. Cuando el Brix disminuye a la mitad más uno de su valor inicial, se inocula la siguiente etapa en ambos casos.

- Etapa de fermentación alcohólica

Se carga el fermentador con un pie de batición a Brix de corrida. Se añade un volumen de inculo proveniente del prefermentador igual al 30% del volumen del fermentador y se espera hasta observar actividad en el medio. Luego se llena el fermentador hasta alcanzar una concentración de 119 kg/m³ de azúcares fermentables en condiciones anaerobias y se fermenta durante 30 horas.

- Destilación

Se destila el vino para concentrar el grado alcohólico obtenido empleando las columnas destiladora y rectificadora hasta obtener una riqueza alcohólica de 94 °GL aproximadamente.

Esta etapa dura 3 horas aproximadamente.

Se realizó un análisis para determinar el número de equipos necesarios para desarrollar el proceso de acuerdo a las condiciones de laboratorio. Como resultados tenemos que se necesitan dos cultivadores, cuatro prefermentadores y once fermentadores. La fábrica posee todos los fermentadores y tres prefermentadores que pueden ser empleados como cultivadores en nuestra propuesta por sus dimensiones.

Evaluación Económica

La evaluación económico-financiera de un proyecto, hecha de acuerdo con criterios que comparan flujos de beneficios y costos, permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea, si es o no rentable y si siendo conveniente, es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño de planta más adecuado²².

Los criterios de evaluación que se aplican con más frecuencia por los analistas de proyectos consisten en comparar precisamente los flujos de ingresos con los flujos de costos y los mismos se clasifican en dos categorías generales que son las técnicas para el análisis de la rentabilidad de la inversión (con y sin financiamiento) y las técnicas para el análisis financiero. A la primera categoría pertenecen los métodos actualizados como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y a la segunda los análisis de liquidez²³.

Indicadores dinámicos de rentabilidad

Una valoración de la factibilidad de la inversión se realizó sobre la base del cálculo de los indicadores dinámicos: VAN, TIR, PRD y RVAN, tomando una tasa de interés del 12 %. La estimación se realizó en un período de 10 años²⁴.

$$\text{Valor Actual Neto} = \sum_{k=1}^n \frac{\text{Flujo de caja}}{(1+i)^k} - \text{Inversión total} \quad (1)$$

A partir de esta expresión, además de obtener el VAN, se determina la TIR (Tasa de Rendimiento Interna), y el PRD (Período de recuperación al descuento).

$$\text{RVAN (Índice de rentabilidad)} = \frac{\text{VAN}}{\text{Costo total de inversión}} \quad (2)$$

Resultados

En el caso de la primera adaptación la cual tiene una producción diaria entre 900 HI/d hasta 150 HI/d se obtienen los siguientes resultados:

El planteamiento del balance de masa y de energía en el área de destilación en la destilería se mantiene igual ya que las transformaciones a realizar para la producción de alcohol orgánico se va a realizar en el área de fermentación, por lo tanto para un flujo de vino de 1 632,68 ton/d se obtiene un total de 964,84 HI/d de alcohol orgánico y para una producción de 6 días al año da un total de 5 789 HL/año.

Según los resultados de los balances de masas realizados se pudo determinar que la cantidad de concentrado cítrico a emplear es de 38 t/d o 54 m³/d.

Para el segundo escenario con una capacidad de producción de 500HL/d se determinaron a través de los balances de materiales los consumos de materias primas para producir etanol bajo las condiciones de laboratorio la cual nos da para 10 días de trabajo.

Los balances de materiales y energía en todo el proceso dan como resultado que para la fermentación de un solo fermentador se necesitan en total 26020,16 kg miel y 82,171 m³ de agua. Se destilarán ocho fermentadores diarios, dado que la destilación de cada fermentación dura tres horas aproximadamente. Se conoce que la cantidad total de miel orgánica entregada por es de 2039,661 ton/año, por lo que es posible destilar un total de 78 fermentadores durante 10 días.

A continuación, en la tabla 3 se muestra una comparación en caso de la cantidad de equipos que debe insertar cada tecnología para realizar la producción del etanol orgánico.

Tabla 3. Equipamiento de las dos destilerías.

Destilería de 900HI/d			Destilería de 500HI/d		
Equipos	Nº equipos	Costo total de inversión (\$)	Equipos	Nº equipos	Costo total de inversión (\$)
Disolutor	1	500,18	Tanque de etanol	2	171 507,83
Bomba centrífuga	1	683,09	Tanque de cabezas	1	201 77,39
			Prefermentadores	4	121 064,35
			Compresores	1	80 709,57

Se determinaron a través de los balances de materiales los consumos de materias primas para producir etanol orgánico en las condiciones diferentes los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Consumos de materias primas

Destilería de 900HI/d				Destilería de 500HI/d			
Materia Prima	Cantidad	Precio (\$/U.M)	Importe (\$/año)	Materia Prima	Cantidad	Precio (\$/U.M)	Importe (\$/año)
Miel orgánica t/año	2 079,00	92,00	191 268,00	Miel orgánica t/año	2029,57	84,16	170808,61
Concentrado de toronja (ton/año)	228,00	1 070,00	243 960,00	Agua (m ³ /año)	6409,34	0,53	3396,95
Levadura (Kg/año)	36,00	4,00	144,00	Levadura (Kg/año)	7020	3,96	27799,20

Tabla 5. Valor de ingreso de los productos.

Destilería de 900HI/d				Destilería de 500HI/d			
Producto	Cantidad	Precio (\$/U.M)	Importe (\$/año)	Producto	Cantidad	Precio (\$/U.M)	Importe (\$/año)
Alcohol Orgánico (HL/año)	5 789,0	91,00	526 800,60	Alcohol orgánico (HL/año)	4 373,1	75	327 982,4
				Cabezas (HL/año)	189,72	32	6 071

Tabla 6. Costo Total de Producción Costos Totales de Producción al 100 % de capacidad.

Destilería de 900HI/d			Destilería de 500HI/d		
Gastos Generales		23 930,72	Gastos Generales		66 939,80
Costos Totales de Producción (sin Depreciación)		523 124,29	Costos Totales de Producción (sin Depreciación)		707 836,19

De acuerdo a la evaluación de los indicadores económicos mediante la metodología planteada por ²⁵, los cuales están en correspondencia con este tipo de planta en cuanto a su factibilidad teniendo en cuenta la venta del producto principal.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la evaluación de los indicadores para el estudio de la factibilidad.

Tabla 7. Resultados de los Indicadores de la factibilidad de la Inversión

	Destilería de 900HI/d	Destilería de 500HI/d
Indicador	Valor	Valor
Valor Actual neto (VAN)	\$ 12 965,04	\$ -59 42 967,65
Tasa de Rendimiento Interna (TIR)	61,90 %	-
Período de Recuperación al descontado (PRD)	Menor de un año	-

En las figuras 2 y 3 se muestra el comportamiento del Plazo de Recuperación al Descontado (PRD) en un período de tiempo de 10 años para el primer escenario y segundo escenario respectivamente.

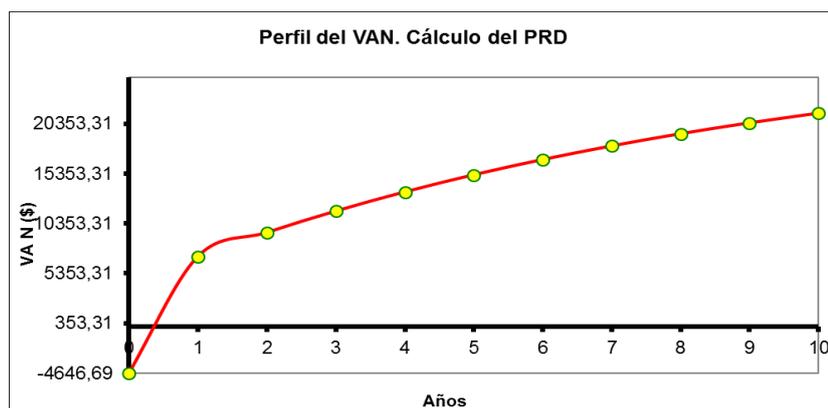


Figura 2. Determinación del Plazo de Recuperación al Descuento (PRD) en el escenario medio

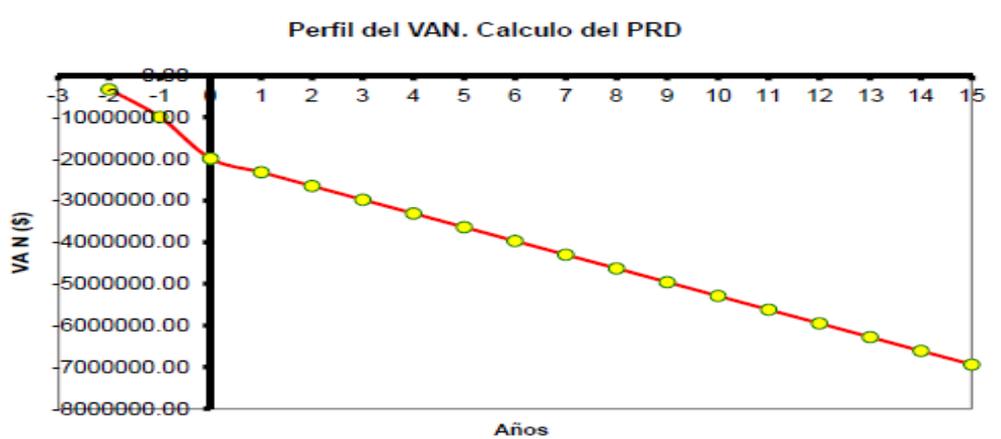


Figura 3. Determinación del Plazo de Recuperación al Descuento (PRD) en el escenario medio

Discusión

de los resultados obtenidos comparando los dos escenarios, puede apreciarse que la planta de 900 HI/d va hacer la más rentable de la cual se puede concluir que tiene un VAN > 0, por lo que el proyecto sujeto a estudio es factible, pues es capaz de generar suficiente ingreso indirecto (por concepto de ahorro) que permite pagar la inversión y los costos de operación. La Tasa Interna de Retorno es igual a 61,90 %, valor mayor que la tasa de descuento, pero además es superior al criterio de aceptación para este indicador de rentabilidad establecido en $TIR \geq 16 \%$, lo que propicia la aceptación del proyecto. El período de recuperación de la inversión no llega al año. No obstante, la tecnología de 500HI/d lleva un mayor equipamiento con respecto a la primera y además como no se conoce el precio real de venta del etanol orgánico se realiza un estudio de sensibilidad aumentado este valor de venta por lo cual la planta será rentable en cinco años con un precio de 250 \$/HI.

Conclusiones

Los productos orgánicos mantienen un sostenido crecimiento en el consumo mundial, siendo los países desarrollados los mayores consumidores de estos productos por lo que se abren oportunidades de mercado para la diversificación, lo que permite presentar nuevos proyectos.

La factibilidad económica en la condición de la tecnología de 900HI/d arrojó que la inversión es favorable, puesto que el VAN es de \$ 12 965,04, la TIR es de 61,90 %, la inversión puede ser recuperada en menos de un año luego de puesta en marcha la producción de alcohol orgánico.

En caso de la tecnología de 500 HI/d, se determinan los costos totales de inversión y producción, siendo de \$ 995 451,60 y 707 836,19 \$ anuales respectivamente. El estudio de factibilidad muestra que la inversión no es factible para el precio \$ 75 por unidad.

Referencias

1. [Buedo, Mayelin.](#) Las Producciones Orgánicas como Oportunidades de Negocio para el Central Carlos Baliño, Enfermería [Online], 2011, vol. 33. Available: <http://www.rdalyc.org/pdf/1052/105215401002>.
2. Tucker, J., Introducción a la Norma Final de Fortalecimiento del Cumplimiento Orgánico (SOE por sus siglas en ingles), USDA Agricultural Marketing Service (AMS) National Organic Program (NOP), 2023.
3. Organic Food Production Act.(OFPA), Subcapítulo M: Disposiciones de la ley de producción de alimentos orgánicos, 2021 www.ecfr.gov. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Bu%C5%A1%C4%87%20A%5BAuthor%5D>
4. Orozco, S. Manual para familias productoras: certificación orgánica. Paso a paso. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, 2011 Materiales de extensión no. 7
5. Calderón, A. G., Morata, A. y Vejarano, R., Bioconversion and effect of metabolic inhibitors on secondary metabolites production during alcoholic fermentation, 2019,
6. [Arijana Bušić](#), [Nenad Mardetko](#), [Semjon Kundas](#), [Galina Morzak](#), [Halina Belskaya](#), [Mirela Ivančić Šantek](#), [Draženka Komes](#), [Srđan Novak](#), and [Božidar Šantek](#) ,Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review. Food Technology and Biotechnology 56 (3) 289-311 (2018) Review ISSN 1330-9862. doi: 10.17113/ftb.56.03.18.5546
7. Ojeda, R. Propuesta de introducción de la tecnología de obtención de alcohol orgánico en la destilería del CAI "Heriberto Duquesne". Tesis de Grado Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, 2005. <https://1library.co/subject/destileria-de-heriberto-duquesne>
8. FLOOR, S., Tamaño del mercado de bebidas alcohólicas y análisis de acciones tendencias de
9. crecimiento y pronósticos [Online], 2023.
10. García, R. Cultivo mixto en el desarrollo de la fermentación para la producción de alcohol orgánico. Tesis de Grado, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, 2006.
11. González, M. V. M., Sosa, C. D., Durán, J. C., & Echarte, C. O., Uso de concentrados cítricos en la fermentación alcohólica con mieles orgánica del central «Carlos Baliño», . 2016, Informe técnico confidencial.
12. Sosa, E., Estudio de la etapa de Fermentación de la producción de etanol orgánico. Vol. 9 No.3. 2024, <https://search.crossref.org/search/works?q=1390-9355&from ui=yes>
13. Rodríguez Ovalle, A. Evaluación de una propuesta tecnológica para la obtención de etanol orgánico en la destilería “Santa Fe”, perteneciente a la UEB Derivados “Heriberto Duquesne”. Tesis de Grado, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba, 2016. <https://1library.co/document/yevr9d0z-evaluacion-propuesta-tecnologica-obtencion-destileria-perteneciente-derivados-heriberto.html>.
14. Leonard, G. H., Fermentation of Wood Sugars to Ethyl Alcohol, 1945.

15. Correa, Y., Rodríguez, I., & Gallardo, I.. Primeros estudios sobre la obtención de alcohol orgánico o ecológico. Centro Azúcar, Vol. 32, No. 1, 2005, pp 30-38.
16. Gomez, A., Estudio de la etapa fermentativa para la obtención de etanol orgánico con las condiciones de las destilerías cubanas”, Tesis de Grado, Universidad Central "Marta Abreu " de Las Villas, Cuba, 2024.
17. Montero Oviedo, K. “Estudio de una alternativa tecnológica para la producción de etanol orgánico”. Tesis de Grado, Universidad Central "Marta Abreu " de Las Villas, Cuba, 2019. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/19/>
18. Saura, G., artínez, G., & Valdéz, I., Memorias de VI Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña. La Habana, junio, 13-16, (2000).
19. Suárez-Machín, Caridad; Garrido-Carralero, Norge Antonio; Guevara-Rodríguez, Carmen Amarilys. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 50, No 1, enero-abril, 2016, pp. 20-28.
20. Quiroz, H. O., Parámetros óptimos de concentrado de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) y su efecto en la vitamina C. PAKAMUROS, 2023, <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/180>
21. Sosa, D., Propuesta de modificación tecnológica para la producción de alcohol orgánico en la destilería Alcoholes Finos de Caña SA., 2018, Universidad de Cienfuegos Sede “Carlos Rafael Rodríguez”.
22. Penín, E., Propuestas de alternativas de mejoras tecnológicas en la destilería ALFIC S.A (Tesis de Maestría), 2016, Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas, Santa Clara.
23. Luna, R. y CHaves, D., Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos, 2012.
24. Berrizbeitia, A. C. & Mondino, D., Estudio de factibilidad económica financiera para la creación de un restaurante de comida saludable en el Municipio Chacao, 2016, Estado Miranda.
25. Suárez, D. P., Chariguaman, D. A. N., Espín, R. N. y Silva, A. M. C.. Estudio de Factibilidad económica como herramienta en la determinación de la rentabilidad para la implementación de la producción y comercialización de frutas oriundas de la amazonía en almíbar en la ciudad de Puyo, 2019, Infinite Study.
26. Peters, M. S., y Timmerhaus, K. D. (2003). Plant Design and economics for Chemical Engineers (Five Edtion).

Citación: Sosa-Gómez¹, E. Gallardo-Aguila¹, I. De Armas-Martínez, A. Adaptación de la tecnología de producción de etanol con características orgánicas en dos destilerías cubanas. 2025. Volumen 10. Número 1. DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.3

Recibido: 12 diciembre 2024 Aceptado: 4 enero 2025 Fecha de Publicación 15 de marzo 2025

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

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



Durante los últimos 8 años, la Estación Experimental Central de la Amazonia del INIAP ha revolucionado la producción de cacao en la región amazónica ecuatoriana mediante sistemas agroforestales que mejoran la salud del suelo, aumentan la biomasa y secuestran carbono, superando las prácticas tradicionales.

Estas innovaciones están transformando la economía local y protegiendo el medio ambiente.

EL NUEVO
ECUADOR
RESUELVE

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias

EL NUEVO
ECUADOR

Secretaría de
Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación

4 Concepción pedagógica de la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Pedagogical conception of the development of research competence in the Medicine program at the Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

M. Sc. Denise Contreras Zapata

Universidad Andina Simón Bolívar, Bolivia; dennycz@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0001-7912-7095>

DOI. 10.70373/RB/2025.10.01.4

Abstract

A paragraph of about 200 words maximum: for research articles, abstracts should give a pertinent overview of the work.

Articles, Reviews and Brief Communications must be prepared with an unstructured abstract to summarise the paper's essential features logically and concisely.

The abstract should be an objective representation of the article. It must not contain results not presented and substantiated in the main text and should not exaggerate the main conclusions.

Keywords: concepción pedagógica; formación de competencia investigativa.

Introducción

A finales del siglo XX e inicios del XXI, se incorpora el modelo de formación por competencias como una propuesta con la que se pretende lograr que los estudiantes adquirieran formas combinatorias del saber; es decir, movilizar múltiples conocimientos especializados ¹. Se trata de un término polisémico y dinámico; en constante reconstrucción.

El enfoque de formación centrado en competencias se presenta como una vía efectiva para alcanzar la calidad esperada en los graduados universitarios. Este modelo se basa en la recopilación y análisis de las reflexiones y conclusiones de investigadores tanto a nivel nacional como internacional. Según Tejeda y Sánchez, esta tendencia se aplica actualmente para lograr un balance entre la formación académica y las oportunidades de empleo.²

La autora de esta investigación toma de Tejeda y Sánchez el hecho de reconocer que la competencia investigativa a formar en los estudiantes de medicina, constituye una competencia transversal. En este enfoque, los conocimientos relacionados con la investigación científica se combinan y se vinculan con los saberes básicos y generales que se incluyen en el currículo de la carrera ². Desde la perspectiva de la socioformación, las competencias son procesos integrales que permiten actuar ante diversas actividades y problemáticas en la vida personal, en la comunidad, en la sociedad, en el medio ambiente, en el ámbito laboral, en la ciencia, en organizaciones, en el arte y en la recreación.

La investigación en los estudiantes de Medicina, como un componente central en su formación, tiene como objetivo desarrollar competencias que les permitan: pensar de manera crítica y creativa, abstraer, analizar, discernir y sintetizar información; abordar un objeto de conocimiento utilizando las categorías teóricas de las diferentes disciplinas; contrastar y validar conocimientos para aplicarlos en situaciones prácticas; contextualizar las técnicas de investigación; identificar, plantear y resolver problemas; buscar, procesar y analizar información de diversas fuentes; así como formular y gestionar proyectos.

El estudiante de Medicina no se limita a un rol puramente asistencial; también se prepara para desarrollar competencias en todas las áreas en las que puede desempeñarse un profesional de la salud. Esta formación lo convierte en el motor principal de cambio y en la base para la continuidad de las actividades de una Institución de Educación Superior.

El reto de la formación por competencias en Medicina radica en educar a los estudiantes para comprender la relación entre la biología de la enfermedad y su contexto social, la salud individual y pública, la medicina clínica y comunitaria, así como la comunicación humana y la ciencia y tecnología médicas.

Las competencias, debido a sus particularidades, han sido analizadas desde enfoques filosóficos contrarios, uno materialista que sitúa en el núcleo de la competencia la actividad práctica y el rendimiento, y otro idealista, que sostiene que la competencia solo se desarrolla a partir de saberes distantes de la práctica y, por lo tanto, la rechazan en sus conceptualizaciones atribuyendo, que pueden desarrollarse en el aula sin tener en cuenta el rendimiento.³

Desde la perspectiva psicológica, se consideran los elementos fundamentales del enfoque histórico-cultural de Vigotsky⁴. Esto implica que la actividad conjunta entre formadores y estudiantes, junto con una comunicación adecuada y un ambiente afectivo, es esencial para trabajar en la zona de desarrollo próximo (ZDP). Así, se busca cultivar en los futuros docentes los conocimientos, habilidades, intereses y características personales necesarios para fomentar la competencia investigativa. Es crucial también reconocer la relación entre los aspectos afectivos y cognitivos en la formación de dicha competencia, donde el docente desempeña un papel tanto de objeto como de sujeto, participando de manera activa y responsable en el proceso.

El proceso de formación en las universidades de medicina debe adaptarse a los avances rápidos y constantes en ciencia y tecnología, lo que requiere una transformación profunda de los enfoques pedagógicos tradicionales. La educación médica convencional, centrada en la transmisión unidireccional de conocimientos, ya no es suficiente frente a los desafíos del contexto actual, ya que no promueve las habilidades necesarias para afrontar los cambios continuos en la medicina⁵. Por ello, es crucial que los programas educativos se orienten hacia metodologías más flexibles y creativas, que fomenten el aprendizaje activo y el uso de nuevas tecnologías, a la vez que prioricen el desarrollo de competencias investigativas, como el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas complejos. Este enfoque no solo mejorará la capacidad de los futuros médicos para mantenerse al día con los avances científicos, sino que también los capacitará para abordar de manera más integral los retos clínicos, generando nuevos conocimientos y adaptándose de forma continua a las innovaciones en la medicina.⁶

Este modelo renovado no solo capacitará a los médicos para enfrentar problemas complejos en su práctica profesional, sino que también les brindará las herramientas necesarias para la investigación, un aspecto crucial en el contexto actual, donde la innovación y la evidencia científica son fundamentales para el cuidado de la salud. En este sentido, la integración de la formación clínica y la investigación se configura como un pilar esencial de la educación médica moderna. Para alcanzarlo, es indispensable que los docentes no solo posean un conocimiento profundo de su disciplina, sino también habilidades investigativas, ya que ellos desempeñan un rol clave en guiar a los estudiantes en este proceso.

Aunque los modelos educativos han experimentado importantes transformaciones en los últimos 25 años, aún es necesario seguir adaptándolos a las demandas del siglo XXI, para que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido tanto en la práctica clínica como en el ámbito investigativo. Solo así se logrará formar una nueva generación de médicos que, además de estar preparados para enfrentar los

retos de la salud global, contribuyan activamente al avance de la medicina a través de la investigación y la innovación.

En Bolivia se llevan a cabo investigaciones pedagógicas en esta dirección, específicamente en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, donde el médico general o especialista, que se forma está llamado a ser un profesional con competencias para desarrollarse científica, académica y gerencialmente; que practique su profesión con valores éticos, priorizando los problemas dominantes de la salud y las necesidades sociales de la población boliviana en el marco de las políticas de salud. Sin embargo, se ha constatado una pobre participación de los estudiantes en investigaciones, siendo prácticamente nula en los dos primeros años de la carrera; las actividades prácticas que se realizan en las asignaturas no proporcionan al alumno una imagen adecuada de la experimentación ni de la investigación científica y los trabajos de cursos, proyectos, así como algunos trabajos de culminación de estudio carecen de un enfoque científico adecuado.

Lo cual evidencia que el desempeño de los estudiantes no cumple con las demandas y exigencias actuales en el campo investigativo, o sea, no se desarrolla el modo de actuación que se corresponde con un médico de los tiempos actuales. Se devela, por tanto, una contradicción dada entre las exigencias sociales que demanda el desempeño de los estudiantes de Medicina para garantizar la atención médica a la población y las exigencias del proceso de formación del médico.

Se plantea como objetivo del trabajo elaborar una concepción pedagógica de la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Desarrollo

I. La Concepción Pedagógica como resultado del proceso de investigación

Varios autores han aportado a la definición de concepción pedagógica, como resultado del proceso de investigación. Entre ellos se pueden citar a:

Márquez, la define como “la manifestación de un conjunto de conceptos científicos, que sustentan un proceso educativo de naturaleza integral y contextual, que se impulsa mediante leyes pedagógicas, asegurando la relevancia de tal proceso”.⁷

Valle, la identifica como “el conjunto de metas, conceptos fundamentales o categorías de partida, principios que la respaldan, además de una descripción del objeto de estudio, destacando y aclarando aquellos elementos trascendentales que experimentan modificaciones al adoptar una perspectiva para examinar el objeto o fenómeno en análisis”.⁸

Barrera piensa que la concepción es “la representación teórica de una realidad o problema dado, conforme a la perspectiva específica que se tenga sobre el tema, adopta un carácter específico dependiendo del enfoque que se adopte al contenido en sí mismo”.⁹

Estos autores sostienen que es esencial integrar un sistema de fundamentos científicos que expliquen la realidad del objeto desde una perspectiva histórica, así como las regularidades generales del fenómeno, lo que facilitaría la planificación de acciones futuras. En sus definiciones, se pueden identificar elementos comunes como: un sistema, un conjunto de ideas o enfoques sobre un aspecto particular de la realidad objetiva, así como el acto de concebir y el análisis de fenómenos u objetos de esta realidad. Mientras que autores como Moreno; Hernández; Herrera y Guzmán coinciden en la estructura de la concepción pedagógica, posiciones teóricas, las particularidades en su finalidad y los niveles de enseñanza para su aplicación.¹⁰⁻¹³

Se identifica una similitud en la organización de las concepciones teóricas dentro de las ciencias pedagógicas, las cuales reflejan tanto la naturaleza como el contenido de su objeto de estudio. Así, el desarrollo de estas concepciones implica “... haber adquirido una visión integral y abarcadora del proceso docente educativo, lo que significa imaginar, en un modelo ideal, cómo debería llevarse a

cabo este proceso (...) en otras palabras, la concepción pedagógica implica la elaboración de un modelo específico para cumplir ciertos objetivos”.¹⁰

En relación con la estructura, los objetivos, los fundamentos, los principios y los requisitos para la acción, así como los resultados de su aplicación y ejecución, se coincide en que se trata de ideas, perspectivas u opiniones organizadas a través de componentes interrelacionados, basadas en principios teóricos específicos de un área del conocimiento. De esta manera, se considera la concepción pedagógica como un sistema, de acuerdo con las relaciones que se forman entre sus diferentes componentes.

Guzmán la considera como un sistema organizado de componentes teóricos y prácticos que orientan la actividad docente metodológica, considerando la participación de estudiantes, profesores y grupo de estudiantes ¹³. La autora toma como referente a Hernández quien refiere a la concepción pedagógica como “un sistema de ideas relacionadas entre sí, con sus respectivas deducciones metodológicas fundamentadas en la teoría pedagógica” ¹¹. La autora considera que la concepción es una representación teórica de una problemática, atendiendo a la visión de cada sujeto, la que impone un carácter determinado según se aborde el contenido y conlleva a implementar acciones que transfiguren la realidad.

Desde el punto de vista sistémico, la concepción pedagógica tiene estructura y funciones, integrándose los componentes según la figura siguiente (ver figura 1)

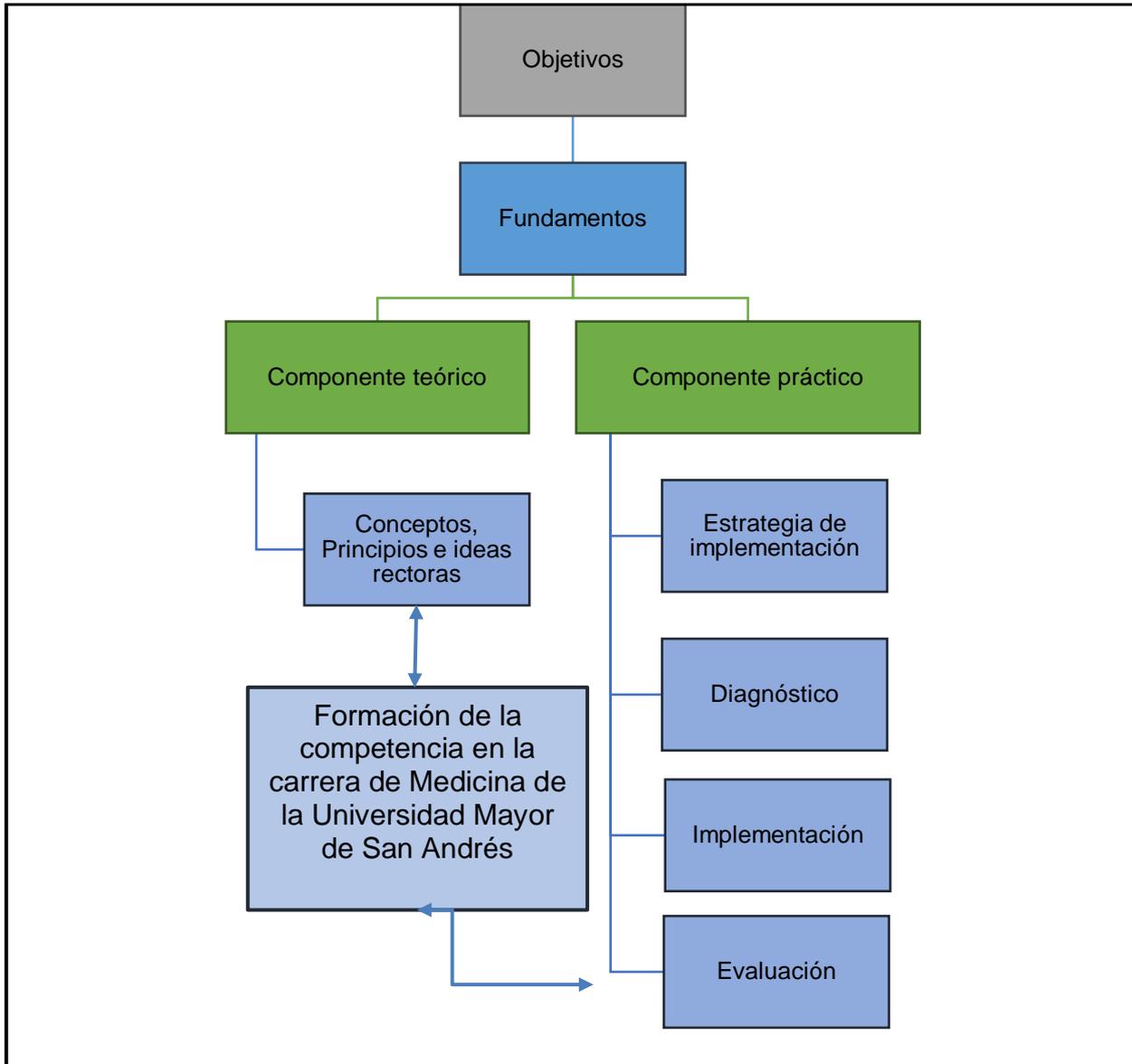


Figura 1: Concepción pedagógica de la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés

II.1 Descripción de los Componentes de la Concepción Pedagógica

El propósito de la formación de competencias investigativas en los estudiantes de Medicina es capacitarlos para abordar problemas de salud mediante la investigación científica en este ámbito. Para lograrlo, es esencial que utilicen métodos clínicos y epidemiológicos a lo largo de las clases, la educación práctica, el internado rotatorio y el diseño de proyectos. Además, deben fomentar su independencia y creatividad, lo que contribuirá al fortalecimiento de sus habilidades intelectuales, así como a la formación de un comportamiento fundamentado en altos valores y un sólido compromiso social.

La concepción que se propone representa, desde las ciencias pedagógicas, el proceso de formación de la competencia investigativa en el estudiante de Medicina y en su elaboración se han tomado en cuenta referentes teóricos desde distintos ámbitos de las ciencias.

Como fundamentos filosóficos se apoya en la teoría del conocimiento científico¹⁴ y su idea del desarrollo en espiral. Tanto la concepción teórica como la estrategia deben conllevar a una representación del proceso investigativo del Médico. Los estudiantes deben adquirir conocimientos a través de la investigación, y a partir de ellos construir nuevos saberes y desarrollar un conjunto de habilidades para la investigación. En este sentido, los futuros profesionales de la medicina, van del fenómeno a su esencia, de lo abstracto a lo concreto, de la contemplación viva al pensamiento abstracto y para ello deben utilizar métodos y procedimientos de investigación científica, que tienen sus basamentos en la Dialéctica.

Desde lo sociológico, encuentra sustento en la concepción desarrolladora de la educación, al considerar al estudiante como protagonista de su desarrollo y de la transformación social y se reconoce la influencia que la formación investigativa ejerce sobre el desarrollo individual, social¹⁵ y profesional del estudiante. Se reconoce la relevancia de la comunicación y las relaciones interpersonales en el proceso de formación investigativa del estudiante, connotando la significación de los roles del profesor, el estudiante, el equipo de trabajo, el grupo y el contexto; así como los vínculos que se establecen entre estos durante el proceso de aprehensión de los saberes requeridos para una práctica de la investigación médica pertinente y contextualizada.

Asimismo, se connota el valor del aprendizaje experiencial en función de la generación de cambios en la persona y en su entorno y se denota su utilidad para fomentar la disposición hacia la actividad investigativa, en concordancia con la satisfacción de los intereses y necesidades profesionales de los estudiantes y el valor que posee para transformar el contexto y facilitar el establecimiento de vínculos con el mismo.¹⁶

Desde la psicología se asumen los presupuestos del enfoque histórico cultural, al considerarse al proceso de formación investigativa como actividad social resultante de la aprehensión de la cultura de la profesión a través de la práctica investigativa, por medio de las relaciones y la comunicación entre los sujetos implicados en un contexto determinado⁴. Se resalta el rol mediador del profesor, como orientador y guía en la aprehensión de saberes relativos a la investigación médica y la noción de zona de desarrollo próximo, a partir de la cual es posible pautar los procedimientos para formar la competencia investigativa en el estudiante de Medicina y establecer niveles de ayuda, en atención al carácter complejo e individual del proceso de formación de la competencia.

Se distinguen los aportes de Pérez en torno a la necesidad de potenciar la intencionalidad para investigar en el estudiante, a partir de la significación personal que adquiere la posibilidad de solucionar problemas profesionales con base en la apropiación de una cultura investigativa.¹⁷

Desde el punto de vista pedagógico, además, la concepción teórica y su instrumento práctico (la estrategia), deben tomar de base, en primer lugar, los referentes sobre la formación y el desarrollo de competencias. Se asume el enfoque socioformativo, al considerar que la competencia investigativa tiene que ser intencionada en el proceso formativo como una competencia de carácter profesional, genérico y de vital importancia para el Médico y que se sustenta en el desempeño, a partir del empleo de proyectos, que resuelvan problemas reales.

Se toma el carácter transformador y contextualizado del proceso formativo¹⁸ y la naturaleza compleja, sistémica, dialéctica, consciente y social de la formación del profesional, en función de educar a las nuevas generaciones, a través de la actividad y la comunicación¹⁹⁻²¹. Se concuerda con la idea que un enfoque formativo interdisciplinario es una vía idónea para el logro de desempeños profesionales exitosos.

Se toma de Richard sus críticas a la enseñanza de la investigación centrada en cursos, la cual debe formar parte de la formación integral del alumno y, como tal, no debe circunscribirse solo a ellos, sino que debe constituir un eje transversal que sea enfatizado por todos los docentes.²²⁻²⁴

Se parte del modelo de formación de competencias y de la definición de competencias de Tobón²⁵. La investigación se posiciona en la metodología de proyectos formativos en consonancia con los

postulados del propio Tobón, donde se establecen cuatro ejes mínimos: Direccionamiento, Planeación, Actuación y Comunicación.

Por otra parte, se tiene en cuenta los niveles de dominio, grados o ámbitos de complejidad de desarrollo de las competencias, los cuales se establecen en relación con la amplitud, la profundidad y la familiaridad, lo que implica que a medida que se avanza de un nivel a otro, aumentan los retos que debe afrontar la persona, los saberes y sus formas de articulación. Se consideran cinco niveles de dominio: preformal, receptivo, resolutivo, autónomo y estratégico.

Desde la Metodología de la Investigación en Ciencias Médicas, se parte del respeto a la diversidad teórico metodológica existente y de la necesidad del posicionamiento crítico del estudiante al respecto. Se reconoce el valor de todos los métodos, técnicas e instrumentos elegidos o creados por el investigador, en tanto se respete la relación epistemología-metodología-praxis en la resolución de un problema profesional del contexto. Se adopta el método del círculo lógico de la investigación científica ²⁶ como eje planificador de la asignatura y permite concientizar al estudiante sobre el rol social de la ciencia y hacerlo vivenciar la lógica de investigar, difundir y divulgar como motor de desarrollo social, cultural, científico y económico de país.

El componente teórico de la concepción pedagógica que se modela para la formación de la competencia investigativa en estudiantes de Medicina consta de conceptos esenciales, principios e ideas rectoras.

Principios de la concepción pedagógica

- Planificación del sistema actividad-comunicación con una proyección consciente y holística hacia el desarrollo de la competencia investigativa.
- El carácter científico, interdisciplinario y transdisciplinario de la formación de competencias investigativas y su integración con las experiencias anteriores.
- Enfoque integral de la concepción teniendo en cuenta la competencia investigativa como configuración psicológica compleja.

Ideas rectoras

- La formación de la competencia investigativa en el estudiante de la carrera de Medicina desde una perspectiva socio histórica.
- Concepción participativa, dialógica en la formación de la competencia investigativa en el estudiante de la carrera de Medicina y formativa de la evaluación del aprendizaje.

III Descripción de la Competencia Investigativa en el estudiante de Medicina

La concepción pedagógica que se modela es una representación teórica de la formación de la competencia investigativa, tiene como objetivo representar el proceso desde aquellos elementos que propicien el adecuado proceso de formación de la competencia, utilizando las categorías o elementos estructurales de la concepción. La concepción pedagógica del proceso de formación de la competencia investigativa en estudiantes de Medicina comprende aquellos elementos que favorecen la formación de dicha competencia.

Para la comprensión de los elementos que la conforman y las relaciones que se establecen entre los mismos, resulta necesario la descripción estructural conceptual de la competencia objeto de análisis. La misma se realizará teniendo en cuenta los criterios y ejemplos que ofrece Tobón ²⁵. Para lo cual se consideran aspectos tales como su identificación, explicación, los problemas contextuales que esta aborda, los indicadores o criterios de desempeño (utilizando ejes procesuales) y las evidencias en las que se sustenta el desempeño.

Identificación de la competencia: Competencia investigativa en estudiantes de Medicina.

Descripción: el estudiante de Medicina aborda problemas de salud en su entorno utilizando una metodología de investigación específica, con el objetivo de generar conocimientos que tengan un impacto significativo en la realidad. Este proceso incluye la integración de saberes previos, el trabajo en equipo y un enfoque en la ética profesional.

Explicación: esta competencia implica la ampliación, generación o mejora de conocimientos a través del método científico y el uso de métodos clínico y epidemiológico para resolver problemas de salud de manera efectiva, ética y con calidad, en respuesta a las necesidades de la sociedad. Todo esto se lleva a cabo con un firme compromiso hacia valores éticos y responsabilidad social.

Problemas contextuales:

- ¿Cómo contribuir a que los estudiantes generen nuevos conocimientos, metodologías y/o tecnologías para dar solución a problemas de salud en el perfil del Médico?
- ¿Cómo incentivar el carácter transformador en el desempeño investigativo del Médico en formación?
- ¿Cómo favorecer el trabajo colaborativo entre los estudiantes y los nexos inter y transdisciplinarios en el proceso de formación investigativa del estudiante de Medicina con énfasis en su competencia investigativa?
- ¿Cómo estimular la utilización de métodos de investigación que favorezcan la reflexión, la lógica, la creación, la experimentación y solucionar problemas de la profesión, con bases científicas?
- ¿Cómo contextualizar los saberes filosóficos, epistemológicos, metodológicos y técnicos instrumentales de la Medicina en función de la solución de problemas profesionales?
- ¿Cómo consolidar los elementos generales del proceso de investigación científica a los elementos particulares de la profesión médica?
- ¿Cómo vincular los componentes académico, laboral e investigativo en el proceso de formación del médico para lograr un desempeño investigativo pertinente?
- ¿Qué estrategias pudieran implementarse para garantizar una formación investigativa transformadora, pertinente y contextualizada en el estudiante de Medicina?
- ¿Cómo llevar los resultados de la investigación a otros contextos o aplicaciones prácticas médicas?
- ¿Cómo lograr la participación activa y colaborativa del estudiante en investigaciones vinculadas a la solución de problemas profesionales?

Criterios de desempeño:

A partir de la sistematización teórica de la competencia investigativa y los fundamentos teóricos asociados a su formación, se definen los siguientes ejes procesuales (junto con sus respectivas descripciones) para evaluar el desempeño investigativo de los estudiantes de Medicina.

Eje procesual 1: Diseño de la investigación para la resolución de problemas profesionales.

Este eje se centra en la integración y coherencia de los elementos que deben considerarse al planificar un proceso de investigación, culminando en el diseño metodológico. Supone Identificación del objeto de estudio y comprensión del proceso investigativo.

- Se refiere a la capacidad de los estudiantes para identificar y comprender el objeto de estudio y el contexto de la investigación.
- Promueve una visión integral del proceso investigativo, usando el método científico como marco para guiar todo el estudio.
- Los estudiantes deben ser capaces de definir claramente el problema de investigación y comprender las etapas que componen el proceso, desde la formulación de hipótesis hasta la interpretación de los resultados.

Eje procesual 2: Gestión del conocimiento y la información para la resolución del problema de la investigación.

Este eje enfatiza la importancia de organizar y gestionar adecuadamente la información para validar el problema de investigación. Incluye la selección de los métodos adecuados para recopilar datos, como la elección de casos de estudio, técnicas y procedimientos. También es esencial el uso de herramientas

tecnológicas, como software especializado, para procesar y analizar los datos de manera eficaz y precisa. La correcta gestión de la información es crucial para garantizar que los resultados obtenidos sean sólidos y útiles.

Eje procesual 3: Participación en el proceso de investigación con carácter transformador, de forma colaborativa y actuación ética.

El tercer eje pone el foco en la colaboración y en la aplicación ética durante la investigación. Los estudiantes deben participar activamente en las distintas etapas del proceso de investigación, actuando de manera transformadora y alineada con los principios éticos de la medicina. Esto incluye aspectos como la prevención, promoción, diagnóstico e intervención, siempre considerando el impacto social y la mejora de la salud. La colaboración interdisciplinaria también es fundamental, ya que el trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos enriquecen la calidad de la investigación.

Eje procesual 4: Generalización de los resultados de la investigación.

El último eje se centra en la capacidad de los estudiantes para generalizar los resultados obtenidos en su investigación a otros contextos o casos similares. También aboga por la difusión de estos resultados, promoviendo su publicación en revistas académicas y su transferencia a la comunidad científica y profesional. La comunicación efectiva de los hallazgos es crucial para que estos tengan un impacto más allá del entorno académico, contribuyendo al desarrollo del conocimiento y la mejora de las prácticas en el ámbito de la salud. Se procede a establecer los indicadores específicos derivados de cada eje procesual, en términos de desempeños:

Eje procesual 1: Diseño de la investigación para la resolución de problemas profesionales.

- a) Gestiona información de manera eficiente sobre el problema de la investigación, a través de la consulta de fuentes bibliográficas actualizadas. Reconocer en una situación problemática desde la consulta de fuentes y sus saberes como profesional en formación la existencia de un problema científico profesional.
- b) Identifica problemas científicos profesionales asociados a la salud (prevención, promoción, diagnóstico, intervención).
- c) Elige una postura teórica y metodológica que sirve de sustento a la estructuración, organización y ejecución de la investigación, con vista a la solución del problema identificado.
- d) Elabora el diseño de la investigación con carácter integrador.

Eje procesual 2: Gestión del conocimiento y la información para la resolución del problema de la investigación.

- a) Elige métodos y técnicas que faciliten el abordaje del problema y su solución, integrando la ciencia y la tecnología.
- b) Organiza todos los aspectos necesarios para implementar los métodos, técnicas e instrumentos seleccionados.
- c) Reúne, documenta y procesa los datos obtenidos que son fundamentales para la investigación.
- d) Emplea procedimientos estadísticos y herramientas informáticas para el procesamiento de los datos.
- e) Interpreta la información de acuerdo a los referentes epistemológicos de la investigación.
- f) Realiza un análisis integral y sistémico de la información obtenida que le permite extraer conclusiones

Eje procesual 3: Participación en el proceso de investigación con carácter transformador, colaborativo y actuación ética.

- a) Diseña un proyecto de investigación o innovación que tenga un enfoque transformador y esté alineado con el diagnóstico del problema identificado, utilizando una metodología adecuada para la presentación de proyectos.
- b) Organiza y sistematiza la información generada durante el proceso, aplicando un método que se ajuste a los objetivos y al alcance de la investigación.
- c) Lleva a cabo un proyecto de investigación, abordando de manera proactiva y estratégica las dificultades que surgen, realizando las adaptaciones necesarias para alcanzar los resultados esperados. Se apoya en el trabajo colaborativo para la planificación y ejecución de tareas.

- d) Aplica los métodos, técnicas e instrumentos, acorde a las buenas prácticas médicas y a las etapas del proceso de investigación científica.
- e) Evalúa la calidad y resultados de las tareas profesionales ejecutadas mediante la constatación de las transformaciones logradas, a través de la aplicación de vías seleccionadas a estos fines.
- f) Actúa de manera ética en todas las etapas del proceso de investigación, de acuerdo con la naturaleza del proyecto y los códigos de ética, tanto de la investigación como de la profesión.

Eje procesual 4: Generalización de los resultados de la investigación.

- a) Elabora el informe de investigación o memoria escrita utilizando un lenguaje científico adecuado para la profesión y siguiendo las normas de redacción científica.
- b) Comparte los resultados de la investigación a través de diversas plataformas, como ponencias, videos y artículos, asegurándote de abordar el problema, la metodología, los resultados y las conclusiones obtenidas.
- c) Mantiene una postura consciente y ética al defender la perspectiva teórico-metodológica que has elegido.
- d) Expresa las actitudes y valores desarrollados durante el proceso de investigación a través de la defensa del informe de investigación (disposición para la investigación, responsabilidad, autonomía, independencia cognoscitiva, trabajo colaborativo, actitud ética y transformadora).
- e) Transfiere de forma creativa los resultados, experiencias y los saberes adquiridos durante el proceso de investigación realizado a la solución de nuevos problemas profesionales en diferentes contextos.

Finalmente, se presentan las evidencias necesarias para validar los criterios de desempeño, mencionados anteriormente.

Evidencias requeridas:

- Informe escrito sobre la planificación del trabajo de investigación, que incluye un cronograma con las actividades y fechas de cumplimiento.
- Informe escrito del diseño de la investigación.
- Presentaciones orales parciales que muestren la ejecución del trabajo en etapas.
- Informe final de la investigación completada.
- Registros que documentan el uso de métodos, pruebas e instrumentos analíticos aplicados.
- Certificados o reconocimientos que demuestren la participación en eventos científicos estudiantiles u otros.
- Avales de empresas o instituciones que muestren la resolución del problema.
- Publicaciones que difundan los resultados de las investigaciones realizadas.

IV. Dinámica de la formación de la competencia investigativa del estudiante de Medicina

Los métodos empíricos, son mecanismos de estudios basados en las experiencias, que toman en cuenta todos los elementos presentes dentro de esta investigación en relación a la causa y efecto de la estrategia pedagógica para la formación y el desarrollo de la competencia investigativa. Serán los siguientes: métodos de observación científica, de medición y método cualitativo – cuantitativo.

En 1997, Richard ²⁷ presentó un método y una técnica como estrategia de enseñanza y modalidad de aprendizaje, específicamente diseñado como un método pedagógico para integrar la investigación, así como la gestión, la extensión y la docencia, abarcando áreas como la pedagogía, la didáctica, la oralidad y la creatividad ³¹. Este enfoque se aplicó principalmente en carreras con un perfil claramente investigativo, como Biología y Medicina, en Argentina. Su implementación inicial fue exitosa en un proyecto piloto en las Carreras de Arqueología, Profesorado y Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Tucumán. Posteriormente, tras la publicación del método, fue adoptado por otras carreras, como Odontología y Medicina, en diversas universidades argentinas ²⁷. Desde entonces, el método ha experimentado cambios significativos basados en las retroalimentaciones de estudiantes y docentes a lo largo de los años, así como en su aplicación en diferentes contextos.

En este caso se desarrollará una estrategia pedagógica a partir de la idea original ²⁷ modificada al contexto educativo de la universidad boliviana, ²⁸ pero considerando el contexto internacional de inserción regional (Mercosur Educativo) y mundial (Índices y ranking, internacionales WRWU y SCImago). El método será implementado a través de un manual de aplicación surgido de los resultados del diagnóstico y las encuestas.

La propuesta se trata de una estrategia pedagógica, cuya base troncal descansa en el constructivismo y paradigma productivo ²⁷. Se contextualiza con elementos de conocimiento significativo y filosofía pedagógica constructivista ^{29,30}, estimulando y promoviendo el estudio independiente y autodidacta y lo que ello implica. Se adapta a través del desarrollo de estrategias de enseñanza y experiencias de aprendizaje que fomentan la dinámica de grupos, trabajando en grupos permanentes, lo cual es clave para el éxito del método.

Esto se lleva a cabo en el contexto de un evento científico formal, siguiendo lineamientos internacionales. En cuanto a la evaluación, se realiza de acuerdo con las nuevas corrientes de evaluación y medición del rendimiento académico en el ámbito del MERCOSUR y otras normas internacionales. Este método se fundamenta en la idea que las actitudes (ser) y las habilidades prácticas (hacer) no pueden desarrollarse únicamente a partir de una asignatura específica en una carrera ni en un solo momento de la vida del estudiante. Más bien, deben estar presentes de manera transversal en todas las asignaturas y carreras para lograr un “saber hacer” efectivo (competencia), promoviendo el aprendizaje a través de la práctica y la vivencia ³¹. Así, el componente actitudinal del perfil profesional que se plantea en todas las carreras se puede alcanzar solo de esta manera. El objetivo es permitir que los estudiantes vivan experiencias que reflejen una parte significativa de su futura vida profesional a lo largo de toda su carrera, lo que facilita la transición de estudiante a profesional titulado, minimizando el salto abrupto que implica este cambio.

La meta final es crear un profesional fructífero que se distinga por la calidad de su trabajo en técnicas de producción creativa e intelectual, más allá del aumento. Esto significa que, al finalizar sus estudios, los graduados deben contar con competencias y habilidades desarrolladas, ejercitadas y bien afianzadas. Para lograrlo, es esencial que la formación educativa estimule todas sus potencialidades y promueva la flexibilidad cognitiva necesaria para que puedan adaptarse al complejo entorno cultural, productivo y social que caracteriza a la sociedad actual.

Luego, este método tiene por objeto transversalizar, bajo la forma de currículum actitudinal, principalmente el desarrollo, y afianzamiento, los siguientes componentes actitudinales: Investigación científica (como eje central), epistemología, socialización, capacidad de gestión y autonomía, respeto académico y políticas de reconocimiento, sentido de identidad y pertenencia, autoestima, responsabilidad, histórica, directiva primaria, cultura, ética, geografía, DDHH, autocrítica, ambiente, creatividad, pedagogía, democracia, legislación²⁷. La idea es utilizar el círculo lógico de la investigación científica como eje planificador de una asignatura, acorde a un manual compartido con los estudiantes/participantes²⁹. A lo largo de la misma se sucederán los diferentes momentos de dicho círculo (figura 2).

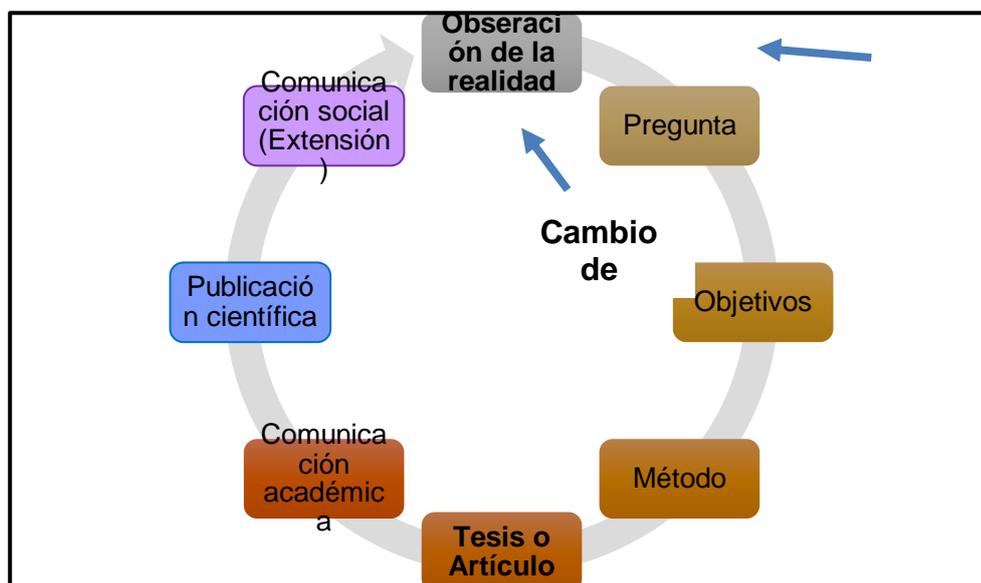


Figura 2. - Círculo lógico de la investigación científica (Modificado de Richard y Contreras 2014).

Finalmente, los estudiantes/participantes organizarán un evento académico (Simposio) donde defenderán en forma oral y pública frente a un tribunal de pares externo (para precautelar la imparcialidad en la evaluación) un trabajo (paper) de investigación realizado a lo largo de la asignatura. La metodología para organizar el evento se encontrará en el manual, siguiendo los lineamientos estándar de eventos académicos internacionales. Esto incluirá el cierre del evento con la entrega de certificados a los ponentes y expositores.

Conclusiones

La propuesta de concepción pedagógica sobre la formación de competencias investigativas en los estudiantes de Medicina es un enfoque nuevo y necesario para la enseñanza médica actual. Combina teoría y práctica, integra conocimientos, habilidades, actitudes y valores, y contextualiza el aprendizaje. Estos aspectos enriquecen la formación de futuros médicos, ya que la medicina no solo necesita conocimientos técnicos, sino también una comprensión de los contextos sociales y culturales en los que se aplica. Además, el uso del círculo lógico de la investigación científica y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son grandes ventajas de este enfoque, ya que preparan a los estudiantes para enfrentar los retos de la medicina moderna, que requiere manejar grandes cantidades de información y trabajar en equipos interdisciplinarios.

Referencias

1. González, Y. (2017). ¿Cómo evaluar la competencia investigativa desde la responsabilidad social universitaria? *Revista Cubana Educación Superior*, 2, 4-13. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v36n2/rces01217.pdf>

2. Tejeda, D. R., & Sánchez del Toro, P. R. (2012). La formación basada en competencias en los contextos universitarios (Libro electrónico). *Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior*, Universidad de Holguín. ISBN: 978-959-16-0961-8.
3. Aguiar, G., & Rodríguez, L. (2018). La formación de competencias pedagógicas en los docentes universitarios. *EDUMECENTRO*, 10(2), 141-159. <https://doi.org/10.31836/edumecentro.v10i2.2234>
4. Vigotsky, L. S. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
5. Cook, D. A., et al. (2019). Current perspectives in medical education: Strategies for improving clinical competence. *Journal of the American Medical Association*, 322(15), 1469–1477. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14047>
6. Norman, G., et al. (2023). Innovations in medical education and practice: The evolving role of technology. *Medical Education*, 57(1), 43–53.
7. Márquez, D. (2008). Concepción pedagógica del proceso de formación profesional de los estudiantes de la carrera de estudios socioculturales a través del modo de actuación. Estrategia para su implementación en la Universidad de Pinar del Río. (Tesis doctoral). Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca.
8. Valle, A. (2010). Algunos resultados científico-pedagógicos. Vías para su obtención. Ciudad de la Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, Ministerio de Educación.
9. Barrera, R. (2013). Concepción pedagógica del proceso de desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática: estrategia para su implementación en la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Pinar del Río. (Tesis doctoral, Universidad de Ciencias Pedagógicas de Pinar del Río, Pinar del Río).
10. Moreno, M. J. (2004). Una concepción pedagógica de la estimulación motivacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”.
11. Hernández, R. (2004). Concepción pedagógica para potenciar el desarrollo psicomotor en niños de tres a cinco años con discapacidad visual. (Tesis doctoral). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas-ICCP.
12. Herrera, G. (2014). Concepción pedagógica del proceso de formación de habilidades investigativas. *Revista de Ciencias Médicas*, 18(4), 639-652.
13. Guzmán, M. (2017). Concepción didáctica de competencias para profesores de castellano. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(22), 25-44. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722017000200025

14. Lenin, V. I. (1961). El materialismo filosófico. En *V. I. Lenin, Obras escogidas* (Vol. I, pp. 6-47). Editorial Progreso.
15. Blanco, A. (2003). Epistemología de la educación. Una aproximación al tema. En A. Blanco (Ed.), *Filosofía de la educación* (pp. 46-55). Pueblo y Educación.
16. Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). Recuperado de <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
17. Pérez, N. (2009). *El proceso de formación investigativa sistematizada en la educación superior* (Tesis doctoral). Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba.
18. Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. *Perfiles Educativos*, 24(97-98), 57-75. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/40427109>
19. Álvarez de Zayas, C. (1999). *La escuela en la vida*. Pueblo y Educación.
20. Fuentes, H. (2000). El proceso de investigación científica desde la teoría holístico configuracional. [Soporte digital]. CEES “Manuel F. Gran”, Universidad de Oriente.
21. Fuentes, H. (2008). La formación de profesionales en la contemporaneidad. Concepción científica holística configuracional en la educación superior. [Soporte digital]. CEES “Manuel F. Gran”, Universidad de Oriente.
22. Richard, E., & Contreras Z., D. I. (2014). El rol de la investigación universitaria en la descolonización e independencia académica: Lo que no se publica no existe. *UMSA Revista Tribuna Docente*, 2, 3-5.
23. Richard, E. (2017). Praxis profesional en la Universidad del siglo XXI: Ensayo. En Actas VI Evento Internacional “*La Universidad en el Siglo XXI*” (pp. 3-23). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
24. Richard, E. (2018). La investigación científica y la praxis profesional en la universidad del siglo XXI: Panorama de Bolivia y Latinoamérica. En L. Vargas Espinoza, J. Tinto Arandes, M. Florez Guzman, E. Herrera de Alvarado, & E. Gea Izquierdo (Comps.), *Avances e innovación en la administración y gerencia en salud* (pp. 69-85). CIDE Centro de Investigación y Desarrollo. ISBN: 978-9942-759-59-7.
25. Tobón, S. (2017). *Ejes esenciales de la sociedad del conocimiento y la socioformación*. Editorial Mount Dora (USA): Kresearch. <https://doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-18-2>. Disponible en: https://issuu.com/cife/docs/diccionario_conceptos_basicos
26. Richard, E., & Contreras Z., D. I. (2022). Vivenciar y entender el rol social de la ciencia como factor sinérgico de aprendizaje significativo de la investigación en la universidad. *En Grupos*

- de investigación en el espacio de la ciencia: Retos para los investigadores de América Latina* (pp. 96-111). Universidad de Guadalajara.
27. Richard, E. (1997). Propuesta de estrategia de enseñanza y modalidad de aprendizaje en carreras dirigidas a investigación y docencia. En V. M. Hanne (Ed.), *Investigaciones educativas* (pp. 175-178). Universidad Nacional de Salta.
28. CEUB (Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana). (2003). Documentos del X Congreso Nacional de Universidades. Cobija, Pando. Recuperado de http://www.ceub.edu.bo/academica/documentos/congresos/10_Congreso.pdf
29. Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 157-186). Alianza Editorial.
30. Serrano, J. M., & Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: Enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1). Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>
31. Tueros, A. L., & Galve, M. J. L. (2010). La estrategia didáctica vivencial aplicada en la enseñanza-aprendizaje de la salud en el trabajo. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(3), 1201–1228.

/ **Received:** [12 diciembre 2024] / **Accepted:** [4 febrero 2025] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Contreras-Zapata, D. Concepción pedagógica de la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 2025.Volumen 10, (No 1). DOI. 10.70373/RB/2025.10.01.4

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

5 Influencia de varios parámetros sobre la viabilidad, humectabilidad y recobrado del bionematicida HeberNem-S®

Influence of various parameters on the viability, wettability and recovery of HeberNem-S® bionematicide

Yunier Luis Paneque^{1,}, Jesus Zamora¹, Rutdali Maria Segura¹, Amaury Pérez Sánchez², Lourdes Mariana Crespo², Mirlleys Peláez¹, Nemecio González¹*

¹ Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología / Camagüey / Cuba;

Yunier Luis Paneque: yunier.paneque@cigb.edu.cu .ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6196-0425>

Jesus Zamora: jesus.zamora@cigb.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6227-1525>

Rutdali Maria Segura: ruthdaly.segura@cigb.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2821-154X>

Mirlleys Peláez: mirlleys.pelaez@cigb.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6190-111X>

Nemecio González: nemecio.gonzalez@cigb.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6996-0013>

² Universidad de Camagüey / Camagüey / Cuba;

Amaury Pérez Sánchez : amaury.perez84@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0819-6760>

Lourdes Mariana Crespo: lourdes.crespo@reduc.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4799-3447>

Correspondence: yunier.paneque@cigb.edu.cu

DOI: **10.70373/RB/2025.10.01.5**

Resumen

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la adición de sacarosa y la temperatura de salida del aire de secado en un secador por aspersión sobre la humectabilidad del bionematicida ecológico HeberNem-S®, con el fin de lograr que este producto en polvo cumpla con la norma internacional vigente. Ambos parámetros fueron posteriormente optimizados mediante el software Design Expert®. También se evaluó la influencia de la temperatura de salida del aire de secado y la aplicación de diferentes concentraciones de antiespumante DG-158 sobre la viabilidad, humectabilidad y recobrado

del polvo de HeberNem-S[®]. Se obtuvo un valor óptimo de la concentración de sacarosa de 1,2g/100 g de biomasa húmeda. El antiespumante DG-158 debe agregarse a la nueva formulación de HeberNem-S[®] con una concentración de 3,5% con el propósito de mejorar su humectabilidad. Se debe realizar el secado a la temperatura de salida del aire de 80 °C.

Palabras claves

HeberNem-S[®]; humectabilidad; sacarosa; viabilidad.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the addition of sucrose and the outlet temperature of the drying air in a spray dryer on the wettability of the ecological bionematicide HeberNem-S[®], in order to ensure that this powder product meets the current international standard. Both parameters were subsequently optimized using Design Expert[®] software. The influence of the drying air outlet temperature and the application of different concentrations of DG-158 antifoam on the viability, wettability and recovery of the HeberNem-S[®] powder were also evaluated. An optimal value of sucrose concentration of 1.2g/100 g of wet biomass was obtained. The antifoam DG-158 should be added to the new formulation of HeberNem-S[®] with a concentration of 3.5% in order to improve its wettability. Drying must be carried out at the air outlet temperature of 80 °C.

Keywords

HeberNem-S[®]; wettability; sucrose; viability.

Introducción

La humectabilidad es una propiedad funcional que representa el grado de humectación de un sólido, la cual es una propiedad funcional importante a considerar para la formulación exitosa de polvos humectarles en los sectores alimenticios, biotecnológicos y farmacéuticos ¹. Entre las consecuencias macroscópicas de los fenómenos nano- y microscópicos que ocurren en las interfaces fluido-sólido, esta es gobernada por el balance entre fuerzas adhesivas y cohesivas, representando la fuerza de ensamblaje de superficies diferentes e idénticas, respectivamente ². Cuando una cantidad de líquido (p. ej. gota de agua) establece contacto con una superficie porosa o no porosa (p. ej. sólido granular) su desplazamiento hasta que alcanza la posición de equilibrio depende de la fuerza resultante de las tensiones interfaciales en la línea de contacto de tres fases inmiscibles (sólido/líquido/gas). La humectabilidad de un polvo juega un rol crucial en el recubrimiento, la dispersión como etapa precursora a la disolución, y el procesamiento de polvo tales como granulación y otros usos prácticos ¹.

Son varios los estudios de humectabilidad efectuados hasta la fecha en donde se estudia este parámetro para diferentes productos, incluyendo leche descremada en polvo, chocolate en polvo, leche en polvo con elevado contenido de grasa, caseinato de sodio en polvo, aislado de caseína en polvo y harina de trigo ³; yogurt endulzado en polvo ⁴; leche de búfalo en polvo ⁵; leche descremada en polvo, leche entera en polvo, crema en polvo y concentrado de proteína de suero ⁶; queso blanco en polvo ⁷, y leche entera en polvo ⁸, sin embargo se reportan pocos estudios de humectabilidad de polvos que contienen microorganismos tales como probióticos, bionematicidas y biofertilizantes. Se estudió el desarrollo de una formulación en polvo humectable de *Bacillus thuringiensis* obtenida mediante secado por atomización, con propiedades físicas y biológicas mejoradas como bioinsecticida ⁹. Asimismo, se estudió un nuevo método de secado por atomización de dos cepas de Propionibacteria láctea (*Propionibacterium acidipropionici*), para luego monitorear la humectabilidad, entre otros parámetros físico-químicos, de los polvos obtenidos por tres años bajo dos temperaturas (4 °C y 21 ± 2 °C) ¹⁰. Existe un estudio realizado por varios de los autores de este trabajo ¹¹, donde se pudo determinar que el factor de mayor influencia en la humectabilidad del producto HeberNem-S[®] es la concentración de sólidos solubles del medio agotado, recomendando la adición de tanto lecitina de soya como antiespumante Glanapon para mejorar la humectabilidad de dicho producto.

El secado por aspersion es la transformación de una solución, suspensión, dispersión o emulsión de alimentación en una forma particulada seca a través de la aspersion del alimentado en un medio secante caliente. El producto seco puede tener la forma de polvos, gránulos o aglomerados en dependencia de las propiedades físicas y químicas del alimentado, el diseño del secador y las propiedades deseadas del polvo. Durante el proceso de secado el perfil de temperatura-tiempo de las gotas puede dividirse en dos períodos: a) período de velocidad constante (comienzo del secado), donde la temperatura de las partículas secadas por atomización y la inactivación del calor están limitadas por la temperatura de bulbo húmedo por el efecto de enfriamiento evaporativo, y b) período de velocidad descendente, donde la temperatura de las partículas secadas por aspersion se incrementa pero generalmente no alcanzan la temperatura de entrada del aire. Los factores más importantes a considerar para operar un secador por aspersion, y optimizarlo, son el caudal del alimentado, temperatura de entrada/salida del aire secante, viscosidad, contenido de sólidos, temperatura y tensión superficial del alimentado, así como la volatilidad del solvente y el tipo de atomizador utilizado ¹².

El secado por aspersion puede incrementar la ocurrencia de daño celular, ocasionando a su vez la perdida de la viabilidad del cultivo y alteraciones en la capacidad protectora de las células ¹³. En este sentido, el calor aplicado durante la primera etapa del secado por aspersion debe tener baja influencia

en la viabilidad celular. La gota se deshidrata rápidamente, creando por tanto una matriz pobre en agua alrededor de las células secadas por atomización. La consecuencia inmediata de esta etapa es la formación de una solución hipertónica inmediata la cual promueve la remoción de agua desde el citoplasma de la célula. Este flujo de salida abrupto de agua es característico del estrés osmótico el cual puede dañar las proteínas intracelulares y comprometer la organización de la membrana de lípido. También puede ocurrir daño mecánico en las células cuando estas pasan a través del atomizador del secador por aspersión, debido a las fuerzas de cizallamiento. Lo anterior también es reportado por ¹⁴, donde se indica que la exposición de las células a las altas temperaturas que presenta el aire en la cámara de secado por aspersión conducirá a efectos negativos en la viabilidad y actividad del producto deshidratado, indicando además que se cree que la deshidratación y choque térmico son los responsables de la inactivación de los microorganismos. Por tanto, resulta importante y significativo evaluar la viabilidad de cultivos de microorganismos después de haber sido deshidratados en sistemas de secado por aspersión.

Existen varios trabajos relacionados con la determinación de la viabilidad de microorganismos después de haber sido deshidratados mediante secado por aspersión. Los microorganismos estudiados fueron *Lactobacillus plantarum* TISTR 2075 usando maltodextrina como transportador ¹⁵; *Propionibacterium* spp contenido en polvo de permeado de suero dulce diluido en agua ¹⁰; *Lactobacillus acidophilus* estabilizado en un transportador compuesto por 60:20:20 (p/p) de maltodextrina: concentrado de proteína de suero: d-glucosa ¹⁶; *Lactobacillus plantarum* BM-1 en varios transportadores ¹⁴; *Lactobacillus pentosus* en una mezcla de almidón-pulque ¹⁷; *Lactobacillus rhamnosus* GG ¹⁸; *Collimonas arenae* Cal35 ¹⁹; y *Lacticaseibacillus casei* ²⁰.

HeberNem[®] es un producto biológico el cual es efectivo en el control de nemátodos de diferentes especies y géneros (*Meloidogyne* spp, *Radopholus similis* y *Pratylenchus* spp), siendo el ingrediente activo de este producto la bacteria Gram positiva *Tsukamurella paurometabola* cepa C-924, aislada a partir de la rizosfera de plantas de plátano. Es un bacilo de vida libre, aerobio estricto, ligeramente curvado (0,5 – 0,8 x 1,0 – 1,2 mm) que puede encontrarse de forma simple en pares o en masas. Su temperatura óptima es de 37 °C y es de crecimiento lento. Se clasifica como cepa de nivel 1 de riesgo biológico y no tiene efectos negativos sobre plantas, animales o el hombre ²¹. Esta bacteria produce sulfuro de hidrógeno y quitinasas, donde cuya acción se debe principalmente al efecto combinado nematicida de ambos elementos en los huevos y larvas de los nemátodos. La bacteria es formulada en la actualidad en dos presentaciones, la líquida (HeberNem-L[®]) y sólida o en polvo (HeberNem-S[®]), con el fin de retener su viabilidad y propiedades nematicidas.

Existen diversos los estudios realizados sobre la bacteria *Tsukamurella paurometabola*, específicamente en cuanto a la modelación matemática de la influencia del pH y la temperatura en la velocidad de crecimiento durante la fermentación sumergida ²²; el establecimiento del proceso de fermentación en sumergido en base al crecimiento diáuxico en extracto de levadura y sacarosa como sustratos ²³; su interacción con *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli CFH en el cultivo de frijol ²¹; su interacción con los hongos *Glomus fasciculatum* y *Glomus clarum* en la colonización micorrízica y el peso foliar en lechuga ²⁴; la determinación de las potencialidades de esta bacteria como agente de control biológico sobre siete especies de hongos fitopatógenos a través de ensayos *in vitro* ²⁵; y la determinación de algunos de los caracteres promotores del crecimiento vegetal de la bacteria, y la evaluación del efecto de esta cepa en el crecimiento de *Zea mays* L. en ausencia de nemátodos ²⁶. Por otro lado, se informó acerca de la encapsulación de esta bacteria en almidón, mediante la tecnología de secado por atomización, realizándose también un estudio de estabilidad del formulado obtenido a través de un método de estabilidad acelerada ²⁷. Igualmente, en ²⁸ se estudió la obtención de células anhidrobióticas usando tecnologías de secado por liofilización y por aspersión, obteniendo como resultado tasas de supervivencia superiores a 60% y el desarrollo de un modelo matemático para evaluar y predecir la estabilidad de las células bacterianas desecadas, lo cual condujo a recomendar la producción de formulaciones en polvo de *T. paurometabola* C-924.

El HeberNem-L[®] se ha probado con éxito en el control del nemátodo *Meloidogyne incognita* Chitwood y además en su participación en el crecimiento y desarrollo del tomate (*Solanum lycopersicum*) ²⁹. También, se reportan ³⁰ tres métodos para evaluar la actividad nematocida del bioproducto HeberNem[®] tanto líquido como sólido, frente a huevos y larvas de *Meloidogyne* spp., mostrando una inhibición de la eclosión de los huevos superior al 90% y una reducción de la supervivencia de las larvas del 52%, para la concentración de células de 5×10^6 ufc/mL.

Vale destacar que a partir del año 2019 el nombre del microorganismo *T. paurometabola* fue cambiado por *Brevibacterium celere* en base a un nuevo estudio de reclasificación de la cepa C-924. Lo anterior se efectuó de acuerdo con el análisis exhaustivo de datos experimentales, entre los cuales se incluyó la morfología celular, características fisiológicas y bioquímicas, y por último secuenciación de gen 16S rRNA bajo condiciones de laboratorio ³¹.

Se reporta además un estudio ³² en donde se evaluó la estabilidad de la bacteria *Brevibacterium celere*, ingrediente farmacéutico activo del producto HeberNem-S[®] según la nueva reclasificación mencionada en el párrafo anterior, a las temperaturas de 16, 28 y 37 °C sin aplicar vacío, obteniéndose como resultado un modelo matemático logarítmico-exponencial que permite estimar el grado de supervivencia de este microorganismo sin necesidad de efectuar experimentación.

La humectabilidad de un polvo humectable en agua debe ser menor de 3 minutos según las normas internacionales ³³. En este contexto, en el presente trabajo se evaluó la influencia de la adición de sacarosa y la temperatura de salida del aire de secado sobre la humectabilidad del polvo de HeberNem-S[®] para lograr que este producto cumpla con la norma internacional establecida. Ambos parámetros fueron posteriormente optimizados mediante el software Design Expert[®] 8.0.6 (Stat-Ease, Inc.). También se realizó una evaluación de la influencia de la temperatura de salida del aire de secado en el secador por aspersión sobre la viabilidad, humectabilidad y recobrado del polvo de HeberNem-S[®]. Por último, se procedió a evaluar la influencia de utilizar diferentes concentraciones de antiespumante sobre la humectabilidad y viabilidad del polvo de HeberNem-S[®]. Con el estudio de la influencia de los parámetros antes mencionados se obtendrá una formulación que cumpla con las normas internacionales vigentes en cuanto a humectabilidad.

Materiales y métodos

Lugar donde se llevaron a cabo los experimentos

Los experimentos se realizaron en la planta de desarrollo en la Planta de Desarrollo ubicada en el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camagüey, Cuba.

Determinación de la humectabilidad del polvo obtenido mediante secado por aspersión

La medición de la humectabilidad del polvo de HeberNem-S[®] obtenido en los diferentes experimentos se realizó siguiendo la metodología reportada en ³⁴.

Determinación de la viabilidad del polvo obtenido mediante secado por aspersión

La viabilidad de las diferentes muestras de polvo obtenido mediante secado por atomización se realizó por conteo en placas utilizando el método de la gota ³⁵.

Determinación del porcentaje de recuperación del polvo obtenido mediante secado por aspersión (Recobrado)

Para calcular el porcentaje de recuperación del polvo de secado (recobrado) se calcula primero la masa teórica de polvo (M_p) mediante la siguiente expresión:

$$M_p = V_s \cdot \frac{M_{sc}}{100} \quad (1)$$

Dónde:

V_s - Volumen a secar (L)

M_{sc} - Materia seca de la crema formulada a la entrada del secador (%).

Luego, se calcula masa del polvo a la salida (M_s):

$$M_s = M_{ps} \cdot \frac{Hr}{100} \quad (2)$$

Dónde:

Mps - Masa del polvo (kg)

Hr - Humedad residual del polvo (%).

El porcentaje de recobrado (% R) se calcula dividiendo la masa del polvo a la salida (M_s) entre la masa teórica del polvo (M_p) multiplicada por 100.

$$\%R = \frac{M_s}{M_p} \cdot 100 \quad (3)$$

En este caso, tanto la materia seca de la crema formulada antes de ser alimentada al secador como la humedad residual del polvo se determinaron en una balanza de humedad (Sartorius, MA 35).

Equipamiento utilizado

En todos los experimentos se utilizó un secador por aspersión (Anhydro, Compact) el cual está equipado con una bomba de flujo continuo para alimentar el fluido hacia el interior de la cámara de secado, un atomizador rotatorio para asperjar el fluido a secar, una ciclón colector y se le adiciono un intercambiador de calor tubular para precalentar el líquido formulado antes de ser secado ³⁶. El secador por aspersión opera con flujos de aire y alimentado en paralelo y sus principales parámetros de operación son controlados de forma automatizada ³⁷.

Experimento 1: Evaluación de la adición de sacarosa y de la temperatura de salida del aire de secado sobre la humectabilidad del polvo de HeberNem-S®

La concentración de sacarosa máxima correspondió con la empleada en la formulación actual, esto es, 3,3 g por cada 100 g de biomasa húmeda. A continuación, se muestran las condiciones aplicadas para llevar a cabo el experimento 1:

La pasteurización de la premezcla se efectuó a 95 °C durante 90 minutos con ayuda de un tanque enchaquetado de 50 L provisto de agitación (Chemap). La composición de la premezcla, en base seca de la formulación total, consistió en una concentración de antiespumante DG-158 de 2% de la crema a secar, una concentración de extracto de levadura de 73% de la crema a secar, una concentración de sacarosa de 0-3,3 g por cada 100 g de biomasa húmeda según diseño de experimento. La concentración de la biomasa seca fue de 25% de la crema a secar, la concentración de materia seca de la crema a secar fue de 40%. La temperatura de entrada del aire a la cámara de secado fue de 130 °C, la velocidad de rotación del atomizador rotatorio fue de 25 000 rpm, mientras que la temperatura de salida del aire de secado se varió entre 60-96,21 °C según diseño de experimento (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño de experimento del tipo superficie de respuesta elaborado para evaluar la influencia de la concentración de sacarosa y la temperatura de salida del aire de secado en el secador por aspersión en la humectabilidad.

Corrida	Concentración de sacarosa (g/100 g BH ¹)	Temperatura de salida del aire de secado (°C)
---------	---	--

1	0	60
2	1,65	96,21
3	1,65	53,79
4	3,98	75
5	-0,68	75
6	0	90
7	1,65	75
8	3,3	90
9	3,3	60

¹BH - Biomasa húmeda

Este tipo de diseño experimental incluye puntos fuera del rango propuesto que garantizan el ajuste del diseño. En la práctica la concentración de sacarosa de la variante 5 fue igualada a cero.

Experimento 2: Evaluación de la influencia de la temperatura de salida del aire de secado en el secador por aspersión sobre la viabilidad, humectabilidad y recobrado del polvo de HeberNem-S®

Para la realización de este experimento se utilizó la concentración de sacarosa optimizada mediante el experimento anterior. A continuación, se muestran las condiciones aplicadas para llevar a cabo este experimento:

La pasteurización de la premezcla se efectuó a 95 °C durante 90 minutos con ayuda de un tanque enchaquetado de 50 L provisto de agitación (Chemap). La composición de la premezcla, en base seca de la formulación total, consistió en una concentración de antiespumante DG-158 de 0,5% de la crema a secar, una concentración del extracto de levadura de 73% de la crema a secar, una concentración de sacarosa de 1,2 g por cada 100 g de biomasa húmeda. La concentración de biomasa seca fue de 25% de la crema a secar, Antes de realizar el secado se adiciona la concentración de antiespumante DG-158 de 1,5% de la crema formulada a secar, y la materia seca de la crema formulada a secar fue de 40%. Los valores aplicados de la temperatura de entrada del aire a la cámara de secado y la velocidad del atomizador rotatorio fueron de 130 °C y 25 000 rpm, respectivamente, mientras que la temperatura de salida del aire de secado fue fijada en 60 °C (control), 70 °C, 75 °C y 80 °C.

Las variables de respuesta evaluadas fueron la viabilidad, humectabilidad y recobrado. Con el fin de validar el punto óptimo se procedió a muestrear diferentes tiempos de espera del polvo en el reservorio colector de polvo acoplado al secador por aspersión industrial.

Experimento 3: Evaluación de diferentes concentraciones de antiespumante sobre la humectabilidad y viabilidad del polvo de HeberNem-S®

La concentración de sacarosa utilizada en este experimento se corresponde con la optimizada en el experimento 1. Tomando en cuenta que la nueva formulación cuenta con aproximadamente 3/4 partes de extracto de levadura, se convertirá su masa seca a biomasa húmeda multiplicando por 3. A continuación se describen las condiciones aplicadas para llevar a cabo este experimento:

La pasteurización de la premezcla se realizó a 95 °C durante 90 minutos utilizando un tanque enchaquetado de 50 L provisto de agitación (Chemap). La composición de la premezcla, en base seca de la formulación total, tuvo una concentración de antiespumante DG-158 de 0,5% de la crema a secar, una concentración del extracto de levadura de 73% de la crema a secar, y una concentración de sacarosa de 1,2 g por cada 100 g de biomasa húmeda. La concentración de biomasa seca fue de 25% de la crema a secar, la materia seca de la crema a secar fue de 40%, mientras que la concentración de antiespumante DG-158 empleada fue de 0; 0,5; 1,5; 3 y 4,5% de la crema a secar. Los valores aplicados de la temperatura de entrada del aire a la cámara de secado, la velocidad del atomizador rotatorio y la temperatura de salida del aire de secado fueron de 130 °C, 25 000 rpm y 80 °C, respectivamente.

Las variables respuesta a medir fueron la humectabilidad y viabilidad.

Resultados y discusión

Resultados de la evaluación de la adición de sacarosa y la temperatura de salida del aire de secado en el secador por aspersion sobre la humectabilidad

Para lograr obtener una humectabilidad menor de 3 minutos establecida en la norma ³⁴ para polvos humectables, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en ¹¹, se procedió a evaluar la sacarosa como aditivo y su efecto en la humectabilidad del polvo. La sacarosa es un aditivo utilizado en la formulación de HeberNem-S[®] como agente protector de membrana y estudios experimentales realizados demostraron que mejora las propiedades físicas del polvo ³⁸. Además, ciertas referencias bibliográficas ^{39,40} describen resultados satisfactorios en las propiedades físicas de productos obtenidos a partir del secado de microorganismos utilizando sacarosa en sus formulaciones. En la Figura 1 se puede observar el comportamiento de la humectabilidad del primer experimento realizado.

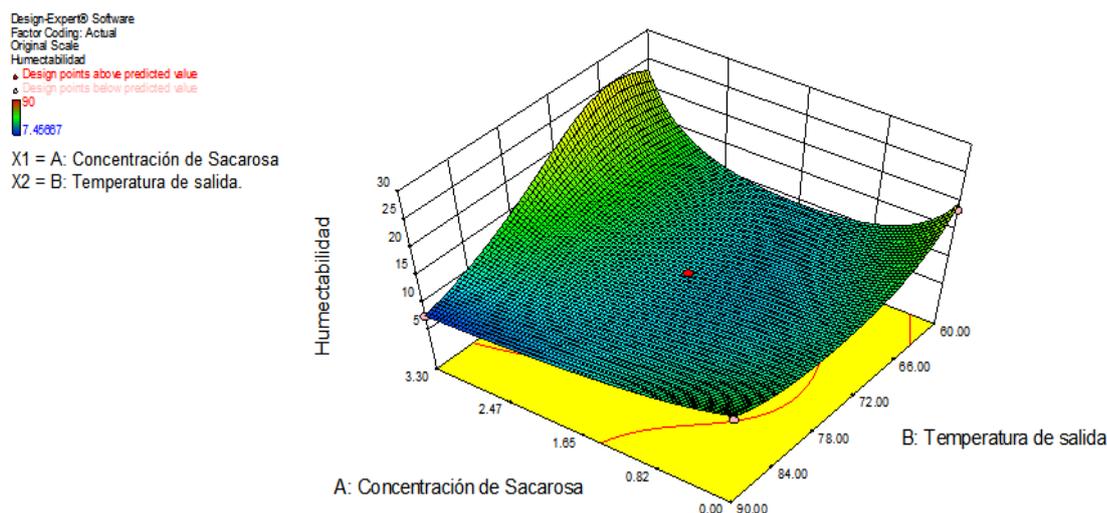


Figura 1. Gráfico de superficie de respuesta de la humectabilidad del producto sólido obtenido en función de la variación de la concentración de sacarosa y la temperatura de salida del aire de secado del secador por aspersion.

En todo el rango de temperatura evaluado se garantizan valores de humectabilidad mínima siempre y cuando la concentración de sacarosa se encuentre por debajo de 2 g/100 g de biomasa húmeda (BH). En tanto el comportamiento de la humectabilidad no se mantiene en los extremos del diseño evaluado. En el caso de mínima concentración de sacarosa y mínima - máxima temperatura de salida los valores de humectabilidad se incrementan. Un incremento superior en la humectabilidad ocurre cuando se evaluó las condición de control negativo del experimento, correspondiente a una concentración de sacarosa de 3,3 g/100 g de BH y una temperatura de salida de 60 °C que es la formulacion actual utilizada. La zona con los menores valores de humectabilidad se corresponden a una concentración de sacarosa entre 2,5 y 3,3 g/100 g de BH y una temperatura de salida de 90 °C.

Con los datos obtenidos de este experimento 1 se realizó una optimización numérica empleando el programa informático Design Expert®. El valor propuesto optimizado de concentración de sacarosa fue de 1,2 g/100 g de BH con un valor de temperatura del aire de salida de 73 °C. En la Figura 2 se pueden observar las restricciones gráficas, el valor fijado para cada parámetro y el ajuste de la optimización.

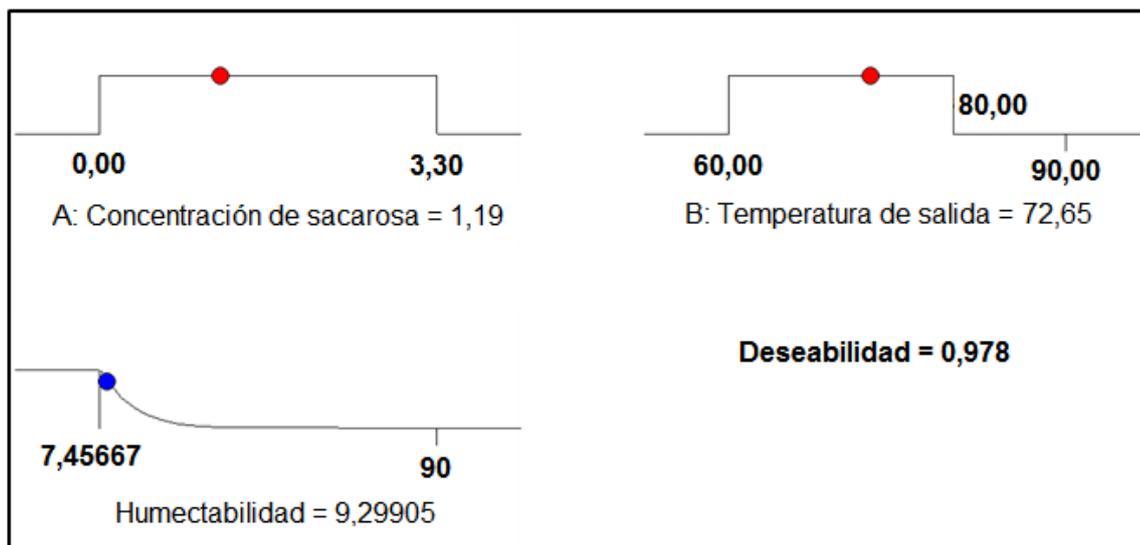


Figura 2. Optimización numérica del experimento 1 obtenida mediante el software *Design Expert*[®]. Teniendo en cuenta el resultado obtenido se procedió a realizar un experimento para evaluar el efecto de varias temperaturas de salida del aire del secador por aspersión en la viabilidad del ingrediente activo. El valor de sacarosa fijado permite variar las temperaturas de salida del aire y obtener un comportamiento similar en la humectabilidad.

Resultados de la evaluación de la temperatura de salida del aire de secado en el secador por aspersión y su influencia en la viabilidad, humectabilidad y recobrado

Resulta preciso recordar que la concentración de sacarosa utilizada en este experimento resultó la optimizada en el experimento anterior, es decir, 1,2 g/100 g BH. También se debe comentar que la cantidad de antiespumante añadida antes de la pasteurización de la suspensión de formulación fue de 0,5%. El resto del antiespumante (4,5%) se agregó antes de comenzar el proceso de secado. La Figura 3 muestra el comportamiento de la humectabilidad, recobrado y viabilidad para las diferentes temperaturas de salida del aire de secado evaluadas durante la formulación de HeberNem-S[®].

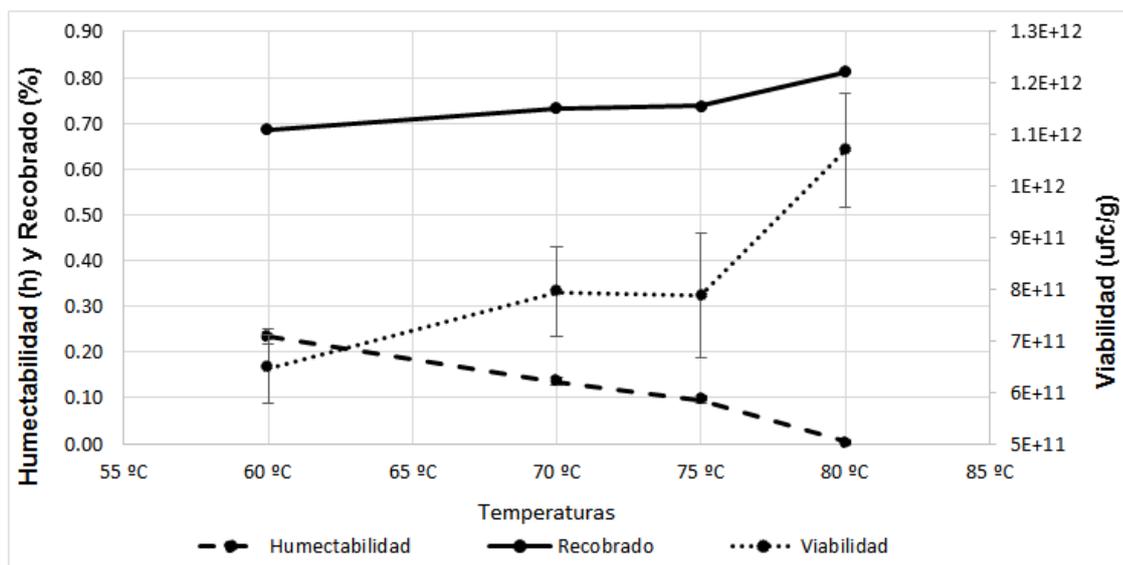


Figura 3. Comportamiento de la humectabilidad, recobrado y viabilidad en la evaluación de diferentes temperaturas de salida del aire de secado durante el secado de la formulación de HeberNem-S®.

El comportamiento del recobrado fue muy similar en las 3 primeras temperaturas, incrementándose ligeramente a los 80 °C. La mayor influencia de la temperatura de salida del aire de secado se observa en la humectabilidad y la viabilidad. En el caso de la humectabilidad se aprecia que existe una disminución de su valor desde los 14 min (0,23 h) para 60 °C hasta menos de 1 min para 80 °C. Este comportamiento se debe a la disminución de la humedad de los polvos provocada por el incremento de la temperatura de salida del aire de secado. Se puede verificar entonces que para una temperatura de salida del aire de secado de 80 °C la humectabilidad obtenida fue inferior al límite máximo de 3 min³⁴.

La viabilidad presenta un comportamiento inesperado, pero consistente, durante la realización del experimento, lo cual puede estar ocasionado por el efecto de encapsulación lograda con la mezcla del antiespumante DG-158 y la sacarosa como protector de la membrana celular, encontrándose esto descrito en la literatura⁴¹, en donde se utilizó la sacarosa como protector de la membrana celular. Esta variación en el flujo de entrada de la biomasa formulada al secador puede influir en la forma de secado y por consiguiente en la viabilidad final del producto. No obstante, se propone realizar una evaluación integral de las condiciones establecidas hasta el momento, para corroborar el ajuste de las condiciones fijadas individualmente.

Resultados de la evaluación de diferentes concentraciones de antiespumante sobre la humectabilidad y viabilidad del polvo de HeberNem-S®

La Figura 4 muestra el comportamiento de la humectabilidad del polvo de HeberNem-S® para las diferentes concentraciones de antiespumante utilizadas.

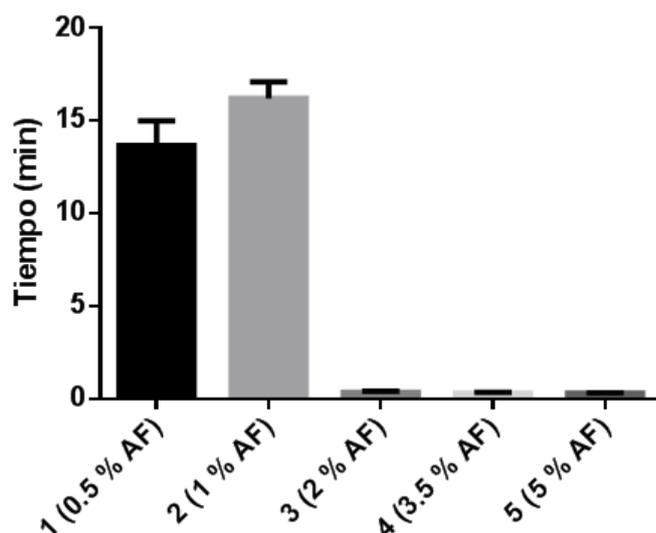


Figura 4. Comportamiento de la humectabilidad del polvo de HeberNem-S® para las diferentes concentraciones de antiespumante utilizadas.

Se puede apreciar que existe una disminución brusca de los tiempos a partir de una concentración de antiespumante del 2%, existiendo una diferencia significativa de las variantes 3, 4 y 5 con relación a las variantes 1 y 2. También se puede apreciar que en las variantes 3, 4 y 5 se obtienen valores de humectabilidad inferiores a los 3 min, los cual puede considerarse de favorable, cumpliendo así con el limite propuesto por la formulación de HeberNem-S® bajo estudio. En la Figura 4 se puede observar además que existe una zona sensible en la concentración de antiespumante entre 1% y 2%, por lo que, tomando en cuenta el desconocimiento de lo que ocurre con la humectabilidad en este intervalo, sería apropiado seleccionar un valor de concentración de antiespumante superior a 2% en la formulación bajo estudio.

Por último, la Figura 5 presenta el comportamiento de la viabilidad del polvo de HeberNem-S® para las diferentes concentraciones de antiespumante aplicadas. En las concentraciones de antiespumante de 3,5% y 5% la viabilidad es más baja, aunque se mantienen superiores al límite exigido de 1×10^{11} ufc/g.

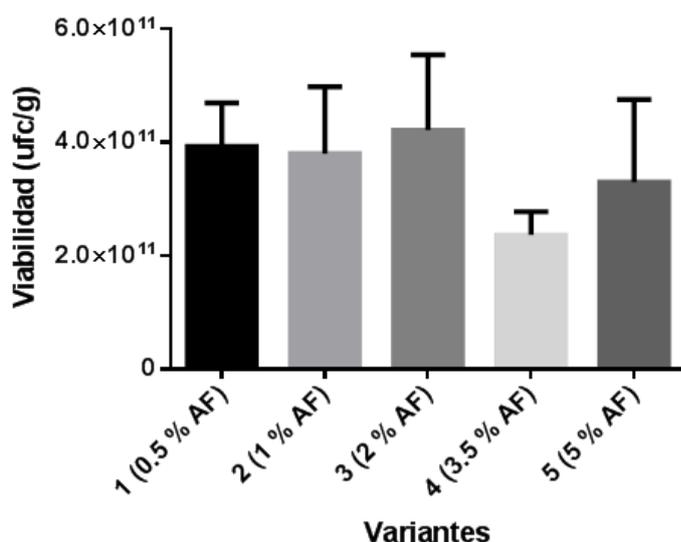


Figura 5. Comportamiento de la viabilidad del polvo de HeberNem-S® para las diferentes concentraciones de antiespumante empleadas.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se procede a establecer las siguientes conclusiones. La concentración de sacarosa actual 3,3 g por cada 100 g de biomasa húmeda afecta negativamente la humectabilidad del polvo obtenido. Se obtuvo un valor óptimo de sacarosa de 1,2 g/100 g BH y de temperatura de salida del aire de secado de 73 °C. Las concentraciones de antiespumante superiores a 2% garantizan niveles de humectabilidad inferiores a 3 min en la nueva formulación de HeberNem-S®, mientras que la viabilidad cumple con las especificaciones de calidad establecidas para todas las concentraciones de antiespumante utilizadas. Se sugiere una concentración de antiespumante de 3,5% para mejorar humectabilidad en la formulación estudiada.

Contribución de los autores: Conceptualización, Y. L. P. y J. Z.; metodología Y.L. P. y R. M. S.; software, Y. L. P. y M. P.; validación, M. P., Y. L. P. y J. Z.; análisis formal, Y. L. P., R. M. S., N. F.; investigación, Y. L. P., M. P y N. G.; curación de datos, L. M. C., N. G y J. Z.; escritura—preparación del borrador original, Y. L. P. y A. P. S; escritura—revisión y edición, A. P. S. y L. M. C.; supervisión, Y. L. P. y A. P.; Todos los autores han leído y concuerdan con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional: No aplica.

Declaración de consentimiento informado: No aplica.

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos of interés: Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

1. Ali MA, Coninck JD, Razafindralambo HL. Wettability of Probiotic Powders: Fundamentals, Methodologies, and Applications. *Wetting and Wettability - Fundamental and Applied Aspects*. London, UK: Intechopen; 2022.
2. Ravera F. The contact angle as an analytical tool. *Colloid and Interface Chemistry for Nanotechnology*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2016.
3. Fitzpatrick JJ, Salmon J, Ji J, Miao S. Characterisation of the wetting behaviour of poor wetting food powders and the influence of temperature and film formation. *KONA Powder and Particle Journal*. 2017;34:282-9. <https://doi.org/10.14356/kona.2017019>
4. Seth D, Mishra HN, Deka SC. Functional and reconstitution properties of spray-dried sweetened yogurt powder as influenced by processing conditions. *International Journal of Food Properties*. 2017;20(7):1608-11. <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2016.1214965>
5. Hammes MV, Englert AH, Noreña CPZ, Cardozo NSM. Study of the influence of soy lecithin addition on the wettability of buffalo milk powder obtained by spray-drying. *Powder Technology*. 2015;277:237-43. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.02.047>
6. Kim EH-J, Chen XD, Pearce D. Surface characterization of four industrial spray-dried dairy powders in relation to chemical composition, structure and wetting property. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2002;26(3):197-212. [https://doi.org/10.1016/s0927-7765\(01\)00334-4](https://doi.org/10.1016/s0927-7765(01)00334-4)
7. Koca N, Erbay Z, Kaymak-Ertekin F. Effects of spray-drying conditions on the chemical, physical, and sensory properties of cheese powder. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(5):2934-43. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9111>
8. Tian Y, Fu N, Wu WD, Zhu D, Huang J, Yun S, et al. Effects of Co-spray Drying of Surfactants with High Solids Milk on Milk Powder Wettability. *Food and Bioprocess Technology*. 2014;7:3121-35. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1323-9>
9. Teera-Arunsiri A, Suphantharika M, Ketunuti U. Preparation of Spray-Dried Wettable Powder Formulations of *Bacillus thuringiensis*-Based Biopesticides. *Journal of Economic Entomology*. 2003;96(2):292-9.
10. Schuck P, Dolivet A, Méjean S, Hervé C, Jeantet R. Spray drying of dairy bacteria: New opportunities to improve the viability of bacteria powders. *International Dairy Journal*. 2013;31(1):12-7. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.01.006>

11. Paneque YL, González N, Crespo LM, Zamora J, Segura RM, Pérez A. Influencia de aditivos en humectabilidad del bionemática HeberNem-S obtenido mediante secado por atomización. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. 2023;10(2):55-66. <https://doi.org/10.23850/24220582.5587>
12. Reyes VV. Comparative Viability of Spray Dried *Lactobacilli* Affected by Different Protective Agents and Storage Conditions. Louisiana, USA: Louisiana State University; 2017.
13. Cratiú MT, Martins E, Perrone ÍT, Freitas Rd, Queiroz LS, Carvalho AFd. Challenges associated with spray drying of lactic acid bacteria: Understanding cell viability loss. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021;20:3267-83. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12774>
14. Zhu Z, Luan C, Zhang H, Zhang L, Hao Y. Effects of spray drying on *Lactobacillus plantarum* BM-1 viability, resistance to simulated gastrointestinal digestion, and storage stability. *Drying Technology*. 2016;34(2):177-84. <http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2015.1021009>
15. Lapsiri W, Bhandari B, Wanchaitanawong P. Viability of *Lactobacillus plantarum* TISTR 2075 in Different Protectants during Spray Drying and Storage. *Drying Technology*. 2012;30:1407-12. <https://doi.org/10.1080/07373937.2012.684226>
16. Behboudi-Jobbehdar S, Soukoulis C, Yonekura L, Fisk I. Optimization of Spray-Drying Process Conditions for the Production of Maximally Viable Microencapsulated *L. acidophilus* NCIMB 701748. *Drying Technology*. 2013;31:1274-83. <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.788509>
17. Hernández Z, Rangel E, Castro J, Gómez CA, Cadena A, Acevedo OA, et al. Optimization of a spray-drying process for the production of maximally viable microencapsulated *Lactobacillus pentosus* using a mixture of starch-pulque as wall material. *LWT - Food Science and Technology*. 2018;95:216-22. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.075>
18. Broeckx G, Kiekens S, Jokicevic K, Byl E, Henkens T, Vandenheuvel D, et al. Effects of initial cell concentration, growth phase, and process parameters on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG after spray drying. *Drying Technology*. 2019;38(11):1474-92. <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1648290>
19. Kawakita R, Leveau JHJ, Jeoh T. Optimizing viability and yield and improving stability of Gram-negative, non-spore forming plant beneficial bacteria encapsulated by spray drying. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2021;44(11):2289-301. <https://doi.org/10.1007/s00449-021-02604-9>
20. Bommasamudram J, Muthu A, Devappa S. Effect of sub-lethal heat stress on viability of *Lactobacillus casei* N in spray-dried powders. *LWT - Food Science and Technology*. 2022;155:112904. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112904>

21. Marín M, Mena J, Chaveli P, Morán R, Pimentel E. Interacción de *Tsukamurella paurometabola* C-924 con *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli CFH en el cultivo de frijol. *Acta Agronómica*. 2013;62(1):52-8.
22. González N, Zamora J, Pérez C, Salazar E, Pérez E, Sánchez MdC, et al. Modelación de la influencia del pH y la temperatura en la velocidad de crecimiento de *Tsukamurella paurometabola* C-924. *Revista Cubana de Química*. 2010;XXII(3):26-9.
23. González N, Ramos L, Narciandi E, Mayo O, Zamora J. Tecnología de fermentación del agente biológico activo del bionematicida HeberNem[®]. *Revista Cubana de Química*. 2013;XXV(1):55-65.
24. Marín M, Mena J, Franco R, Pimentel E, Sánchez I. Effects of the bacterial-fungal interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Glomus fasciculatum* and *Glomus clarum* fungi on lettuce microrrizal colonization and foliar weight. *Biotecnología Aplicada*. 2010;27(1):48-51.
25. Marín M, Wong I, García G, Morán R, Rosa Basulto I, Pimentel E, et al. Actividad antagónica in vitro de *Tsukamurella paurometabola* C-924 frente a fitopatógenos. *Revista Protección Vegetal*. 2013;28(2):132-7.
26. Marín M, Wong I, Mena J, Morán R, Pimentel E, Sánchez I, et al. *Zea mays* L. plant growth promotion by *Tsukamurella paurometabola* strain C-924. *Biotecnología Aplicada*. 2013;30(2):105-10.
27. Hernández A, Zamora J, González N, Guerra D, Ríos R, Sánchez MdC, et al. Encapsulación del agente nematocida *Tsukamurella paurometabola* C-924, mediante secado por atomización. *Biotecnología Aplicada*. 2007;24(3-4):224-9.
28. Hernández A, Mena J, González N, Zamora J, Pimentel E, Salazar E, et al. Anhydrobiotic cells of the nematocidal agent *Tsukamurella paurometabola* C-924. *Biotecnología Aplicada*. 2009;26(4):339-41.
29. Fleitas M, Rodríguez O, Benítez T, Mena J, Mesa L. Evaluación de dosis de HeberNem para el control de *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de cultivos protegidos. *Centro Agrícola*. 2013;40(1):57-62.
30. Wong I, Somontes D, Rodriguez F, Morán R, González N, Pérez C, et al. Methods for determining the biological activity of nematocidal products. *Biotecnología Aplicada*. 2017;34(4):4301-4.
31. Yuguang Z, Lei S. Test and Identification Report. Beijing, China: Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences; 2017.

32. Paneque YL, González N, Crespo LM, Zamora J, Segura RM, Pérez A. Modelo matemático para predecir la estabilidad a temperaturas cercanas al ambiente de la bacteria *Brevibacterium celere* C-924. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*. 2023;13(2):367-79. <https://doi.org/10.19053/20278306.v13.n2.2023.16841>
33. FAO. *Manual sobre la elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO y de la OMS para plaguicidas*. 1ra ed. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); 2004.
34. CIPAC. 53.3 *Wetting of wettable powders*: Collaborative International Pesticides Analytical Council; 2021.
35. Herigstad B, Hamilton M, Heersink J. How to optimize the drop plate method for enumerating bacteria. *Journal of Microbiological Methods*. 2001;44:121–9.
36. Pérez A, Paneque YL, Ramos L, Zamora J, Crespo LM. Evaluation of a tubular heat exchanger for preheating a cell suspension of *Tsukamurella paurometabola*. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 2017;XVIII(5):331-40.
37. Regalón O, García J, Echevarría D, Herrera F, Paneque Y, Bardanca S, et al. Automatización integral del proceso de secado de bioproductos. *RIELAC*. 2015;XXXVI(2):1-14.
38. Leslie SB, Israeli E, Lighthart B, Crowe JH, Crowe LM. Trehalose and Sucrose Protect Both Membranes and Proteins in Intact Bacteria during Drying. *Applied and Environmental Microbiology*. 1995;61(10):3592–7.
39. Tang HW, Abbasiliasi S, Murugan P, Tam YJ, Ng HS, Tan aJS. Influence of freeze-drying and spray-drying preservation methods on survivability rate of different types of protectants encapsulated *Lactobacillus acidophilus* FTDC 3081. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 2020;84(9):1913–20. <https://doi.org/10.1080/09168451.2020.1770572>
40. Sompach G, Rodklongtan A, Nitisinprasert S, Chitprasert P. Microencapsulating role of whey protein isolate and sucrose in protecting the cell membrane and enhancing survival of probiotic lactobacilli strains during spray drying, storage, and simulated gastrointestinal passage. *Food Research International*. 2022;159:111651. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111651>
41. Bernabé-Allende A. La trehalosa y la sacarosa protegen a la membrana y proteínas de una bacteria intacta durante la desecación. Conferencia de la Asociación Poblana de Ciencias Microbiológicas (Zenodo). 2022:1-3. <http://doi.org/10.5281/zenodo.7023949>

Recibido: 12 diciembre 2024 Aceptado: 4 enero 2025 Fecha de Publicación 15 de marzo 2025

Citation: Luis Paneque-Díaz, Y ; Zamora, J., Segura, R., Pérez-Sánchez, A., Crespo-Zafra, L., Peláez, M, González, N. *Influence of various parameters on the viability, wettability and recovery of HeberNem-S® bionematicide*. 2025. Vol 10 No 1. DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.5

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



CENTRO ECUATORIANO DE BIOTECNOLOGÍA DEL AMBIENTE-CEBA

**“ENTIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”
ACREDITACIÓN SENESCYT - ACR-UNIDAD-24-5
17/06/2024**

<https://cebaecuador.org/>

inf.ceba@gmail.com

Cel. (+593) 99 579 7813

Ibarra/ Ecuador, 2024

13/9/2024

<https://cebaecuador.org/>

2



**Secretaría de
Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación**

6 Influencia del ácido piroleñoso de marabú en el control de la mosca blanca ((*Bemisia tabaci*) y el geminivirus (TYLCV) en tomate

The influence of marabou pyroligneous acid on the control of white fly (*Bemisia tabaci*) and the geminivirus (TYLCV) in tomato's crop

Adolfo Álvarez Rodríguez^{1*}, Alcibiades Morales Miranda², Eilen Rosa Lores Sánchez³

¹(Universidad de Holguín / Cuba / adolfoalvarezrod@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5989-2931>.)

²(Universidad de Holguín / Cuba / Holguín; morales@uho.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0002-8837-4028>.)

¹(Universidad de Holguín / Cuba / Holguín; loreseilen946@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-9672-214>

Correspondencia: adolfoalvarezrod@gmail.com

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.6

Resumen

La investigación se realizó en áreas de la granja hortícola “Brisas”, provincia Holguín en el periodo de diciembre a marzo del año 2024. Se utilizó el cultivo *Solanum lycopersicum* L. (tomate) donde se evaluó la influencia del ácido piroleñoso en la incidencia de la mosca blanca y el geminivirus (TYLCV). Las aplicaciones se efectuaron de forma foliar con dosis de 2 y 2.5 l ha⁻¹ a los 10 días después del trasplante, en el momento de la floración con un 10 % de esta y en la formación del fruto. Se empleó un marco de plantación de 1,40 m x 0,20 m y el diseño por bloque al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Entre los resultados alcanzados se resaltan que las plantas tratadas con ambas dosis superaron al control en la protección contra este insecto y el geminivirus. Obteniendo mayor efecto la dosis de 2,5 lha⁻¹.

Palabra claves: tomate; ácido piroleñoso; geminivirus; TYLCV, mosca blanca. *Bemisia tabaci*

Abstract

The research was conducted at the horticultural farm "Brisas" located in Holguín province, from December to march of the year 2024. It was used *Solanum lycopersicum* (tomato) where the influence of pyroligneous acid on the incidence of the white fly and the geminivirus (TYLCV). The applications were made on a leaf with doses of 2 and 2.5 l ha⁻¹ at 10 days after transplantation, at the time of flowering 10% of this and the fruit formation. A planting of 1.40m x 0.20 m and randomized block design with 3 treatments and 3 replications was used. Among the results achieved, it stands out that the plants treated with both doses surpassed the control in the protection against this insect and the geminivirus. Obtaining greater effect with the dose of 2.5 l ha⁻¹.

Keywords: Tomato; Pyroligneous acid; geminivirus;TYLCV; white fly; Bemisia tabaci

Introducción

El cultivo del tomate dentro de las hortalizas de frutas constituye a escala mundial más del 30 % de la producción hortícola. En nuestro país este cultivo es una de las principales hortalizas, pues del área total dedicada al cultivo de hortaliza ocupa el 50 %, debido a su importancia alimentaria y por su aporte de minerales, vitaminas y fitoquímicos indispensables para la dieta humana indispensables ². Según datos del MINAG ⁴ los países principales productores de este cultivo son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70 % de la producción mundial. Actualmente la producción de tomate a escala mundial es de 27,54 t/ha, fundamentalmente en los países de China, Turquía, EE.UU y Italia, en Cuba se obtienen producciones de 18 t/ha de este cultivo.

En los últimos años la obtención de elevados rendimientos se ha visto limitado por diferentes factores entre los que podemos citar: limitada existencia de técnicas eficientes de riego, suelos erosionados, precipitaciones mal distribuidas y alta incidencia de plagas y enfermedades ². Actualmente se trabaja en la implementación de tecnologías agroecológicas con diferentes propósitos y con resistencias a plagas enfermedades que afectan a los cultivos de importancia económica.

La búsqueda de nuevas alternativas como son las sustancias estimuladoras constituye una vía para contrarrestar los daños provocados a los cultivos hortícolas. Dentro de los productos estimuladores utilizados en Cuba tanto en sistemas de cultivos protegidos y no protegidos se encuentran el FitoMas-E, Liplant, Enerplant, Baifolan Forte, QuitoMax y el CTA Stymulant ³. En los últimos tiempos uno de los compuestos novelos empleado en la agricultura agroecológica de nuestro país es el ácido piroleñoso. El mismo es un líquido acuoso producido a partir de la pirolisis de biomasa como sub producto de la obtención de carbón, se obtiene por la condensación del humo generado durante la pirolisis de la biomasa de 450 °C - 600 °C, este líquido tiene un ahumado especial, el olor y el color son de amarillo claro a marrón ¹⁷. Investigaciones realizadas por Mohan et al. ¹² reportaron que el líquido piroleñoso respalda múltiples beneficios para la producción agrícola integral.

Teniendo en cuenta estos elementos y resultados obtenidos por otros autores, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del ácido piroleñoso de marabú en la incidencia del geminivirus en el cultivo del tomate.

Materiales and Métodos

La investigación se desarrolló en áreas de la granja hortícola “Brisas”, provincia Holguín durante la campaña de frío en el periodo de diciembre 2023 - marzo del año 2024. Para la misma empleó semillas

certificadas de la especie (*Solanum lycopersicum*), variedad Amalia procedentes de la empresa de producción de semilla del municipio de Holguín.

El suelo se preparó adecuadamente y el trasplante se realizó el 9 de diciembre del 2024 sobre un suelo Pardo Sialítico mullido sin carbonatos según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba ⁷. La distancia de plantación empleada para la siembra fue de 1,40 m x 0,20 m. Las labores se efectuaron según las normas técnicas establecidas para este cultivo. Al cultivo no se le aplicó ningún producto fitosanitario, solo el producto objeto de estudio para obtener así el resultado de su efecto en las variables evaluadas.

Los tratamientos consistieron en la aplicación del ácido piroleñoso con dosis de 2 lha⁻¹ a razón 10 ml por litros de agua y 2,5 l ha⁻¹ a razón de 12,5 ml por cada litro de agua y un testigo sin aplicación, sobre un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, formándose nueve parcelas. Cada una cuenta con 5,0 m de largo por 6.0 m de ancho para un área de 30 m² ¹⁵. Se mantuvo una separación de dos metros entre ellas como efecto de borde para evitar la influencia entre los tratamientos para un total de 83 plantas por parcelas y un cómputo de 964 plantas en el experimento, seleccionándose 33 plantas por parcelas para la muestra.

Las aplicaciones se realizaron de forma foliar en tres momentos del ciclo del cultivo (10 días después del trasplante, en el momento de la floración con un 10 % de esta y en la formación del fruto), las mismas se fraccionaron completando estas en todo su ciclo. Para la asperjación de los productos se utilizó una mochila Matabi de 16 litros de capacidad.

La evaluación del porcentaje de distribución e intensidad del geminivirus y el promedio de insecto, fue determinada mediante la metodología de señalización y pronóstico propuesta por ¹⁰. Los datos climáticos registrados en el desarrollo del experimento fueron tomados de la Estación Meteorológica de Velasco municipio de Holguín, cercana a la parcela experimental.

Los datos estadísticos se procesaron mediante el paquete estadístico ⁵, donde se les realizó la prueba de comparación múltiples de medias de Tukey ¹⁶.

Resultados

Los efectos que ejercen las dosis evaluadas sobre el promedio de mosca blanca se muestran en la figura 1, donde se puede apreciar, que la aparición de este insecto comenzó en todos los tratamientos a los siete días después del trasplante, observándose que a partir de las aplicaciones del ácido piroleñoso hubo una reducción significativa del número de mosca blanca. No así en las plantas no tratadas donde se evidencia una presencia de esta plaga en todo el ciclo del cultivo. Obteniendo un mejor efecto protector cuando se aplica la dosis de 2,5 l ha⁻¹.

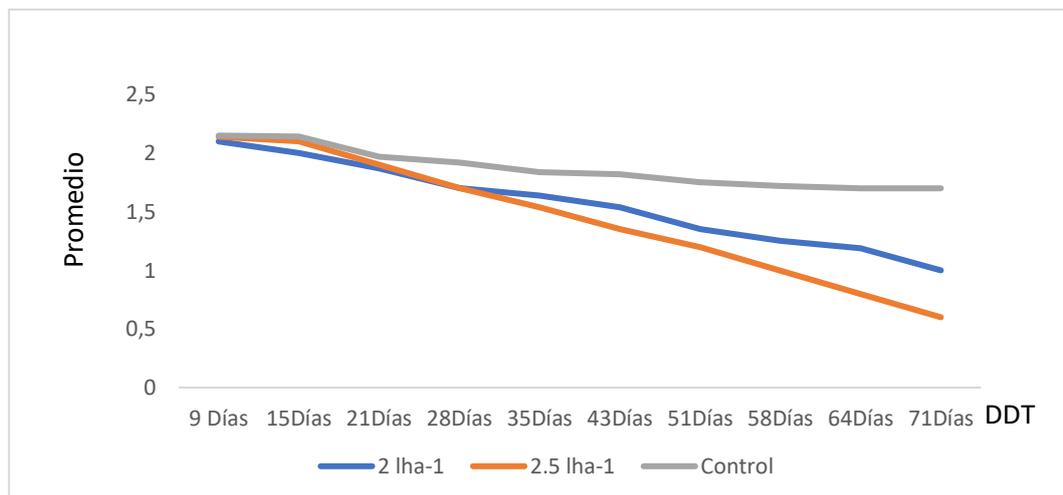


Figura 1. Efecto de la aplicación del ácido piroleñoso de marabú sobre el promedio de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

En cuanto al promedio de mosca blanca en todo el ciclo del cultivo como se muestra en la tabla número 1, se aprecia que cuando se aplica el producto el número de insecto disminuyó considerablemente con valores de decremento entre - 0.31 y - 0.44 con respecto a las plantas no tratadas. Obteniendo menor afectación de mosca blanca en todo el ciclo del cultivo cuando se aplica la dosis de 2,5 lha⁻¹ con valores de disminución de la afectación de - 0,44.

Tabla 1. Efecto de la aplicación del ácido piroleñoso de marabú sobre el promedio de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en todo el ciclo del cultivo.

Dosis	Promedio en todo el ciclo	Decremento con respecto al testigo
2 l ha ⁻¹	1,56	0,31
2,5 l ha ⁻¹	1,43	0,44
Control	1,87	-

El efecto que ejercen las dosis evaluadas sobre la distribución del geminivirus se muestran en la figura 2, donde se puede apreciar, que la enfermedad comenzó aparecer en todos los tratamientos a los nueve días después del trasplante, alcanzando un aumento de la distribución de la afectación en las plantas no tratadas a partir de los 15 días de establecido el cultivo, etapa de inicio de la fructificación. Ocurriendo lo contrario en las parcelas tratadas donde comenzó a disminuir el porcentaje de distribución de la enfermedad a partir de las aplicaciones del ácido piroleñoso, lo cual puede atribuirse al efecto protector de este producto contra la enfermedad estudiada. Se evidenció que la dosis de 2,5 l ha⁻¹ ejerció mayor efecto protector ante este virus.

En cuanto al porcentaje de intensidad de la enfermedad como se muestra en la figura 3, el mayor valor se alcanzó en las plantas no tratadas en el periodo de los 64 y 71 días después del trasplante

correspondiente a la etapa de maduración del fruto, no así en las tratadas con este producto, donde se evidenció un descenso de la intensidad de la enfermedad a partir de los momentos de cada aplicación. Obteniendo menor afectación de la enfermedad en todo el ciclo del cultivo cuando se aplica la dosis de 2,5 lha⁻¹.

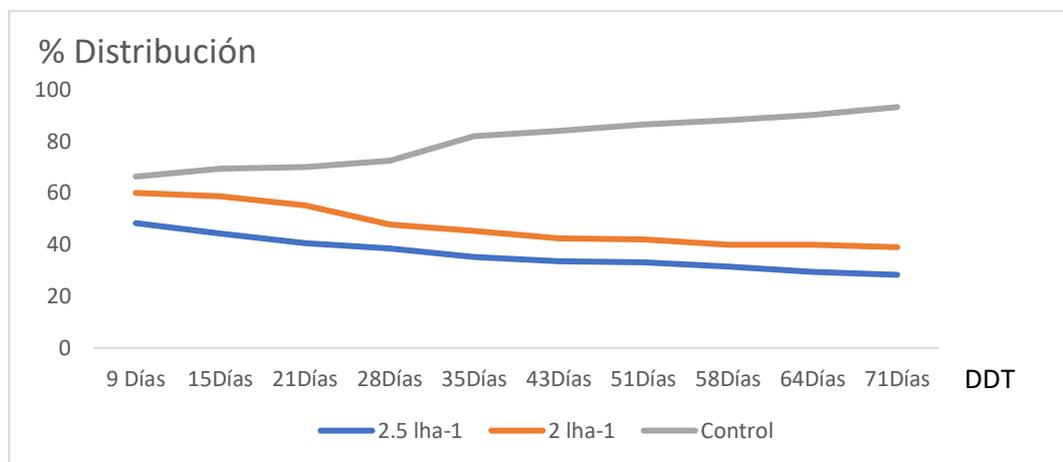


Figura 2. Efecto de la aplicación de las diferentes dosis del ácido piroleñoso de marabú sobre el porcentaje de distribución del geminivirus (Encrespamiento amarillo de la hoja del tomate TYLCV)

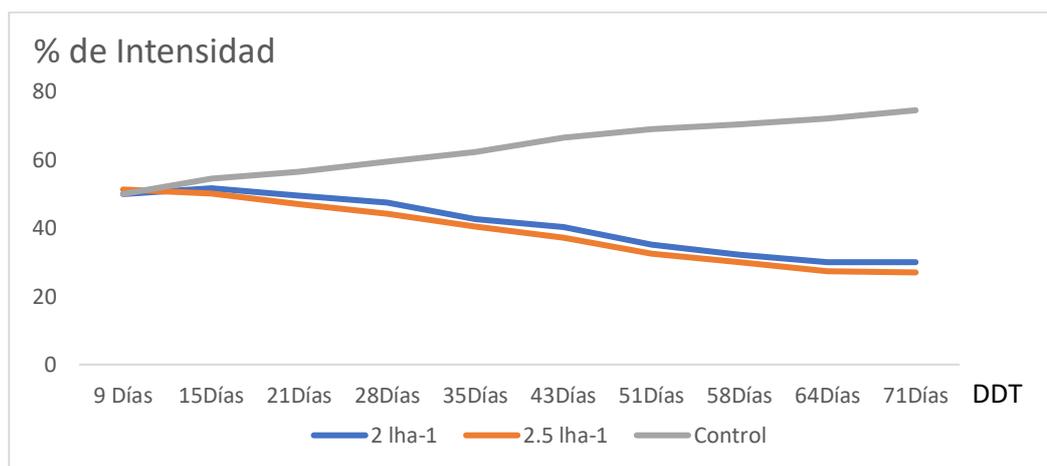


Figura 3. Efecto de la aplicación de las diferentes dosis del ácido piroleñoso de marabú sobre el porcentaje de intensidad del geminivirus (Encrespamiento amarillo de la hoja del tomate TYLCV)

El efecto protector de este producto puede estar atribuido a que el ácido piroleñoso en su composición química presenta el fenol, cresol, ácido fórmico, formaldehído, metanol entre otros, que provocan un efecto protector ante las plagas, enfermedades virales y fúngicas como hongos, pudrición blanda, marchites bacterial y activa el crecimiento de la planta (6).

Según investigaciones realiza por Yahayu et al.²⁰ la aplicación de ácido piroleñoso de madera mejora la acidez del suelo y podría estimular el crecimiento de las plantas, elevando la capacidad de

intercambio de cationes del suelo (CIC) y, en consecuencia, beneficiar la translocación de nitrógeno y fósforo del suelo a la planta.

De igual manera, Uehara et al.¹⁹ obtuvieron como resultado que con la aplicación de ácido piroleñoso de bambú se estimula la germinación de semillas de crisantemo y berro por las sustancias activas que se encuentran en las estructuras de los árboles que tiene el efecto regulador sobre la germinación y crecimiento de las plántulas.

Por otro lado, Hosni et al.⁸ expusieron que los compuestos formados a partir de extractos vegetales tienen actividades inhibitoras específicas contra el crecimiento de arvenses y el establecimiento de ciertas plagas y enfermedades. Resultados obtenidos por Zulkarami et al.²¹ al evaluar tres concentraciones de ácido piroleñoso (10 %, 20 %, 30 %) para mejorar la calidad de sandía, demostraron que este producto mejora considerablemente el desenvolvimiento de este cultivo. Investigaciones realizadas por Lopez et al.¹¹ demostraron la efectividad del ácido piroleñoso en el control de la pudrición ceniza en el cultivo pimiento.

Según Alvarez³, el efecto que ejercen ciertos bioestimulantes ante la resistencia de determinadas plagas y enfermedades puede estar provocado por la síntesis de determinadas sustancias las cuales contribuyen a la formación de hormonas y otros compuestos permitiendo que el cultivo logre una mejor disponibilidad y absorción de los nutrientes.

Resultados reportados por Pupo¹⁴ expresan los aumentos a la resistencia contra *Alternaria solani* Ell. Y. Mart. (tizón temprano) de las plantas de tomate variedad Amalia y al *Erysiphe cichoracearum* (mildium pulverulento) en el cultivo del pepino cuando eran tratadas con el bioestimulante FitoMas-E.

Conclusiones

El promedio de afectación de la mosca blanca y el porcentaje de distribución e intensidad del geminivirus en las plantas tratadas con ácido piroleñoso de bambú fue menor que en las plantas control, siendo la dosis de 2,5 l ha⁻¹ la de mayor efectividad ante la mosca blanca y el geminivirus.

References

1. Álvarez -Rodríguez A. Evaluación del efecto de diferentes dosis del bionutriente FitoMas- E como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2015; 49(1): p 3-9.
2. Alvarez -Rodríguez A. Incidencia del QuitoMax y CTA Stymulant contra el geminivirus (TYLCV) en el cultivo del tomate. Revista Hombre, Ciencia y Tecnología. 2021; 25(1): p 53-58.

3. Alvarez -Rodríguez A. Influencia del Biobras16 y Fitomas-E contra el tizón temprano y el geminivirus (TYLCV) en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2017; 51(1): p 3-7.
4. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Documento técnico: Proyección estratégica para la producción de los cultivos varios. (2015).
5. Di Rienzo J, Balzarini M, Gonzalez L, Tablada M, Walter R, et al. Programa de procesamientos estadísticos (Proyecto InfoStat). Primera Edición: Editorial Brujas Argentina Córdoba, 2002.176p.
6. Grewal A, Abbey L, Gunupuru L, et al. (2018).Production, prospects and potential application of pyrolygneous acid in agriculture. *Journal of Analytical and AppliedPyrolysis*. 2018; 135 (1): p 152–159.
7. Hernández A, Pérez M, Bosch D, Castro N, et al. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 12p.
8. Hosni K, Hassen I, Sabei H, Casabianca H, et al. Secondary metabolites from *Chrysanthemum coronarium* (Garland) flowerheads: Chemical composition and biological activities. *Industrial Crops and Products*. 2013; 44(3): p 263-271.
9. Huerres P, Caraballo N. (1996). *Horticultura*: Ed. Pueblo y Educación La Habana; 1996. 70, 83, 120, 128 – 129 y 138 p.
10. Jiménez M, González G, Falcón A, Quíntana O, Bernardo G, Robaiba C, et al. Evaluación de tres bioestimulantes sobre la incidencia de plagas en el maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Santiago de Cuba. *Centro agrícola*.2010: 2(3):p 45-48.
11. Lopez O, Martinez H , Rojas R, et al. Uso del humo liquido (Acido piroleñoso) en el manejo de plagas insectiles del cultivo de chiltomo (*Capsicum annum*) campus agropecuario UNAN-LEON 2006-2007. 42[internet]. Nicaragua: Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua-Leon; 2007[citado 15 de abril del 2021.25p. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/974/1/204266.pdf>.
12. Mohan D, Pittman C, Bricka M, Smith F, Yancey, B, Mohammad J, Gong, H. et al . Sorption of arsenic, cadmium, and lead by chars produced from fast pyrolysis of wood and bark during bio-oil production. *Journal of Colloid and Interface Science*.2007; 31(1): p 57–73.
13. Murguido G. Metodología de señalización de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera:Aleyrodidae) en tomate. INISAV (Ciudad de La Habana); 1993.
14. Pupo Almaguer G. Evaluación del efecto del FitoMas-E y Biobrás-16 (BB- 16), en el cultivo *Lycopersicon esculentum*, Mill (tomate), en áreas del organopónico “El Coco” de la Empresa Agropecuaria Holguín [Tesis de Diploma]. Cuba: Universidad de Holguín; 2012.42p.

15. Rodríguez A, Companioni N, Peña E, Cañet F, Rey, R. Manual Técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. sexta edición. Vol .1.Cuba; 2007. 42-43, 68-69 p.
16. Ruesga I, Peña I, Exposito I, Gardon, D. (2005). Libro de Experimentación Agrícola. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba; 2005. 21-36 p.
17. Theapparatt Y, Chandumpai A, Faroongsarng D, et al (2018). Physicochemistry and utilization of wood vinegar from carbonization of tropical biomass waste. Tropical Forests.2018; 11(3): p 163-183.
18. Townsend G, Heuberger J. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. The Plant Disease Reporter.1943; 27(2): p 340-343.
19. Uehara T, Furuno T. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants II: Composition of mosobamboo vinegar at different collection temperature and its effects. Journal of Wood Science. 2004; 50(1): p 470-476.
20. Yahayu M, Mahmuda K, Mahamada M , Ngadirana S, Lipehb S, Ujangb S, Zakariaa A, et al. Efficacy of Pyroligneous Acid from Pineapple Waste Biomass as Wood Preserving Agent. Journal Technology, Sciences and Engineering. 2017; 79 (2): p 1-8.
21. Zulkarami B, Ashrafuzzaman M, Mohamad O, Mohd I, et al. Effect of pyroligneous acid on growth, yield and quality improvement of rockmelon in soilless culture. AustralianJournal of CropScience. 2011; 12(3): p1508-1514.

/ **Received:** [15 diciembre 2024] | **Accepted:** [20 febrero 2025] | **Published:** [15 marzo 2025] |

Citation: Álvarez-Rodríguez, A; Morales-Miranda, A; Lores-Sánchez, E. Influencia del ácido piroleñoso de marabú en el control de la mosca blanca ((*Bemisia tabaci*) y el geminivirus (TYLCV) en tomate. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.6

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

7 Aplicación de la economía circular en la fábrica CEPIL: necesidades y perspectivas**Application of the circular economy in the CEPIL factory: needs and prospects**

Susel Mendoza Acuña¹, Carlos M Sánchez Menéndez¹

¹ *Empresa Cepil, Ciego de Ávila. Cuba. orcid. <https://0000-0002-6931-9467>*

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.7

Resumen

El trabajo se realiza en la Empresa CEPIL de Ciego de Ávila, con el fin de mostrar el modelo de economía circular utilizado en la UEB Artículos Plásticos de dicha empresa, el cual tiene un enfoque actualizado de como concebir los procesos productivos en la economía de una forma diferente con un carácter interfactorial e intersectorial, en la cual coexisten aspectos de producciones limpias, el uso de energías renovables, la aplicación de acciones de innovación tecnológica, los encadenamientos productivos y la resiliencia entre los diversos agentes económicos relacionados con la cadena de producción y consumo de productos hasta llegar a aspectos meramente económicos como el uso del dinero y las finanzas. Para ello se emplearon métodos y técnicas del nivel científico, se tuvieron en cuenta además los referentes teóricos prácticos sobre el tema, sobre la base del diagnóstico aplicado atendiendo a la necesidad de la puesta en práctica del nuevo modelo, evaluándose su efectividad como positiva.

Palabras clave: economía circular, modelo, producciones limpias, energía renovable, innovación tecnológica, encadenamientos productivos, interfactorial e intersectorial.

Summary

The work is carried out at the CEPIL Company in Ciego de Ávila, in order to show the circular economy model used in the UEB Plastic Items of said company, which has an updated approach to how to conceive the productive processes in the economy in a different way with an interfactorial and intersectorial character, in which aspects of clean production, the use of renewable energies, the application of technological innovation actions, productive chains and resilience between the various economic agents related to the production and consumption chain of products coexist until reaching purely economic aspects such as the use of money and finance. To this end, scientific level methods and techniques were used, and theoretical and practical references on the subject were also taken into account, based on the applied diagnosis taking into account the need to put the new model into practice, evaluating its effectiveness as positive.

Keywords: circular economy, model, clean production, renewable energy, technological innovation, productive chains, interfactorial and intersectorial.

Introducción

La Empresa CEPIL única de su tipo en el país situada en la ciudad de Ciego de Ávila, fundada por el Comandante Ernesto Guevara, el 13 de febrero de 1963 e integrada actualmente al Grupo empresarial de la Industria Ligera, está destinada a la producción y comercialización de artículos plásticos que satisfagan las necesidades y expectativas del mercado. Siendo compromiso de la alta dirección: desarrollar, mantener y mejorar el sistema de gestión empresarial, basado en la continua especialización de todo el personal y en la utilización de tecnología de avanzada, que propicie la permanencia estable de nuestros productos en el mercado, con alta calidad y precios competitivos.

La empresa está formada por cuatro UEB productivas: Fábrica de Cepillos, Artículos Plásticos y la UEB de Envases. En el taller de Artículos Plásticos se realizan las producciones de productos terminados e insumos para incorporar a otros procesos productivos como: cubos, cestos, palanganas, percheros de canastilla, tina de 3L, bases plásticas para insumo de otro taller mediante el moldeo por inyección que es uno de los procesos utilizados para la transformación de resinas plásticas. Este se destaca por ser un proceso de ciclos rápidos de producción obteniéndose productos terminados a la salida de máquina, permitiendo que los materiales poliméricos estén reemplazando a otros materiales como metales, madera y vidrios y resolviendo necesidades tecnológicas.

El moldeo por inyección es una de las técnicas más comunes en el procesamiento de plásticos. Este proceso consiste en fundir el polímero y hacerlo fluir bajo presión y temperatura en un molde, en el cual la pieza solidifica y duplica su forma⁽¹⁾. El material, previamente calentado hasta alcanzar su punto de fusión, se introduce en el interior de un molde cerrado, a alta presión donde se enfría adquiriendo la forma deseada. La gran ventaja de este proceso es la posibilidad de fabricar piezas de geometrías complejas a altas velocidades de producción.⁽²⁾

En la Empresa CEPIL se introduce esta tecnología en el año 1986 con el objetivo de sustituir las bases en madera de algunos cepillos por materiales plásticos. En la actualidad se producen alrededor de 15 millones de productos plásticos obtenidos mediante el proceso de moldeo por inyección lo cual representa un consumo anual de 800 t de resinas plásticas y un gasto de 2 080 MP convertibles. Sus producciones están caracterizadas por tener mayor durabilidad, calidad, mejor terminación lo que trae consigo mejor satisfacción del cliente, lo que a nivel de mercado nos dignifica como producto confiable.⁽³⁾

Dada la limitada disponibilidad de recursos naturales y la complejidad del actual contexto económico internacional, acentuado por los impactos de la pandemia de la COVID-19 y el recrudecimiento del bloqueo económico, comercial y financiero del gobierno de los Estados Unidos, para Cuba es esencial optimizar la gestión de sus recursos naturales, proyectar a la vez al máximo la duración del ciclo de vida de los productos (reúso, reciclaje, etc) y aumentar la eficacia de las inversiones en

medios y recursos de todo tipo. También requiere disminuir las importaciones de productos y materias primas, así como incrementar su capacidad exportadora de bienes y servicios. Significa adaptar este enfoque de circularidad a las condiciones del modelo socialista cubano próspero y sostenible.

Atendiendo lo antes expuesto se considera como una necesidad para mantener la condición de confiabilidad teniendo en cuenta el desarrollo de las nuevas tecnologías y la condición actual por lo que transita el país sobre la base de responder al nuevo modelo económico implementado con el fin de avanzar ante las limitaciones financieras y comerciales derivadas de este contexto implementar la estrategia de economía circular en la UEB de Artículos Plásticos de la empresa de Cepil.

El objetivo del trabajo es caracterizar prácticas de reutilización y revalorización, desde un proyecto de economía circular, para la sostenibilidad de la gestión en la UEB “Artículos Plásticos” de la Empresa “CEPIL”, Ciego de Ávila.

Economía circular

La Economía Circular (EC) es una estrategia innovadora de diseño, producción y creación de valor que beneficia a las empresas, la sociedad y el medio ambiente, reemplazando el esquema clásico de producción de la “economía lineal”. En la “economía lineal” se extraen recursos, se producen bienes, se consumen y al final se desechan. La economía circular busca optimizar el uso de insumos, incrementar la vida útil de los productos y al final; por medio de la recirculación de materiales, no desperdiciar nada y reutilizar todo. Con esto las empresas mitigan sus impactos ambientales, optimizan sus costos, generan nuevos ingresos e incrementan su rentabilidad.

La Economía Circular describe una economía industrial, caracterizada por dos tipos de flujos: el de nutrientes biológicos y los tecnológicos. Los nutrientes biológicos están diseñados para volver a entrar en la biosfera de manera segura, mientras que los tecnológicos están diseñados para circular con alta calidad en la tecnosfera, sin contaminar la biosfera. Los ciclos de materiales cerrados (bucles cerrados) son una de las características de la Economía Circular donde los residuos de un proceso se utilizan como materia prima de otro, maximizando la recuperación de material y de energía.

La Economía Circular se basa en la sustitución del modelo lineal actual que se caracteriza por producir, consumir y desechar. En su lugar, aboga por implantar una nueva concepción para los modelos de negocio: el diseño de productos a partir de la internalización ex-ante de su reutilización y reciclaje.

Los postulados de la Economía Circular y el desarrollo sostenible, presentan opciones y ejemplos posibles para construir un modelo de crecimiento restaurativo y regenerativo. El enfoque de la Economía Circular propone pensar y diseñar proyectos y sistemas que logren mantener la utilidad de

los productos, componentes y materias primas en todo momento, redefiniendo o incluso suprimiendo la idea misma de residuos, y buscando que cualquier componente de un producto o proceso – ya sea biológico o técnico-, sea pensado de modo tal de poder ser adaptado a un nuevo ciclo una vez finalizada su utilidad inicial. Por su parte, el desarrollo sostenible reta a las bases filosófico-conceptuales del modelo actual que desvaloriza el medio ambiente y se presenta, a su vez, como principal barrera a superar para garantizar la implementación de prácticas que aseguren a largo plazo la resiliencia del planeta Tierra. En conjunto, ambos postulados propenden la imperiosa necesidad de crear una sociedad que desarticule el desarrollo socio económico ambiental del consumo y mitigue la destrucción del entorno natural. ⁽⁴⁾

Nuestro país en su implementación de política ambiental no ha internalizado una estrategia de economía circular, sin embargo, ha llevado a cabo un primer alcance de esta conceptualización con el desarrollo de una industria del reciclaje que ha servido para concientizar el papel importante que tiene la implementación de procesos de reciclaje y crear una cultura ciudadana y de nuestras instituciones de llevar a cabo esta significativa labor. Es importante analizar en qué punto de desarrollo se encuentra esta industria cubana del reciclaje y examinar críticamente las limitaciones y potencialidades de la misma para una transición hacia una estrategia circular en Cuba. Además, se hace necesario la comprensión adecuada de este concepto para que llegue a buen puerto una primera implementación de dicha estrategia. Cuba presenta áreas muy importantes para el desarrollo de su economía que constituyen escenarios propicios para la implementación en un primer momento de una estrategia circular. ⁽⁵⁾

Aplicar los conceptos de la economía circular requiere conocimiento en el tema. Le corresponde a la educación una parte del proceso de asimilación de estos conocimientos mediante la capacitación y la enseñanza teórica y práctica de los mismos insertados dentro de los planes de estudios. Transitar hacia una economía circular requiere la utilización de la innovación tecnológica, la investigación científica y el uso de la ciencia en lo cual las Universidades pueden aportar porque se requieren nuevos procesos, productos y servicios para lograr la circularidad y la reincorporación de materiales y residuos. La economía circular como modelo requiere crear una cultura, incorporar nuevos valores en el accionar de las organizaciones. Requiere una mentalidad innovadora y creativa que conduzca al análisis de los procesos desde el aprovechamiento eficiente de los recursos, repensar la manera de producir y consumir, afectando a toda la cadena de valor (diseño, suministro de materias primas y energía, fabricación, distribución, consumo, gestión de residuos). Debe primar la sensatez a la hora de tomar acciones de economía circular sobre la base de la factibilidad técnico- económica y ambiental, el análisis de alternativas y las relaciones de costo/beneficio. Las acciones de economía

circular deben favorecer el crecimiento económico, la reducción de costos y la generación de valores agregados. La economía circular construye resiliencia y encadenamientos productivos a largo plazo, genera oportunidades económicas y de negocios y proporciona beneficios ambientales y sociales.

La implementación de la EC se traduce en un sistema de producción y consumo que promueve los siguientes aspectos:

- la eficiencia en el uso de los materiales incluyendo agua y portadores energéticos,
- la capacidad de recuperación de los ecosistemas,
- el uso circular de los flujos de materiales
- la extensión de la vida útil de materiales y productos a través de la innovación tecnológica, las alianzas y la colaboración entre actores, así como el impulso de modelos de negocios que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible. Para la economía circular el concepto de residuo, desperdicio o desecho no existe o tiende a desaparecer, aunque sea difícil lograrlo en toda su extensión. La economía circular ve el desecho como una fuente de recurso que se puede sumar a una nueva cadena de valor, el residuo con un valor residual aprovechable.

La economía circular supera los enfoques ecológicos anteriores y se abre a lo que se ha denominado un sistema multi-R. En un principio se mencionaban las 3R: reducir, reutilizar y reciclar, se encontraron

referencias que mencionan incluso 9R: rehusar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reconvertir, reciclar y recuperar que se muestran en la tabla 1.⁽⁶⁾

Tabla 1 - Estrategias de circularidad en la cadena de producción en orden de prioridad

Economía circular Estrategias			
 Regla de oro: A mayor nivel de circularidad menor utilización de recursos y	Uso y fabricación de productos más inteligentes	R0 Rehusar	Abandonar las funciones de un producto redundante u ofrecer la misma función con un producto radicalmente diferente
		R1 Repensar	Hacer que el uso del producto sea más intensivo (por ej. compartirlo)
		R2 Reducir	Aumentar la eficiencia en la fabricación o el uso de productos al consumir menos recursos naturales y materiales
		R3 Reutilizar	Reutilizar por otro consumidor o desechar el producto que aún se encuentre en buen estado y cumpla su función original.
	Prolongar la vida útil de los	R4 Reparar	Reparar y mantener productos defectuosos para que pueda ser

<p>menos presión medioambiental</p>	<p>productos y sus piezas</p>		usado con sus funciones originales
		R5 Restaurar	Restaurar un producto viejo y ponerlo al día
		R6 Remanufacturar	Utilizar partes de productos desechados en un nuevo producto con la misma función
		R7 Reconvertir	Usar productos descartados o sus partes con diferente función
	R8 Reciclar	Procesar materiales para obtener igual o menor calidad	
<p>Economía lineal</p>	<p>Aplicación útil de materiales</p>	R9 Recuperar	Incinerar materiales para recuperarlos como energía

Fuente: Potting et al. ⁽⁷⁾

Por tanto, enfocar el modelo de economía circular en la producción material de bienes y servicios requiere tener presente los siguientes aspectos, algunos con carácter preventivos y otros con carácter correctivo:

- desde la concepción tratamientos del producto se deben analizar los recursos, diseños y tecnologías a utilizar, los residuos que se generan, así como el manejo del producto final cuando acaba su vida útil para los que permitan incorporarlos nuevamente a una cadena de valor.
- Enfocar la producción desde el concepto de producciones cada vez más limpias, entendida como una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios que persigue la eficiencia económica y la reducción de los riesgos a los seres humanos y el medio ambiente. En la producción está muy relacionada con el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de sustancias peligrosas y tóxicas y la reducción de desechos y emisiones.
- Valorar como primeras opciones del aprovechamiento de residuos aquellas que están directamente relacionadas con los procesos que la originan como son el reciclaje, la reutilización, la reparación de productos.
- Encontrar encadenamientos con otras entidades que asumen los residuos en sus procesos productivos y a la vez asimilar desperdicios de entidades externas en los propios procesos de la organización.
- Desarrollar una cultura del reciclaje y la recuperación de desperdicios de productos que agotan su vida útil que permita el tratamiento al desperdicio postconsumo en lo cual tienen que estar interrelacionados el consumidor final, los recolectores, los recuperadores, los transformadores o productores.

- La economía circular requiere una capacidad innovativa para buscar soluciones a los tratamientos que se le van a realizar a los residuos identificados.
- El estudio de los flujos materiales en los procesos posibilita establecer correctamente acciones de circularidad.

La economía circular surge como alternativa viable ante el declive del sistema lineal, ya que convierte la escasez de recursos en nuevas oportunidades y beneficios. Este nuevo modelo busca poder producir de manera eficiente, teniendo en cuenta el medio ambiente, enfocada en reducir los desechos al máximo por medio de la reutilización, en donde los desechos dejan de considerarse desechos para empezar a considerarse recursos, mediante cambios en la cadena de producción y suministro (figura 1). En la economía circular, el crecimiento ya no requiere una extracción y consumo creciente de recursos, energía, agua y materias primas primarias. Hay menos desperdicio y los productos y recursos mantienen su valor en la economía por el mayor tiempo posible. ⁽⁶⁾



Figura 1. Modelo de predicción de economía circular.

Fuente: Imbernó, A.L. Souto, L. (2023) ⁽⁸⁾

Ventajas y limitaciones del modelo de economía circular

Entre las ventajas del modelo de economía circular se encuentran

- el fomento de procesos de ecología industrial donde el reciclaje es el protagonista y los residuos son reutilizados y revalorizados, el desarrollo del ecodiseño y la eficiencia en el uso de recursos.
- Este proceso presenta menos costos para las empresas en cuanto a que se ahorra materia y energía porque el proceso productivo parte del reciclaje y no de la forma tradicional.
- Genera nuevas oportunidades económicas y de negocios y,
- proporciona numerosos beneficios ambientales.

La EC pretende la aplicación de procesos productivos y comerciales que apuesten por un mayor equilibrio entre economía y medio ambiente, sino que «las empresas que han puesto en práctica este sistema están comprobando que reutilizar los recursos resulta mucho más rentable que crearlos desde

cero»; por este motivo, se trata de un sistema que genera beneficios tanto económicos como sociales y medioambientales, a diferencia de otros modelos económicos donde prima el aspecto económico. Esta situación trae como consecuencia que los precios de producción disminuyan otorgando, por tanto, beneficios también para el consumidor; no sólo se constatan ventajas en lo económico, sino también en la vertiente social y medioambiental, pues garantiza una mejor calidad de vida y el disfrute de los recursos en el futuro. ⁽⁹⁾

Puede ser una opción mucho más sustentable que el funcionamiento de la economía actual pero no se debería llevar a cabo de manera indiscriminada, es decir, se debería llevar esta de tal forma que se ponga como centro la sostenibilidad ambiental en la economía y no el crecimiento ilimitado a costa de este funcionamiento más eficiente. El problema está en cómo se entiende y manifiesta este concepto de Economía Circular porque en el entendido de que como es menos costoso podría tributar a una producción ilimitada y prevalecer el logro de mayores rendimientos en lugar de poner en primer punto la sostenibilidad y el cuidado del Medio Ambiente, podría llevar a este modelo a un camino errado ⁽¹⁰⁾.

La Economía Circular pone en evidencia la urgente necesidad de superar la economía lineal tradicional, pone en desuso la economía ortodoxa de extraer-producir-consumir-tirar, podría mejorar la regeneración natural y podría ser un instrumento importante para la lucha contra el cambio climático pero también puede provocar que todo siga de la misma forma y eso dependería de la forma en que se interiorice este concepto, si es para tributar, en esencia, al ahorro de recursos y cuidado del Medio Ambiente o para producir ilimitadamente con ahorro en costos a diferencia de la economía tradicional para obtener mayores beneficios. Si pasara este último fenómeno se entraría en un círculo vicioso de crecimiento económico ilimitado con altos ritmos de producción y de generación de emisiones contaminantes que se contradicen con los ritmos naturales de funcionamiento del planeta. La Economía Circular posibilita múltiples mecanismos de creación de valor que están desconectados del consumo y del agotamiento de recursos finitos. En una verdadera Economía Circular el "consumo" se produce "dentro" de ciclos biológicos efectivos, donde los recursos naturales se regeneran, recuperan y restauran para el ciclo técnico. ⁽¹¹⁾

Materiales y métodos

El proyecto de economía circular en la UEB reconoce las indicaciones metodológicas para la actividad de programas y proyectos de ciencia, tecnología e innovación del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente-CITMA. ⁽¹²⁾

Su aplicación se apoya en un enfoque mixto de investigación. Hasta el momento implica directamente a todos miembros de la UEB en la realización de actividades de reutilización y revalorización de

tecnología y producción no conforme, material plástico de desecho y residuos de las diferentes industrias. Esto ha dado como resultado beneficios salariales y de disminución de interrupción de trabajadores.

Sus ejes fundamentales de actuación incluyen el equipamiento tecnológico, las materias primas y la producción no conforme, donde se concentran las principales oportunidades de reincorporación y disminución de desechos al medio ambiente. Sigue la metodología de solución de problemas y aplica el ciclo de calidad de Deming.

Entre los métodos y herramientas empíricas utilizadas destacan:

La observación participante, con amplio potencial para captar información directa en ámbitos naturales. El análisis de documentos oficiales, que incluye los manuales y procedimientos tecnológicos junto a los principales registros de la actividad productiva en la UEB. El objetivo de estas es facilitar información relevante sobre las oportunidades de reutilización y revalorización de equipos tecnológicos, productos y materias primas.

El histograma, cuyo objetivo es ilustrar las tendencias de comportamiento y aprovechamiento de la tecnología, las materias primas, las producciones no conformes.

El diagrama de Ishikawa, soportado durante su etapa de indagación en la tormenta de ideas. Su objetivo es evaluar su causa asociada al aprovechamiento de la tecnología, las materias primas, las producciones no conformes y residuos.

Por último, la lista de chequeo cuyo objetivo es acceder al índice de mérito global del proyecto. Esta se aplica a un grupo de expertos vinculados a los procesos tecnológicos y productivos de artículos plásticos en la UEB.

Resultados esperados

Durante el proceso de investigación se constató que la implementación de este modelo es satisfactoria en la evaluación realizada del mismo en el periodo 2022 – 2023, y muestra como resultados:

1. la recuperación de tecnología;
2. la reutilización y revalorización de producción no conforme;
3. la disminución de emisiones de residuos al medio ambiente,
4. la disminución de interrupción laboral a los trabajadores.

Lo que evidenció el compromiso con las políticas y demandas de actualización del modelo económico y social cubano.

A partir de ello y a juicio de la autora, la implementación de esta economía en la UEB Artículos Plásticos se considera novedoso por cuanto se logra reincorporar al proceso productivo cantidades esenciales de materia prima recuperada a partir de desechos y material plástico generados de otras

industrias, logrando un carácter interfactorial e intersectorial dentro de la gestión económica del país. Lo que permitió un ahorro de materias primas vírgenes importadas, el cumplimiento de los planes de producción y la disminución de horas de interrupción laboral. Haciéndose necesaria la implementación descrita que muestra a continuación los resultados que exponen, partiendo de la utilización de los métodos, técnicas y materiales utilizados durante la aproximación al objeto investigado.

Tabla 2 - Ahorro por sustitución de importaciones al incorporar material plástico recuperado. Año 2023

Productos plásticos	Prod. Bruta (MU)	Plástico Recup. Incorporado (t)	Ahorro sust. Importaciones, MUSD
Perchero canastilla	231,931	3,711	9,276
Perchero 900-4	7,557	0,541	1,353
Cubo 10 L en PEBD	13,638	1,388	3,470
Asa cubo 10 L en PEBD	9,444	0,478	1,194
Asa cubo 10 L Coreano	1,478	0,069	0,172
Bases de escobas	161,358	5,233	13,083
Bases de Cepillos dentales	549,831	0,577	1,444
Frutero	34,048	4,985	12,461
Cubeta 3 L	88,016	5,929	14,822
Asa cubeta 3 L	110,266	0,580	1,451
Tapa cubeta 3 L	114,523	2,615	6,536
Palangana No.40	14,503	7,936	19,839
Cesto Crisolex	5,041	2,059	5,148
Orinal adulto	2,333	0,712	1,780
Peine Señora No.5	5,765	0,171	0,427
Lonchera	3,577	0,128	0,321
Cucharita desechable	21,84	0,126	0,314
TOTAL UEB Art. Plásticos		37,236	93,091
Cesto (Fondo)	70,83	0,199	0,497
Tapa del cesto	70,779	0,063	0,158
Balancín del cesto	69,959	0,054	0,136

Cubo 10 L	80,05	22,616	56,541
Asa cubo 10 L	81,13	2,848	7,119
Asa cubo 12 L	10,859	0,290	0,726
Bañera	28,491	15,979	39,948
Perchero adulto 900-9	90,089	2,284	5,711
Perchero c/ bordes	100,774	3,307	8,266
Orinal niño silla	39,544	0,026	0,065
Peine Señora No.4	31,551	0,338	0,846
Cubeta 3 L	20,974	2,875	7,187
Pote rect. Mediano	4,728	0,038	0,096
Base cep.dental	517,024	0,074	0,185
Frutero	5,276	0,888	2,221
Palangana No.41	7,673	3,931	9,828
Lonchera	2,101	0,006	0,016
Jabonera	74,408	0,171	0,426
Jarra	0,401	0,004	0,009
Lateral largo Caja Pleg.	2,001	0,680	1,701
Lateral corto Caja Pleg.	1,7	0,375	0,938
Total UEB Envase		57,048	142,619
TOTAL EMPRESA		94,284	235,710

Al analizar las producciones se obtiene como resultado que el material recuperado representa el 40,2 % del total de resina transformada al cierre del mes de noviembre. Se logra un ahorro por sustitución de importación valorando la resina a un precio promedio de 2500 usd/t es de 235.7 MUSD

Conclusiones

Para nuestro país es necesario y urgente enfocar la producción de bienes y servicios desde el modelo de una economía circular por las condiciones de escasez de recursos materiales y financieros existentes los cuales debemos optimizar, disminuir importaciones y hacer un uso racional y eficiente de los mismos con sostenibilidad ambiental y sanitaria. Este enfoque es consecuente con las disposiciones establecidas en el Plan de Desarrollo Económico y Social Cubano de desarrollo sostenible hasta el año 2030 ⁽⁹⁾.

Referencias

1. García, S. M. (2012, mayo). Diseño de un molde de inyección y elaboración de diagramas de moldeo para la empresa Unión del Plástico. Ponencia presentada ante la Decanato de estudios profesionales coordinación de Ingeniería de Materiales de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
2. Albarrán, J. M. (2014, mayo). *Diseño y fabricación de un molde para inyección en plástico*. Ponencia presentada ante la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas. Madrid.
3. CEPIL (2016). Reglamento técnico de la empresa. Moldeo por Inyección. RTEL 102.02625-04:2016. Cuba.
4. Kowszyk, Y. y Maher, R. (2018). ``Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC``. Perspectivas económicas Birregionales. Hamburgo, Alemania: Scharlau GmbH. Disponible en: https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia_circular_ods.pdf
5. Piloto Chávez Richard Osmel y Verónica Ruíz Acosta: “Análisis de los desafíos para la implementación de un modelo de economía circular en Cuba”, Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica, ISSN: 2660-5554 (Vol 3, Número 18, enero 2022, pp.191-201). En línea: <https://www.eumed.net/es/revistas/ocsi/ocsi-enero-22/modelo-economia>
6. Cabrera, Fabiola. Economía circular: Concepto, implicancias, indicadores y sistemas de monitoreo. 2021. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Asesoría Técnica Parlamentaria.
7. Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: measuring innovation in the product chain (No. 2544). PBL Publishers
8. Imbernó Díaz, A. Souto, L (2023). Innovación y economía circular, un binomio perfecto. Revista Economía y Desarrollo. La Habana, vol 167 No 2. Cuba. Disponible en: https://scielo-sld-cu/scielo.php?scrip=sci_arttex&pid=S0252-
9. Sostenibilidad.com. (2018). “En qué consiste la Economía Circular”. Disponible en <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>
10. Piloto Chávez Richard Osmel y Verónica Ruíz Acosta: “Análisis de los desafíos para la implementación de un modelo de economía circular en Cuba”, Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica, ISSN: 2660-5554 (Vol 3, Número 18, enero 2022, pp.191-201). En línea: <https://www.eumed.net/es/revistas/ocsi/ocsi-enero-22/modelo-economia>
11. Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. (A/RES/70/1). Nueva York.

12. Gómez, T. J., Cruz, D. R. Páez, M. M y González, R. Y. (2020). Indicaciones metodológicas para la actividad de programas y proyectos de ciencia, tecnología e innovación. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente-CITMA.

/ **Received:** [12 noviembre 2024] / **Accepted:** [16 diciembre 2024] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Mendoza-Acuña, S., Sánchez-Menéndez, C., Aplicación de la economía circular en la fábrica CEPIL: necesidades y perspectivas 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.7

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



CALABAZA (*Curcubita spp.*)

Aceite Full Spectrum

1. Antioxidante, salud cardiovascular
2. Salud de la piel, soporte inmunológico
3. Salud de los huesos
4. **Salud de la mujer.** Alivio síntomas de la menopausia e inflamación pélvica.
5. **Salud del hombre.** Previene y cura la inflamación de la próstata. Reduce la hiperplasia prostática benigna (HPB).

CONTACTO:

Dr. Julio Pineda Insuasti, PhD

info.biodiversity@gmail.com

Cel. 099 579 7813.

Ibarra-Ecuador

19/4/2025

info.biodiversity@gmail.com



8 Cambios estacionales en los ensamblajes de zooplancton a través de gradientes extremos de salinidad-temperatura en ambientes hipersalinos

"Seasonal shifts in zooplankton assemblages across extreme salinity-temperature gradients in hypersaline environments"

Carlos Andrade. Biólogo. M.Sc, Magister en Ciencias en Manejo de Recursos Bioacuáticos y Ambiente, Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad – Santa Elena, ceandrade@upse.edu.ec, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8804-5956>

María Herminia Cornejo-Rodríguez. Bióloga- PhD., Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad- Santa Elena, herminia2012@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8952-3710>

Erika Salavarría Palma. Bióloga-Ph.D., Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad- Santa Elena, esalavarría@upse.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7104-4850>

Richard Duque Marín. Biólogo- M.Sc., Magister en Ciencias. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad – Santa Elena, rdunque@upse.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6084-1640>

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.8

RESUMEN

El desconocimiento de los sistemas hipersalinos, condujo al estudio de los evaporadores, ya que representan ambientes extremos donde la salinidad y temperatura moldean las comunidades acuáticas. Este estudio caracterizó la respuesta del zooplancton a estos gradientes en tres evaporadores (EVA-2, EVA-8, EVA-12) con conexiones hidrológicas contrastantes, evaluando su variabilidad estacional y los factores ambientales clave.

Se recolectaron muestras de zooplancton filtrando 60 L de agua por estación de muestreo con red de 55 μm , el análisis poblacional se realizó cuali-cuantitativamente mediante método de Boltovskoy. Se midieron parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, pH y nutrientes) y se aplicó ANOVA de una vía y *Kruskal Wallis* para determinar diferencias estacionales ($p < 0.05$). Durante el invierno el análisis de similitud (*ANOSIM*) mostró a nivel espacial que existen diferencias significativas ($R=0.73$; $p=0.0064$), con comunidades no homogéneas, el análisis de similitud porcentual *SIMPER* encontró disimilitud global de 67.83% a nivel espacial y temporal, donde la familia Corixidae (Hemíptera) (66.28% EVA-2 vs EVA-8), turbelarios (30.71% EVA-2 vs EVA-12). Mientras en verano el *ANOSIM* mostró diferencias moderadas ($R=0.67$; $p=0.0043$). El *SIMPER* evidenció 64.13%. Especies clave: anfípodos (20.54% EVA-2 vs EVA-8), Artemia (21.21% EVA-8 vs EVA-12). El análisis de Correlación Canónica (*CCA*) reportó en el evaporador 2 de baja salinidad dos taxas

representadas por anfípodos y copépodos calanoides, mientras en el evaporador 12 (hipersalinos) a las *Artemias sp.* y huevos de corixidae se asociaron positivamente con la salinidad (106.8 psu), temperaturas de 32.2°C, y fosfatos altos (6.2 mg/L). En verano fueron los ostrácodos y anfípodos que se asociaron con la salinidad moderada (70-80 psu), temperaturas bajas (25°C) y fosfatos intermedios (3.7-4.2mg/L), (Versión Past 4.13). El análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (*nMDS*) en invierno registró un estrés bajo (0.047), confirmando distribución diferencial entre evaporadores vinculada a gradientes de salinidad (39.058 psu) y temperatura (29.6°C). Mientras en verano evidenció un estrés aceptable (0.12), con salinidad (55.29 psu) y temperatura (25.64°C).

Palabras clave: *ANOSIM*, *SIMPER*, *nMDS*, *ACC*, zooplancton hipersalino

SUMMARY

The lack of knowledge about hypersaline systems led to the study of evaporators, as they represent extreme environments where salinity and temperature shape aquatic communities. This study characterized the zooplankton response to these gradients in three evaporators (EVA-2, EVA-8, EVA-12) with contrasting hydrological connections, assessing their seasonal variability and key environmental factors.

Zooplankton samples were collected by filtering 60 L of water per sampling station using a 55 µm mesh net. Population analysis was performed qualitatively and quantitatively using Boltovskoy's method. Physicochemical parameters (temperature, salinity, pH) were measured, and one-way ANOVA and Kruskal-Wallis tests were applied to determine seasonal differences ($p < 0.05$).

During winter, the similarity analysis (*ANOSIM*) showed significant spatial differences ($R=0.73$; $p=0.0064$), with non-homogeneous communities. The percentage similarity analysis (*SIMPER*) revealed a global dissimilarity of 67.83% spatially and temporally, where the family Corixidae (Hemiptera) (66.28% EVA-2 vs. EVA-8) and turbellarians (30.71% EVA-2 vs. EVA-12) were the main contributors. In summer, *ANOSIM* showed moderate differences ($R=0.67$; $p=0.0043$), and *SIMPER* indicated 64.13% dissimilarity. Key species included amphipods (20.54% EVA-2 vs. EVA-8) and *Artemia* (21.21% EVA-8 vs. EVA-12).

Canonical Correlation Analysis (*CCA*) reported that in the low-salinity evaporator (EVA-2), two taxa—amphipods and calanoid copepods—were dominant. In contrast, in the hypersaline evaporator (EVA-12), *Artemia sp.* and Corixidae eggs were positively associated with high salinity (106.8 psu), temperatures of 32.2°C, and elevated phosphate levels (6.2 mg/L). In summer, ostracods and amphipods were associated with moderate salinity (70-80 psu), lower temperatures (25°C), and intermediate phosphate levels (3.7-4.2 mg/L) (Past v4.13).

Non-metric Multidimensional Scaling (*nMDS*) in winter showed low stress (0.047), confirming differential distribution among evaporators linked to salinity (39.058 psu) and temperature (29.6°C) gradients. In summer, *nMDS* indicated acceptable stress (0.12), with salinity (55.29 psu) and temperature (25.64°C) as key factors.

Keywords: ANOSIM, SIMPER, nMDS, CCA, hypersaline zooplankton

INTRODUCCIÓN

“Los ambientes hipersalinos, con salinidades que superan ampliamente las del agua de mar (≥ 50 – 300 g/L), representan ecosistemas extremos que albergan comunidades biológicas altamente especializadas” [17-25]. “Entre estos organismos, el zooplancton desempeña un papel crucial como intermediario en las redes tróficas, vinculando la producción microbiana y algal con niveles superiores como peces y aves acuáticas” [16-22]. “Sin embargo, la dinámica de estas comunidades está fuertemente influenciada por fluctuaciones en parámetros abióticos (salinidad, temperatura, oxígeno) y presiones antrópicas, lo que los convierte en modelos ideales para estudiar respuestas ecológicas a disturbios globales”. [32-33]

El zooplancton en sistemas hipersalinos está dominado por taxa como *Artemia* spp. (Anostraca), rotíferos (e.g., *Brachionus plicatilis*), y copépodos (e.g., *Cletocamptus* spp.), organismos con notables adaptaciones fisiológicas (osmorregulación, quistes resistentes) para sobrevivir a estrés osmótico y variabilidad ambiental [6-11]. “Por ejemplo, *Artemia* produce quistes latentes que persisten en sedimentos durante décadas, emergiendo cuando las condiciones son favorables” [5]. “No obstante, estos mecanismos tienen límites; salinidades extremas (>200 g/L) suelen reducir la diversidad a unas pocas especies eurihalinas” [18].

“La variabilidad temporal del zooplancton en lagunas hipersalinas está ligada a ciclos estacionales de precipitación- evaporación, que modifican la salinidad y disponibilidad de nutrientes” [20]. En sistemas como Mar Chiquita (Argentina) o el Mar Muerto, se observan pulsos de abundancia zooplanctónica durante períodos de menor salinidad, seguido de efectos fluctuantes en la biota marina del lago, evidenciándose a nivel de los organismos dominantes en cada etapa de la misma, observándose alteraciones en la biodiversidad general y la complejidad de la red alimentaria, seguidos de colapsos poblacionales en fases de hiperconcentración [26]. Estas condiciones son experimentadas por muy pocos organismos macroplanktónicos equivalentes; por lo tanto, *Artemia* puede ser considerado un animal extremófilo modelo que ofrece una suite única de adaptaciones espaciales, la heterogeneidad de hábitats (playas, fondos, canales, piscinas hipersalinas) genera micro refugios donde persisten comunidades diferenciadas. [15]

“El cambio climático amplifica la evaporación en regiones áridas, acelerando la hipersalinización y reduciendo la ventana de habitabilidad para el zooplancton” [21]. Estudios en el Mar de Aral evidencian desde la década de 1970 ha disminuido gradualmente las densidades poblacionales de zooplancton en general, dominando dos especies como *Moaina saina* y *Artemia parthenogenetica*, esta última que ha sido dominante desde el año 2000 en el plancton del Mar de Aral, constituyendo el 99 % de la población del zooplancton con el aumento de salinidad (>120 g/L). [23]. Paralelamente,

en estudios realizados de comportamientos del zooplancton se pudo identificar una direccionalidad de la comunidad del zooplancton y las condiciones ambientales, exhibiendo un patrón espacial consistente con el corredor de viento predominante sobre un espejo de agua. ^[19]

“A pesar de su importancia ecológica, pocos trabajos que integran escalas temporales largas (décadas) con datos espaciales de alta resolución en sistemas hipersalinos”. ^[28]

^[12] encontraron en su estudio en un lago somero hipersalino en la provincia de La Pampa; la laguna de Ultracan en Argentina, presentó concentraciones medias de sólidos disueltos de 238,05 g/l y una abundancia media de *Artemia persimilis* de 90,9 ind/l. La laguna mostró una baja diversidad y elevadas concentraciones de nutrientes. La salinidad afectó la abundancia de la especie.

ÁREA DE ESTUDIO

Las piscinas evaporadoras de Ecuasal se encuentran en la provincia de Santa Elena, sector Mar Bravo, a 2 km del cantón Salinas, en coordenadas geográficas 2°13'49.8" S y 80°57'48.1" O (Figura 1). Esta zona presenta un suelo arenoso con alto contenido de arcilla y sales, así como un clima predominantemente seco. El complejo abarca un área total de 487.79 hectáreas (Ha), de las cuales 334.03 Ha corresponden a piscinas evaporadoras y 36.09 Ha a piscinas cristalizadoras. ^[27-4-3]

El sistema de piscinas evaporadoras consta de 14 unidades con una profundidad promedio de dos metros y un desnivel superficial de 25 cm. La circulación del agua es lenta pero continua, impulsada por bombeos periódicos de agua de mar. Este flujo, junto con la influencia de los vientos y la radiación solar (heliofanía), genera gradientes de salinidad que oscilan entre 40 y 200 psu (unidades prácticas de salinidad) en las distintas piscinas (Figura 1).



Figura. 1: Mapa del Ecuador y Ecuasal en la provincia de Santa Elena, cantón Salinas con sus coordenadas. Fuente: (Google Earth, 2025).

Para el estudio, se seleccionaron tres piscinas evaporadoras con gradientes de salinidad contrastantes, considerando su posición en el flujo hidrodinámico del complejo. El evaporador dos, ubicado en la zona de ingreso de agua marina, fue elegido por presentar condiciones más similares al ambiente costero. El evaporador ocho representó una salinidad intermedia, mientras que el evaporador 12 fue

seleccionado por registrar los niveles más altos de salinidad en el sistema. En cada piscina se establecieron tres puntos de muestreo, determinados en función de la accesibilidad y la proximidad a las compuertas de interconexión (Figura 2).



Figura 2: Evaporadores 2, 8 y 12 en la planta de Ecuasal. Fuente: (Google Earth, 2025).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de muestreo y metodología analítica

Selección de puntos de muestreo

En cada evaporador se establecieron tres estaciones de muestreo (Figura 3), seleccionadas según criterios de accesibilidad y representatividad espacial:

1. zona adyacente a la compuerta de interconexión entre evaporadores,
2. sector central perimetral del evaporador.
3. área periférica en la esquina del evaporador.

Protocolo de muestreo

Mensualmente se recolectaron muestras integradas de 180 L de agua por evaporador (60 L por estación), obtenidas superficialmente y filtradas mediante una red cónica WP-2 de 335 μm de apertura de malla. Las muestras de zooplancton se preservaron inmediatamente en formalina al 4 % neutralizada con tetraborato de sodio.

Procesamiento de muestras biológicas

En casos de elevada densidad zoopláctónica por muestra, se realizó submuestreo. La identificación taxonómica se llevó a cabo utilizando claves de identificación estandarizadas [8-29-14], mientras que la cuantificación se efectuó mediante cámaras de Bogorov siguiendo metodologías cuali-cuantitativas.



Figura. 3: Tres estaciones por evaporador. Lugar de toma de muestras.

Fuente:(Google Earth, 2025).

Análisis fisicoquímicos

Los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto) se registraron *in situ* con una sonda multiparamétrica Hanna HI9829. Paralelamente, para la cuantificación de nutrientes (nitritos, nitratos y fosfatos) se recolectaron muestras de agua en envases de polietileno de 500 ml, las cuales se preservaron en frío (4 °C) hasta su análisis en laboratorio.

Análisis estadísticos

Para evaluar las variaciones temporales y espaciales en los parámetros analizados, se implementó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis^[9], considerando las estaciones de muestreo (*evaporadores 2, 8 y 12*) como variables independientes y los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto) y biológicos (densidad poblacional de zooplancton) como variables dependientes, con un umbral de significancia de $\alpha = 0.05$.^[24]

Al identificar diferencias significativas, se aplicó una prueba post hoc de Kruskal-Wallis para establecer agrupaciones homogéneas^[10]. La representación gráfica se realizó mediante diagramas de caja y bigotes (boxplot), para representar visualmente los resultados conforme a las recomendaciones de^[9], facilitando la interpretación visual de las distribuciones y patrones en los datos.

Adicionalmente, se utilizó análisis de similitud (*ANOSIM*), para comprobar la disimilitud temporal y espacial se aplicó (*SIMPER*), para comprobar la asociación de los diversos grupos con las variables físico-químicas se aplicó la correspondencia Canónica (*ACC*) y para comprobar la distribución diferencial entre evaporadores vinculadas a los gradientes salinos se utilizó el análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (*nMDS*). Todos los análisis se ejecutaron en el software PAST 4.13, asegurando rigor metodológico y reproducibilidad.

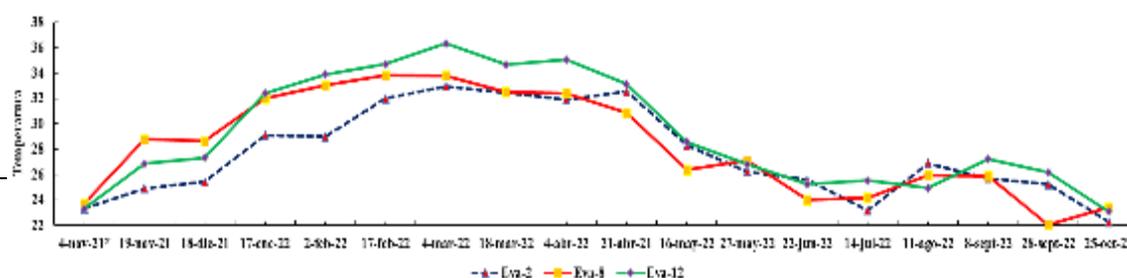
RESULTADOS

El análisis de las temperaturas registradas en las estaciones Eva-2, Eva-8 y Eva-12 revela patrones estacionales claramente diferenciados, con variaciones significativas entre los meses de transición (noviembre y mayo), invierno (diciembre a abril) y verano (junio a octubre). Durante los meses invernales se observan las temperaturas más elevadas, siendo febrero el mes que registró los valores máximos absolutos en todas las estaciones: 34,72 °C en Eva-12 (17-feb-22), seguido de 33,81 °C en Eva-8 (17-feb-22) y 32,00 °C en Eva-2 (17-feb-22), confirmando este período como el más cálido del ciclo anual. Marzo también mostró temperaturas notablemente altas, particularmente en Eva-12 que alcanzó 36,34 °C (4-mar-22), el valor máximo registrado en toda la serie.

Los meses de transición presentaron comportamientos diferenciados: noviembre mostró un rango entre 23,30 °C y 28,77 °C, con Eva-8 registrando la mayor variación (23,69 °C a 28,77 °C), mientras que mayo actuó como puente hacia el verano, con temperaturas descendentes que oscilaron entre 26,24 °C y 28,56 °C, siendo Eva-12 la estación con valores ligeramente superiores. El verano se caracterizó por un enfriamiento progresivo, con los valores mínimos absolutos registrados en octubre: 22,03 °C en Eva-8 (28-sept-22), 22,26 °C en Eva-2 (25-oct-22) y 23,07 °C en Eva-12 (25-oct-22), marcando el final del ciclo con las temperaturas más bajas. Julio también destacó como mes frío, con mínimos de 23,18 °C en Eva-2 (14-jul-22) y 24,17 °C en Eva-8 (14-jul-22).

Al comparar las tres estaciones, Eva-12 consistentemente registró las temperaturas más altas durante el invierno (hasta 36,34 °C), seguida por Eva-8 y Eva-2, lo que sugiere posibles diferencias microclimáticas o de exposición entre los puntos de medición. Durante el verano, las diferencias entre estaciones fueron menos marcadas, aunque Eva-2 mantuvo tendencias ligeramente más frescas, particularmente en julio y octubre. Los meses de transición (mayo y noviembre) mostraron mayor uniformidad entre estaciones, con variaciones que no superaron los 2,5 °C en ningún caso.

Esta secuencia temporal evidencia un patrón estacional bien definido, con inviernos cálidos que contrastan con veranos moderados, y meses de transición que actúan como puntos de inflexión térmica. La presencia de valores extremos en marzo (36,34 °C) y octubre (22,03 °C) podría estar asociada a eventos climáticos puntuales o a características locales de cada estación, lo que ameritaría un análisis complementario de factores ambientales como radiación solar, humedad o cercanía a cuerpos de agua. La consistencia en los registros de febrero como el mes más cálido refuerza la influencia de la estacionalidad en el régimen térmico de la zona estudiada (Figura 4).



La salinidad en las estaciones Eva-2, Eva-8 y Eva-12 revela patrones contrastantes entre estaciones y una marcada variabilidad estacional. Durante los meses invernales (diciembre-abril), Eva-2 y Eva-8 presentaron sus valores mínimos, destacando 34,09 psu en Eva-2 (17-ene-22) y 46,77 psu en Eva-8 (17-ene-22), mostrando una notable disminución respecto a los meses de transición. Sin embargo, Eva-12 exhibió un comportamiento atípico, registrando sus máximos absolutos en este período con 135,40 psu (18-dic-21) y 135,00 psu (18-mar-22), seguido de un abrupto descenso a 73,00 psu (17-ene-22), lo que sugiere fenómenos locales de evaporación intensa o aportes salinos puntuales en esta estación.

Los meses de transición mostraron comportamientos diferenciados: noviembre presentó valores extremadamente contrastantes entre estaciones, desde 48,77 psu en Eva-2 (19-nov-21) hasta 126,87 psu en Eva-12 (19-nov-21), evidenciando condiciones heterogéneas previas al invierno. Mayo actuó como período de transición con salinidades intermedias, donde Eva-12 registró 115,00 psu (16-may-22) y 128,13 psu (27-may-22), manteniendo su tendencia hipersalina, mientras Eva-2 y Eva-8 mostraron valores notablemente inferiores (33,92 psu y 48,82 psu respectivamente el 16-may-22).

El verano presentó una clara divergencia entre estaciones: Eva-12 experimentó un drástico descenso desde 116,10 psu (14-jul-22) hasta 70,00 psu (25-oct-22), aproximándose a los valores de las otras estaciones hacia octubre. Mientras tanto, Eva-8 mantuvo un rango estable entre 44,22 psu (14-jul-22) y 53,09 psu (28-sept-22), y Eva-2 fluctuó moderadamente entre 32,22 psu (14-jul-22) y 36,95 psu (8-sept-22), siendo consistentemente la estación con menores salinidades.

Los extremos absolutos resaltan esta disparidad: el máximo absoluto de 138,60 psu en Eva-12 (21-abr-21) contrasta radicalmente con el mínimo de 28,30 psu en Eva-2 (21-abr-21) registrado el mismo día, evidenciando condiciones micro ambientales extremadamente variables. Esta heterogeneidad espacial se mantuvo durante todo el ciclo, con Eva-12 operando como un sistema hipersalino (valores frecuentemente >100 psu), mientras Eva-2 representó el ambiente menos salino (valores generalmente <50 psu) y Eva-8 mostró condiciones intermedias.

Los datos sugieren que, mientras Eva-2 y Eva-8 responden a patrones estacionales convencionales con mínimos invernales, Eva-12 presenta una dinámica propia, posiblemente influenciada por factores locales como aislamiento hidrológico, evaporación intensa o aportes salinos subterráneos. La convergencia de salinidades en octubre (70,00 psu en Eva-12 vs 52,80 psu en Eva-8 y 36,56 psu en Eva-2) podría indicar un proceso de homogenización al final del ciclo anual, aunque persisten diferencias sustanciales entre estaciones que reflejan la complejidad hidrológica del sistema estudiado (Figura 5).

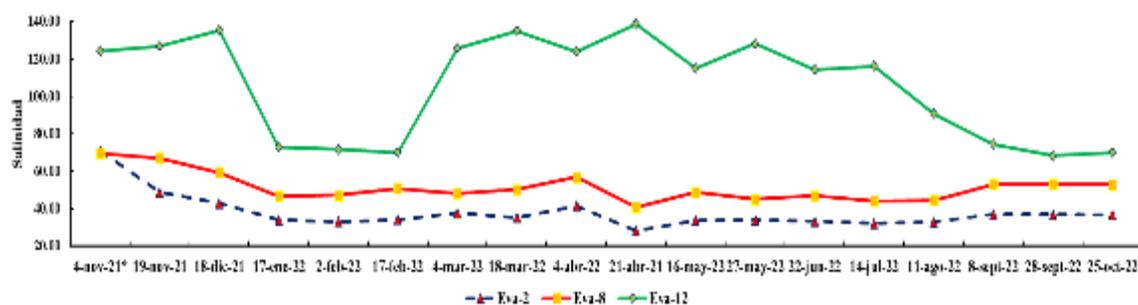


Figura 5. Distribución de la salinidad durante los 12 meses de muestreo entre los evaporadores (EVA-2, EVA-8 y EVA-12) entre invierno y verano.

El análisis del pH en las tres estaciones de monitoreo revela patrones diferenciados con variaciones estacionales marcadas. Durante los meses de transición, noviembre mostró valores contrastantes: Eva-8 registró un pH excepcionalmente alto de 9,75 (4-nov-21), mientras Eva-12 presentó el valor más bajo del período con 8,29 (19-nov-21), y Eva-2 mantuvo una estabilidad relativa en 8,61. En mayo, las estaciones mostraron una tendencia a la acidificación, particularmente Eva-12 que alcanzó su mínimo anual de 7,86 (16-may-22), mientras Eva-8 y Eva-2 presentaron valores de 8,74 y 8,53 respectivamente en la misma fecha.

El período invernal (diciembre-abril) exhibió la mayor variabilidad inter estacional: Eva-8 mantuvo condiciones alcalinas destacadas con máximos de 9,47 (18-dic-21) y 9,32 (2-feb-22), contrastando radicalmente con Eva-12 que registró sus valores más bajos en este período, alcanzando un mínimo absoluto de 7,96 (18-mar-22). Eva-2 mostró un comportamiento intermedio con un rango estable entre 8,32 (17-ene-22) y 9,18 (18-mar-22), siendo esta última medición el valor máximo registrado en esta estación durante todo el ciclo anual.

En la época de verano (mayo-octubre) presentó una gradual estabilización de los valores: Eva-12 mostró una notable recuperación alcalina desde su mínimo en mayo hasta alcanzar 8,90 (28-sept-22), mientras Eva-8 mantuvo su tendencia alcalina con valores entre 8,73 (22-jun-22) y 9,20 (11-ago-22), siendo este último el máximo registrado en verano. Eva-2 presentó la menor variación estacional, con un rango estrecho entre 8,47 (22-jun-22) y 8,86 (11-ago-22), mostrando así mayor resistencia a los cambios estacionales.

Los extremos absolutos del ciclo anual destacan la heterogeneidad del sistema: el valor máximo registrado fue 9,75 en Eva-8 (4-nov-21), mientras el mínimo absoluto correspondió a Eva-12 con 7,86 (16-may-22). Esta variación de casi 2 unidades de pH evidencia condiciones químicas radicalmente diferentes entre estaciones separadas geográficamente. La estación Eva-8 se caracterizó por mantener condiciones persistentemente alcalinas ($\text{pH} > 8,5$ en todas las mediciones), Eva-12 mostró la mayor

amplitud de variación (7,86 – 8,90), mientras Eva-2 presentó el comportamiento más estable, con variaciones que no superaron 0,7 unidades durante todo el año.

Estos patrones sugieren que, mientras factores estacionales afectan el pH en todas las estaciones, las condiciones locales (como aportes de aguas subterráneas, actividad biológica o características geomorfológicas) juegan un papel determinante en las diferencias observadas entre estaciones. La notable recuperación alcalina de Eva-12 en septiembre-octubre, coincidente con el aumento de salinidad observado previamente, podría indicar procesos biogeoquímicos específicos en esta estación que merecerían investigaciones adicionales (Figura 6).

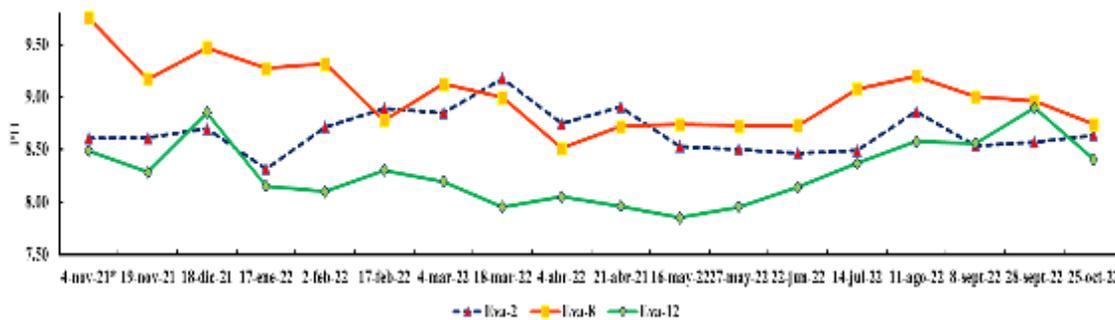


Figura 6. Distribución del pH durante los 12 meses de muestreo entre los evaporadores (EVA-2, EVA-8 y EVA-12) entre invierno y verano.

Aspectos bióticos

Densidad del zooplanctónica

En la estacionalidad del evaporador dos se aplicó ANOVA de una vía, obteniéndose una razón F de 16 con un $p=0,0008$, observándose diferencias significativas entre invierno y verano. Cabe mencionar que se aplicó la prueba de KW $p=0,038$. El análisis revela variaciones significativas en la abundancia de diversas especies entre las estaciones de invierno y verano. Durante el verano, se observó un aumento notable en la población de anfípodos, alcanzando $108,4 \text{ Ind.L}^{-1}$, mientras que en invierno registró $27,77 \text{ Ind.L}^{-1}$. En contraste, la *Artemia* experimenta una ligera disminución durante el verano, descendiendo a $6,49 \text{ Ind.L}^{-1}$ desde los $6,66 \text{ Ind.L}^{-1}$ que se registraron en invierno.

Los copépodos calanoides muestran un marcado incremento en su abundancia durante el verano, llegando a $75,49 \text{ Ind.L}^{-1}$ frente a los $4,99 \text{ Ind.L}^{-1}$ del invierno. Sin embargo, no se detectó copépodos ciclopoideos en el verano, mientras que durante el invierno se registró $8,33 \text{ Ind.L}^{-1}$, similarmente, los copépodos harpacticoideos, hydropsycha, isópodos, larvas de decápodos, tanaidáceos y nemátodos no están presentes durante el verano, aunque muestran poblaciones durante el invierno.

La familia corixidae, durante el verano, experimentó una disminución marcada en su abundancia, cayendo a 5 Ind.L^{-1} desde los $19,4 \text{ Ind.L}^{-1}$ del invierno. Por otro lado, los huevos de corixidae aumentan considerablemente en verano, alcanzando 147 Ind.L^{-1} disminuyendo a $14,44 \text{ Ind.L}^{-1}$ en

invierno. Mientras los ostrácodos mostraron un aumento significativo durante el verano, con 147 Ind.L⁻¹ comparado con los 9,99 Ind.L⁻¹ en invierno. poliquetos, tanaidáceos y turbelarios están ausentes durante el invierno, pero muestran altas abundancias en el verano (Figura 7).

En el evaporador ocho durante el invierno, la abundancia de anfípodos es nula, mientras que en verano alcanza los 8 Ind.L⁻¹. En contraste, la Artemia presentó una abundancia de 6 Ind.L⁻¹ en invierno y está ausente durante el verano.

Los copépodos calanoides muestran una alta abundancia en invierno, con 312,2 Ind.L⁻¹, que disminuye a 177,3 Ind.L⁻¹ en verano. Los copépodos ciclopoideos tienen una abundancia de 60 Ind.L⁻¹ en invierno y no están presentes durante el verano. Para los corixidae, la abundancia en invierno fue de 29,2 Ind.L⁻¹ aumentando a 63 Ind.L⁻¹ en verano. Los huevos de corixidae muestran una alta abundancia en invierno, con 118,2 Ind.L⁻¹, que disminuye a 37,5 Ind.L⁻¹ en verano.

Los hydropsycha está ausente durante el invierno y muestra una baja abundancia de 1.5 Ind.L⁻¹ en verano. Las larvas de pez tienen una abundancia de 0,71 Ind.L⁻¹ en invierno y están ausentes durante el verano. Los ostrácodos muestran una baja abundancia en invierno, con 4 Ind.L⁻¹, que aumenta a 22,5 Ind.L⁻¹ en verano. Los poliquetos tienen una baja abundancia de 0,28 Ind.L⁻¹ en invierno y 5,25 Ind.L⁻¹ en verano. Los turbelarios tienen una abundancia de 1,57 Ind.L⁻¹ en invierno y 3 Ind.L⁻¹ en verano (Figura 8).

En el evaporador 12 de más alta salinidad el grupo de los hydropsycha, registró una densidad poblacional de 197 Ind.L⁻¹ en verano en comparación con 0 Ind.L⁻¹ en invierno. Indicando que este grupo puede estar más activo o tener condiciones más favorables para su reproducción durante el verano.

Sin embargo, también hay especies que muestran densidades poblacionales más altas en invierno en comparación con el verano. Por ejemplo, corixidae tiene una densidad poblacional de 204 Ind.L⁻¹ en invierno, mientras que en verano la densidad fue de 55,2 Ind.L⁻¹. Esto sugiere que esta especie puede estar mejor adaptada a las condiciones del invierno o puede tener estrategias reproductivas que se desencadenan durante esta estación (Figura 9).

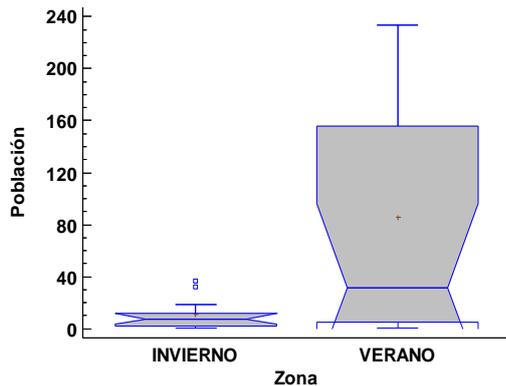


Figura 7.-Diferencias de distribución estacional del plancton en el Evaporador 2 entre invierno y verano.

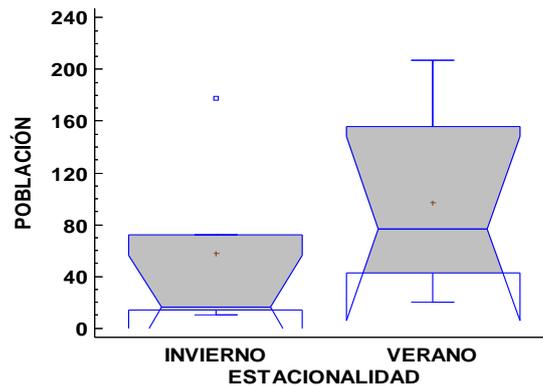


Figura 8.- Diferencias de distribución estacional del plancton en el Evaporador 8 entre invierno y verano.

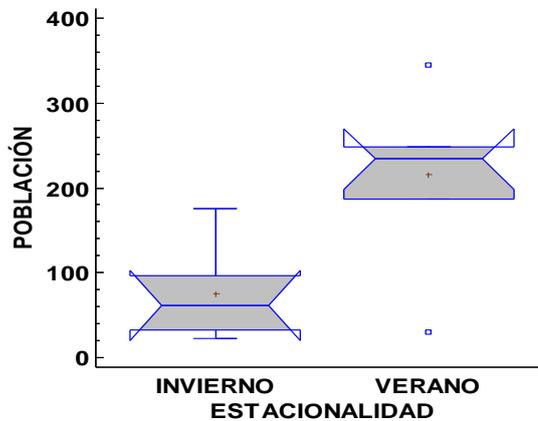


Figura 9.- Diferencias de distribución estacional del plancton en el Evaporador 12 entre invierno y verano.

Relación de las estructuras comunitarias entre los evaporadores 2, 8 y 12 durante el periodo de invierno

Durante el análisis de las comunidades de zooplancton en los evaporadores durante el invierno, se observó que el modelo de escalamiento multidimensional (*nMDS*) mostró un ajuste notable, con un bajo valor de estrés de 0,047. Este método reveló una distribución significativa entre los evaporadores 2, 8 y 12, el cual se caracterizó por una salinidad promedio de 39.058 psu y una temperatura de 29,6 °C. Es importante destacar que entre los tres evaporadores (2, 8 y 12), el evaporador 2 recibe agua directamente bombeada del mar. El análisis *nMDS* también reveló diferencias claras entre las poblaciones de zooplancton en los diferentes evaporadores, las cuales están vinculadas a los distintos gradientes de salinidad presentes en el complejo. Estas variaciones en la distribución y composición del zooplancton sugieren una respuesta directa a las condiciones ambientales específicas de cada evaporador. Este hallazgo subraya la importancia de considerar tanto la salinidad como otros factores

ambientales al estudiar las comunidades de zooplancton en ambientes acuáticos, especialmente en sistemas altamente dinámicos como los evaporadores (Figura 10).

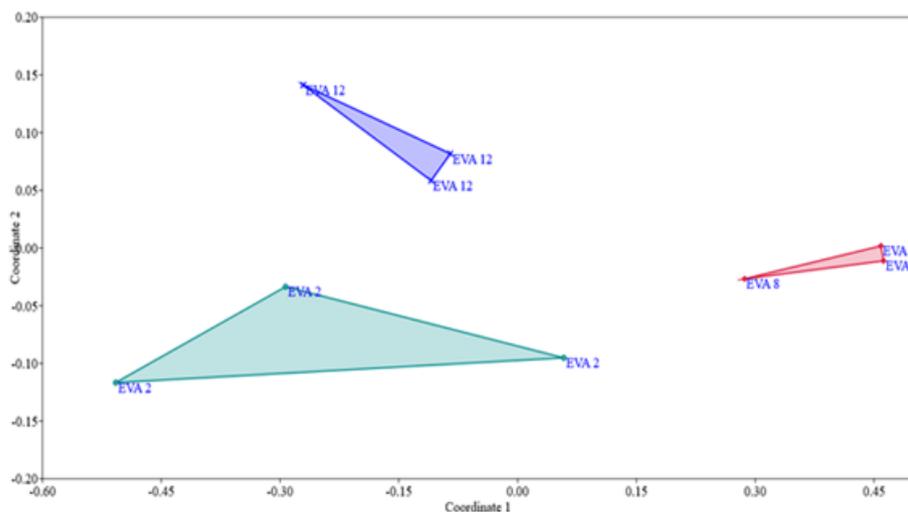


Figura 10. Ordenamiento *nMDS* de las densidades zooplanctónicas en los evaporadores 2, 8 y 12 durante el invierno y verano.

El análisis de similitud *ANOSIM*, realizado utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, entre las comunidades zooplanctónicas en cada evaporador, ha arrojado resultados significativos que revelan la estructura y la variabilidad de estas comunidades en relación con los distintos ambientes acuáticos. El valor global de *R* obtenido fue de 0,73, indicando una distancia moderada entre las comunidades zooplanctónicas en los evaporadores.

La significancia estadística obtenida con un valor de $p=0,0064$ refuerza aún más la conclusión de que existen diferencias significativas entre los evaporadores durante la época de invierno. Esto significa que las comunidades zooplanctónicas no son homogéneas entre los diferentes evaporadores, lo que sugiere que cada uno de ellos puede albergar condiciones ambientales únicas que afectan la composición y la estructura del zooplancton.

La aplicación de la técnica *SIMPER* ha permitido identificar los principales contribuyentes a la disimilitud entre las comunidades zooplanctónicas con una disimilitud global del 67,83% registradas entre los evaporadores 2, 8 y 12. En la comparación entre los evaporadores 2 y 8, se observa que los huevos de corixidos son el grupo dominante, contribuyendo significativamente con un 66,28 % a la disimilitud, seguidos de los turbelarios (11,84 %), poliquetos (9,45 %), ostrácodos (6 %), e isópodos (3,1 %). Otros grupos, como *hydropsyche*, nemátodos, larvas de decápoda y larvas de pez, también contribuyen en menor medida.

Por otro lado, al comparar los evaporadores 2 y 12, los turbelarios son el grupo más destacado, con un 30,71 % de contribución a la disimilitud, seguidos de los huevos de corixidos (23,05 %), poliquetos (18,14 %), ostrácodos (14,75 %) e isópodos (6,53 %). Nuevamente, otros grupos como *hydropsyche*,

nemátodos, larvas de decápoda y larvas de pez también tienen una participación menor en la disimilitud.

Finalmente, al comparar los evaporadores 8 y 12, los huevos de corixidos continúan siendo el grupo principal, contribuyendo con un 65,48 % a la disimilitud, seguidos de los turbelarios (29,68 %) y ostrácodos (3,5 %). Poliquetos, larvas de pez, larva de decápoda y *Penillia avirrostris* tienen una contribución aún menor en esta comparación.

En el evaporador EVA-8, con una temperatura ligeramente más alta de 31,1°C y una salinidad de 54,3 psu, los organismos más abundantes fueron las Artemias, los huevos de corixidae y los copépodos calanoides. Estos organismos pueden estar beneficiándose de la salinidad más alta, mientras que la temperatura sigue siendo tolerable para su desarrollo. A pesar de un aumento en el nivel de oxígeno disuelto (1,0 mg/L), la presión salina podría estar afectando la diversidad de especies, como sugiere la ausencia de algunos organismos menos tolerantes. Los niveles de fosfato (3,7 mg/L) son similares a los del evaporador anterior.

En el evaporador EVA-12, con la temperatura más alta de 32,2 °C y una salinidad significativamente mayor de 106,8 psu, los organismos más abundantes fueron las Artemias, los corixidae y los turbelarios. Estos organismos parecen estar adaptados a condiciones extremas de salinidad y temperatura. A pesar de la baja concentración de oxígeno disuelto (0,6 mg/L), algunas especies han logrado mantener poblaciones significativas. Los niveles de fosfato son más altos (6,2 mg/L), lo que puede estar contribuyendo al aumento de la biomasa en este entorno extremo (Figura 11).

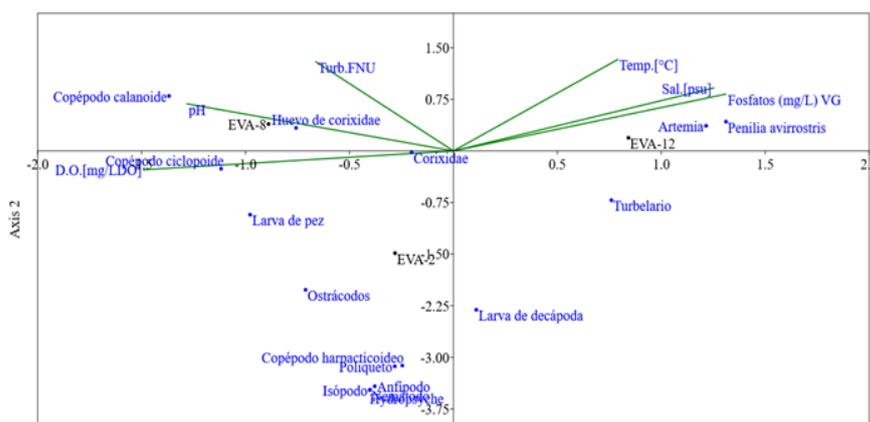


Figura 11. Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los evaporadores 2, 8 y 12 durante el periodo de invierno.

Relación de las estructuras comunitarias entre los evaporadores 2, 8 y 12 durante el periodo de verano

Para el análisis de las comunidades de zooplancton en los evaporadores en verano, se utilizó el modelo de escalamiento multidimensional (*nMDS*) para comprender la distribución y la composición de estas comunidades. Los resultados revelaron un ajuste aceptable del modelo *nMDS*, con un bajo valor de

estrés de 0,12; lo que sugiere que este método proporciona una representación fiel de la variabilidad entre los evaporadores. Además, se observó una distribución moderada entre los evaporadores 2, 8 y 12, con condiciones ambientales promedio de salinidad de 55,29 psu y temperatura de 25,64 °C. Es notable que el evaporador 2, de los tres considerados, recibe agua casi directamente del mar durante el proceso de bombeo, lo que podría influir en su composición zooplanctónica.

El análisis *nMDS* también identificó diferencias claras entre las poblaciones de zooplancton en los diferentes evaporadores, lo que sugiere una respuesta directa a los gradientes de salinidad presentes en el complejo. Estas variaciones en la distribución y composición del zooplancton resaltan la importancia de considerar tanto la salinidad como otros factores ambientales al estudiar estos organismos en entornos acuáticos extremos, estos hallazgos tienen implicaciones significativas para comprender el impacto de las actividades humanas, como el bombeo de agua marina, en la estructura y función de los ecosistemas acuáticos (Figura 12).

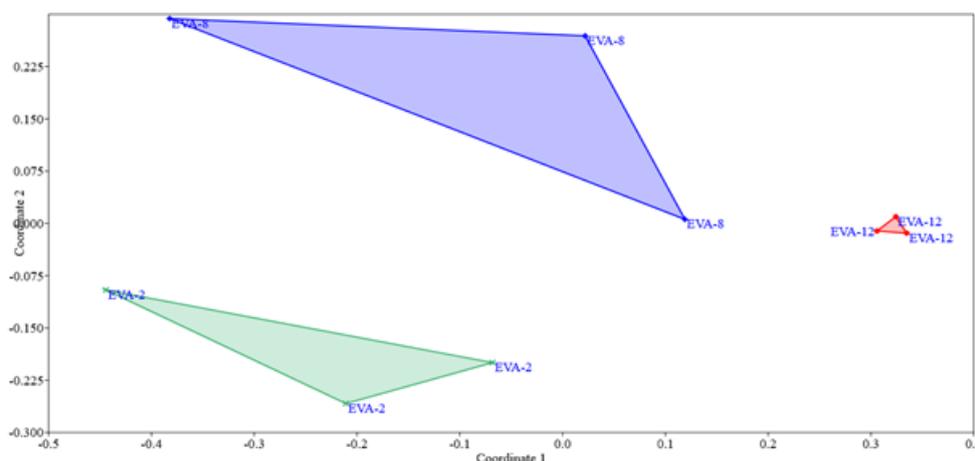


Figura 12.- Ordenamiento *nMDS* de las densidades zooplanctónicas en los evaporadores 2, 8 y 12 durante el verano.

El análisis de similitud *ANOSIM*, aplicado al estudio de las comunidades zooplanctónicas en los evaporadores, ha proporcionado una visión sobre la estructura y la variabilidad de estos ecosistemas acuáticos extremos. El valor global de *R* obtenido, situado en 0,67, indica una distancia moderada entre las comunidades zooplanctónicas en los diferentes evaporadores. Este resultado, de importancia sustancial, sugiere la presencia de similitudes y al mismo tiempo, diferencias significativas entre estas comunidades, las cuales pueden estar influenciadas por diversos factores ambientales como la salinidad y la temperatura.

La significancia estadística, destacada por un valor de $p = 0,0043$, refuerza aún más la conclusión de que existen diferencias significativas entre los evaporadores durante la época de verano. Este hallazgo resalta la no homogeneidad de las comunidades zooplanctónicas entre los diferentes evaporadores, lo que indica la presencia de condiciones ambientales únicas en cada uno de ellos. Estas condiciones

pueden ejercer una influencia determinante en la composición y la estructura del zooplancton, lo cual subraya la importancia de considerar la diversidad de factores ambientales al analizar estos ecosistemas acuáticos.

El *ANOSIM* resalta la importancia de comprender las diferencias significativas entre las comunidades zooplanctónicas en los evaporadores durante el verano. Estos resultados no sólo proporcionan información crucial sobre la biodiversidad y la estructura de estos ecosistemas, sino que también enfatizan la necesidad de implementar estrategias de gestión y conservación adaptadas a las particularidades de cada evaporador para garantizar la salud y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.

El análisis de disimilitud de *SIMPER* mostró un promedio general de 64,13 %, en comparación entre los evaporadores 2 y 8 se registraron varias taxas representadas por anfípodos con 20,54 % de disimilitud, turbelarios con 14,38%, huevos de corixidos con 13,38 %, corixidae adultos con 11,76 %, poliquetos con 10,69 %, copépodos calanoides con 8,48% de disimilitud, ostrácodos con 7,5 %, hydropsyche (4,4 %), artemia (4,42 %), huevos de artemia (3,4 %) y en menores porcentajes se reportaron a oligoquetos, copépodos ciclopoideos, tanaidaceos y larvas de gusanos con un promedio de 0,22 % respectivamente.

Entre los evaporadores 2 y 12 se registraron varios grupos, entre ellos se reporta a corixidae con 18.9 % de disimilitud, artemias (15,92 %), hydropsyche (13,88 %), anfípodos (11,12 %), huevos de corixidos (9,6 %), turbelarios (8,4 %), huevos de artemias (6,9%), poliquetos (6,1%), ostrácodos (3,9 %), copépodos calanoides (2,8 %), dípteros (1,23 %), en menores porcentajes de disimilitud se registraron a isópodos, copépodos ciclopoideos, oligoquetos, larvas de pez, taniaceos y larvas de gusanos con un promedio de 0,16 respectivamente.

Comparando la disimilitud entre los evaporadores 8 y 12 se puede mencionar que las artemias contribuyen con un 21,21 % de disimilitud, corixidos con 18,23 %, hydropsyche (17,83 %), huevos de corixidos con 14,51 %, huevos de artemias con 9,37%, copépodos calanoides con 7,1 %, ostrácodos 6,9 %, dípteros 1,7 %, turbelarios 1,1 % y en menores concentraciones se reportaron a isópodos, anfípodos, oligoquetos, poliquetos, copépodos ciclopoideos, larvas de pez que junto reportaron 1,7 % de disimilitud.

El *ACC* durante el verano demostró que en el evaporador EVA-2, se observa una temperatura promedio de alrededor de 25 °C y una salinidad de aproximadamente 34 psu. Además, se registra la presencia de varios organismos, como anfípodos, Artemia, copépodos y corixidae, con densidades poblacionales que varían entre las diferentes muestras. Cabe mencionar que en este evaporador presenta una correlación inversa de algunos grupos representados por larvas de gusano, anfípodos,

poliquetos, turbelarios, copépodos (calanoides como ciclopoideos), ostrácodos y oligoquetos con las variables abióticas.

En el evaporador EVA-8, la temperatura promedio es similar a la del EVA-2, pero la salinidad es significativamente más alta, alrededor de 46 psu. Aquí, se observa una mayor diversidad de organismos, incluyendo larvas de pez, larvas de gusano y tanaidáceos, aunque las densidades poblacionales pueden variar considerablemente entre las muestras, presentando una correlación moderada para las variables abióticas.

Por otro lado, en el evaporador EVA-12, se observa una salinidad aún más alta, superando los 80 psu, y temperaturas que alcanzan los 25 °C en promedio. Aquí, se registran densidades poblacionales relativamente altas de organismos como ostrácodos, poliquetos y turbelarios, además de una mayor variabilidad en la presencia de otros organismos como larvas de pez y larvas de decápodos, cabe mencionar que en el análisis de ACC se registra una correlación fuerte para la salinidad, pH, oxígeno disuelto, temperatura y fosfatos (Figura 13).

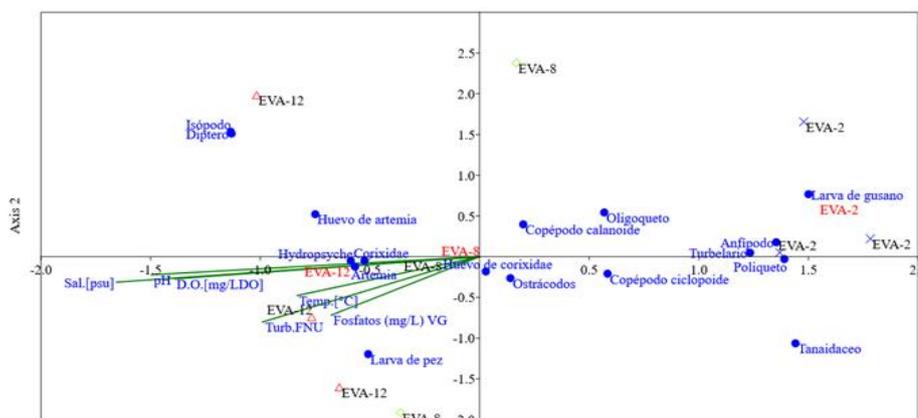


Figura 13.- Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los evaporadores 2, 8 y 12 durante el periodo de verano.

CONCLUSIONES

El aumento de anfípodos en verano (108,4 vs. 27,77 Ind.L⁻¹) concuerda con estudios en lagunas alcalinas de Argentina, donde *Boeckella poopuensis* y *Daphnia menucoensis* exhiben picos estivales vinculados a temperaturas óptimas y disponibilidad de fitoplancton [13]. En contraste, la leve disminución de *Artemia spp.* En verano a 6,66 Ind.L⁻¹ a 6,49 Ind.L⁻¹ durante el invierno, difiere de reportes en lagunas salinas en Chile, donde su abundancia suele maximizarse en verano debido a ciclos reproductivos cortos [15]. Esta discrepancia podría explicarse por competencia con anfípodos o estrés térmico local, sin embargo, la presencia de *Artemia salina* aumentó exponencialmente cuando la salinidad se incrementó en el evaporador ocho con 51,43 psu y en el evaporador 12 con 105,63 psu, concordando con estudios realizados por [2] donde menciona que a una salinidad superior a 80 g.L⁻¹.

90 g.L⁻¹, los nauplios y los adultos de *Artemia salina* aparecieron en abundancia en el plancton y el bento.

Los copépodos calanoides mostraron un incremento en verano con 75,49 vs. 4,99 Ind.L⁻¹ que se registraron en invierno, en comparación con estudios realizados en lagos patagónicos fueron similares [30]. Sin embargo, la ausencia de ciclopoideos y harpacticoides en verano contrasta con su presencia invernal (8,33 Ind.L⁻¹), un patrón reportado en humedales bolivianos [31], donde estas especies toleran bajas temperaturas, pero son desplazadas por depredadores en verano. La reducción de corixidae adultos en verano a 5 Ind.L⁻¹ vs. 19.4 Ind.L⁻¹ en invierno, sin embargo, el incremento de sus huevos (147 Ind.L⁻¹ vs. 14.44 Ind.L⁻¹) sugiere un ciclo reproductivo estacional, coincidente con estudios en Brasil. [7]

La ausencia de anfípodos en invierno en el evaporador 8 y su aparición en verano (8 Ind.L⁻¹) respalda la hipótesis de limitación térmica. El aumento en abundancia de *Artemia* (6 Ind.L⁻¹ en invierno vs. 0 en verano) podría deberse a migración o mortalidad por hipersalinidad estival, fenómeno observado en marismas argentinas [30]. En el evaporador 12, la alta densidad de *hydropsyche* en verano (197 Ind.L⁻¹) distribuidas por su hipersalinidad de sus aguas sugiere adaptación a salinidades extremas, un hallazgo único no reportado en otros sistemas sudamericanos.

Los patrones poblacionales observados en los evaporadores de Ecuasal (evaporador 12 con salinidad promedio de 105,8 psu) donde la *Artemia sp.* es dominante, coinciden con lo registrado en un lago hipersalino ubicado en Irán que sustentan vida como el camarón de salmuera (*Artemia urmiana*) y otras formas de vidas incluidas las algas, aves, reptiles, anfibios y mamíferos [1], donde la estacionalidad gobierna la estructura trófica.

Financiamiento: La investigación no contó con financiamiento externo.

Conflicto de intereses: No existen conflictos.

Referencias Bibliográficas

1. Asem A, Eimanifar A, Djamali M, De los Rios P, Wink M. Biodiversity of the Hypersaline Urmia Lake National Park (NW Iran). *Diversity*. [Internet].2014 [citado 2 abril 2025];6(1). P.102-132. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272291665_Biodiversity_of_the_Hypersaline_Urmia_Lake_National_Park_NW_Iran_/doi:10.3390/d6010102.
2. Anufrieva E, Kolesnikova E, Revkova T, Latushkin A, Shadrin N. Human-Induced Sharp Salinity Changes in the World's Largest Hypersaline Lagoon Bay Sivash (Crimea) and Their

- Effects on the Ecosystem. *Water*. [Internet].2022 [citado 1 abril 2025];14(3):403. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/358185333_Human-Induced_Sharp_Salinity_Changes_in_the_World's_Largest_Hypersaline_Lagoon_Bay_Siva_sh_Crimea_and_Their_Effects_on_the_Ecosystem / doi:10.3390/w14030403.
3. Andrade Salazar SG, Andrade Ruiz EC, Cornejo Rodríguez MH, Salavarría Palma EA, Agreda AE, Vera Palacios BM. Composición y abundancia del Fitoplancton en relación con los gradientes salinos en ecosistemas hipersalinos. *Rev Acta Oceanogr Pacífico*. [Internet].2024[citado 2 abril 2025];6(2). Disponible en: <https://actaoceanografica.inocar.mil.ec/index.php/raop/article/view/80> /doi:10.54140/raop.v6i2.80.
 4. Ágreda A. Plan de Conservación de las Piscinas Artificiales de Ecuasal y Estudio de Capacidad de Carga Turística. [Internet]. UNIGRAF; 2012. [citado 12 marzo 2025]; Disponible en: https://avesconservacion.org/wp-content/uploads/2021/11/5-LIBRO_Plan_de_Accin_WEB.pdf
 5. Abatzopoulos TJ, Beardmore J, Clegg JS, Sorgeloos P, editors. *Artemia: Basic and Applied Biology*. [Internet].Dordrecht: Springer; 2013[citado 7 marzo 2025]. (Biology of Aquatic Organisms; vol 1). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/279184752_Artemia_Basic_and_Applied_Biology
 6. Aladin NV, Potts WTW. Changes in the Aral Sea ecosystems during the period 1960–1990. *Hydrobiologia*. [Internet].1992 [citado 7 marzo 2025];237(1):67-79.Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257799140_Changes_in_water_volume_of_the_Aral_Sea_after_1960 / doi:10.1007/BF00016032.
 7. Barbosa JEL, Medeiros ESF, Brasil J, Cordeiro RDS, Crispim MCB, Silva GHD. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnol Bras*. [Internet]2012[citado 2 abril 2025]; 24:103-118. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/alb/a/RvqVdFdmJTtK3YcBpVbRjrj/> doi:10.1590/S2179-975X2012005000030.
 8. Boltovskoy D. *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*. [Internet] Museo Argentino; 1981. [citado 12 marzo 2025]. Disponible en: <https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/6075426> /<https://es.scribd.com/document/699414683/Atlas-Zooplancton-Mar-Suroccidental-Inidep-Demetrio-Boltoskoy-1981-3>
 9. Boyer J, Fourqueran J, Jones R. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: zones of similar influence. [Internet]; *Estuaries*.

- 1997; [citado el 30 marzo 2025]; 20(4):743-758. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/226172721_Spatial_Characterization_of_Water_Quality_in_Florida_Bay_and_Whitewater_Bay_by_Multivariate_Analyses_Zones_of_Similar_Influence
10. Conover WJ. *Practical Nonparametric Statistics*. [Internet]. 2nd ed. John Wiley and Sons; 1980. [citado 31 marzo 2025]. Disponible en: https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/nonparametric_statistics_a_step-by-step_approach.pdf
11. Clegg JS. Embryos of *Artemia franciscana* survive four years of continuous anoxia: The case for complete metabolic rate depression. *J Exp Biol*. [Internet]. 1997 [citado 7 marzo 2025]; 200(3):467-475. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/13905148_Embryos_of_Artemia_franciscana_survive_four_years_of_continuous_anoxia_The_case_for_complete_metabolic_rate_depression
12. Echaniz SA, Vignatti AM, Cabrera G. Caracterización limnológica y dinámica del zooplancton de un lago somero hipersalino de la provincia de La Pampa: la laguna Utracán [Internet]. 2012. [citado 11 marzo 2025]; Disponible en: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/518>.
13. Echaniz SA, Vignatti AM. The zooplankton of the shallow lakes of the semi-arid region of southern South America. *Ann Limnol*. [Internet]. 2017 [citado 1 abril 2025]; 53:345-360. Disponible en: https://www.limnology-journal.org/articles/limn/full_html/2017/01/limn170025/limn170025.html / [doi:10.1051/limn/2017017](https://doi.org/10.1051/limn/2017017).
14. Gasca R, Suárez E. *Introducción al Estudio del Zooplancton Marino*. ECOSUR/CONACYT; 1996.
15. Gajardo GM, Beardmore JA. The brine shrimp *Artemia*: Adapted to critical life conditions. *Front Physiol*. [Internet]. 2012. [citado 10 marzo 2025]; p.3-185. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228071932_The_Brine_Shrimp_Artemia_Adapted_to_Critical_Life_Conditions / [doi:10.3389/fphys.2012.00185](https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00185).
16. Green AJ, Sánchez MI. Spatial and temporal variation in the diet of marbled teal (*Marmaronetta angustirostris*) in the western Mediterranean. *Bird Study*. [Internet]. 2003. [citado 6 marzo 2025]; 50(2):153-160. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233010748_Spatial_and_temporal_variation_in_the_diet_of_Marbled_Teal_Marmaronetta_angustirostris_in_the_western_Mediterranean_This_globally_threatened_species_is_less_dependent_on_invertebrates_and_more_depende

17. Hammer UT. Saline Lake Ecosystems of the World. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers; 1986 [citado 6 marzo 2025] (Monographiae Biologicae; vol. 59). Disponible en: <https://link.springer.com/book/9789061935353>
18. Herbst DB. Gradients of salinity stress, environmental stability and water chemistry as a templet for defining habitat types and physiological strategies in inland salt waters. [Internet]. In: Melack JM, Jellison R, Herbst DB, editors. Saline Lakes. Dordrecht: Springer; 2001. [citado 9 marzo 2025]. p. (209-219). (Developments in Hydrobiology; vol. 162). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/225461339_Gradients_of_salinity_stress_environmental_stability_and_water_chemistry_as_a_templet_for_defining_habitat_types_and_physiological_strategies_in_inland_salt_waters /doi:10.1007/978-94-017-2934-5_19.
19. Horváth Z, Vad CF, Ptacnik R. Wind dispersal results in a gradient of dispersal limitation and environmental match among discrete aquatic habitats. *Ecography*. [Internet].2016[citado 11 marzo 2025];39(8):726-732. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281289676_Wind_dispersal_results_in_a_gradient_of_dispersal_limitation_and_environmental_match_among_discrete_aquatic_habitats /doi:10.1111/ecog.01685.
20. Jellison R, Williams WD, Timms B, Alcocer J, Aladin NV. Salt lakes: values, threats and future. *Aquatic Ecosystems*. [Internet] 2008, septiembre; [citado 10 marzo 2025]:94-110. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292323349_Salt_lakes_Values_threats_and_future / DOI: 10.1017/CBO9780511751790.010
21. Jeppesen E, Brucet S, Naselli-Flores L, et al. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and salinity. *Hydrobiologia*. 2015;750(1):201-227. https://www.researchgate.net/publication/272886216_Ecological_impacts_of_global_warming_and_water_abstraction_on_lakes_and_reservoirs_due_to_changes_in_water_level_and_related_changes_in_salinity / doi:10.1007/s10750-014-2169-x.
22. Kjerfve B. Coastal lagoons. In: *Elsevier Oceanography Series*. Vol 60. Amsterdam: Elsevier; [Internet]1994. [citado 6 marzo 2025]. p. 1-8. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Bjoern-Kjerfve/publication/277683977_Chapter_1_Coastal_Lagoons/links/5ae2dd2eaca272fdaf8fc989/Chapter-1-Coastal-Lagoons.pdf

23. Mirabdullayev IM, Joldasova IM, Mustafaeva ZA, et al. Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline water body. [Internet]. *J Mar Syst.* 2004.[citado 11 marzo 2025];47(1-4):101-107. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/271996594_Succession_of_the_ecosystems_of_the_Aral_Sea_during_its_transition_from_oligohaline_to_polyhaline_water_body / DOI:10.1016/J.JMARSYS.2003.12.012
24. Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments.* [Internet].3rd ed. Wiley; 1997. [citado el 30 marzo, 2025]; Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Farshad-Fattahi/post/Need-the-procedure-for-critical-limit-fixation/attachment/59d6459179197b80779a0aa7/AS%3A453901993418752%401485230076186/download/Douglas-C.-Montgomery-Design-and-Analysis-of-Experiments-Wiley-2012.pdf>
25. Oren A. Halophilic Microbial communities and Their Environments. *Curr Opin Biotechnol.* Epub [Internet].2015 [citado 12 marzo 2025]. Jun; 33:119-24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25727188/doi:10.1016/j.copbio.2015.02.005>
26. Reati GJ, Florín M, Fernández GJ, Cáceres JO, Pizarro MJ, Contreras AM. The Laguna de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina): [Internet]. A little known, secularly fluctuating, saline lake. *Int J Salt Lake Research.* [citado 10 marzo 2025];1996; 5:187-219. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/226135875_The_Laguna_de_Mar_Chiquita_Cordoba_Argentina_A_little_known_secularly_fluctuating_saline_lake / doi:10.1007/BF01997137.
27. Rodríguez CM, Bio A, Amat F, Vieira N. Artisanal salt production in Aveiro/Portugal An ecofriendly process. [Internet] *Saline Syst. Aquat. Biosyst.* 7, 3 (2011) [citado 12 marzo 2025]. Disponible en: <https://aquaticbiosystems.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-1448-7-3> / <https://doi.org/10.1186/1746-1448-7-3>
28. Schagerl M, Burian A, Gruber-Dorninger M, Oduor SO, Kaggwa MN. Algal communities of Kenyan soda lakes with a special focus on *Arthrospira fusiformis*. *Fottea.* [Internet].2015[citado 11 marzo 2025];15(2):245-257. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282817956_Algal_communities_of_Kenyan_soda_lakes_with_a_special_focus_on_Arthrospira_fusiformis / doi:10.5507/fot.2015.012.
29. Tregouboff G, Rose M. *Manual de Planctonologie Méditerranéenne.*[Internet] Centre National de la Recherche Scientifique; 1957 [citado el 27 de marzo,2025]; Disponible en: <https://archive.org/details/ManuelDePlanctonologieMditerranenneTomoII/Manuel%20de%2>

- [Oplanctonologie%20m%C3%A9diterran%C3%A9enne%20Tomo%20II/page/n215/mode/2u pp., 1-218p.](#)
30. Vignatti AM, Echaniz SA, Cabrera GC, Mancini M, Salinas V. Dinámica estacional del zooplancton y su relación con los factores ambientales en el lago urbano Dalcar (Córdoba, Argentina). *Rev Mus Argent Cienc Nat.* [Internet].2018 [citado 2 abril 2025];20(2):297-309. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330370141_Dinamica_estacional_del_zooplancton_y_su_relacion_con_los_factores_ambientales_en_el_lago_urbano_Dalcar_Cordoba_Argentina/citations/doi:10.22179/REVMACN.20.594.
31. Williams WD, Carrick TR, Bayly I, Green J, Herbst DB. Invertebrates in salt lakes of the Bolivian Altiplano. *Int J Salt Lake Res.* [Internet]. 1995 [citado 2 abril 2025];4(1):65-77. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/David-Herbst/publication/225826946_Invertebrates_in_salt_lakes_of_the_Bolivian_Altiplano/links/5511a0870cf268a4aae82d82/Invertebrates-in-salt-lakes-of-the-Bolivian-Altiplano.pdf / [doi:10.1007/BF01992415](https://doi.org/10.1007/BF01992415).
32. Williams WD. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. *Hydrobiologia.*[Internet].1998;[citado 7 marzo 2025].381(1-3):191-201. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1003287826503>
33. Wurtsbaugh WA, Miller C, Null SE, et al. Decline of the world's saline lakes. *Nat Geosci.* [Internet]. 2017 [citado 7 marzo 2025];10(11):816-821. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320578223_Decline_of_the_world's_saline_lakes/doi:10.1038/ngeo3052.
34. Zar JH. *Biostatistical Analysis.* [Internet].5th Edition. Prentice-Hall; 2010. [citado 7 de marzo 2025].P.255. Disponible en: <https://bayesmath.com/wp-content/uploads/2021/05/Jerrold-H.-Zar-Biostatistical-Analysis-5th-Edition-Prentice-Hall-2009.pdf>

/ Received: [12 enero 2025] | **Accepted:** [4 febrero 2025] | **Published:** [15 marzo 2025] |

Citation: Andrade, C., Cornejo-Rodríguez, M., Salavarría-Palma, E., Duque-Marín, R. Cambios estacionales en los ensamblajes de zooplancton a través de gradientes extremos de salinidad-temperatura en ambientes hipersalinos 2025.Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.8

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication

under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

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

QUINA (*Cinchona officinalis*) *Extract Full Spectrum*

RECOMENDADO

Anemia, Asma, Cáncer, Colitis, Estreñimiento, Gastritis, Malaria, Obesidad, Paludismo, Ulceras. Antiséptico, Astringente, Antioxidante, Antibiótico, Anestésico, Digestivo, Febrífugo, Tónico. Lavado de heridas y úlceras, fortalece el sistema inmunológico y ayuda a abrir el apetito. Alivia dolores y malestares menstruales, dolor de dientes, estómago y cabeza.

NOT. SAN. 26001-ALN-0620.

CONTACTO

Dr. Julio Pineda Insuasti, PhD

info.biodiversity@gmail.com, Cel. 099 5797813. Ibarra–Ecuador

19/4/2025

info.biodiversity@gmail.com



45

9 Estrategia pedagógica para la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Pedagogical strategy for developing research competency in the Medicine program at the Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

M. Sc. Denise Contreras Zapata

Universidad Andina Simón Bolívar, Bolivia;

dennycz@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7912-7095>

DOI. 10.70373/RB/2025.10.01.9

Resumen

Se diseñó una estrategia pedagógica para la formación de la competencia investigativa en estudiantes de la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, como una propuesta de solución a las limitaciones detectadas en una evaluación diagnóstica. El objetivo va dirigido a comprobar la efectividad de la estrategia, como instrumento práctico, a través de su aplicación parcial y la valoración de especialistas. Se emplearon métodos de investigación de nivel teórico y empírico para alcanzar el objetivo planteado, entre ellos el análisis documental, la entrevista y la escala de Likert. Se logró corroborar la factibilidad de implementar una estrategia pedagógica para la formación de competencias investigativas. Se concluye que la propuesta es un modelo innovador que aborda las deficiencias en la formación investigativa actual. Se organiza en tres etapas: preparación, ejecución y evaluación, garantizando así una implementación integral de los objetivos pedagógicos. Esta estrategia considera las necesidades específicas de los estudiantes y las exigencias del entorno social y profesional en el que trabajarán los futuros médicos. La introducción parcial de esta propuesta muestra gran aceptación, indicando su relevancia y potencial para mejorar la formación integral de los estudiantes, fortaleciendo sus competencias investigativas y clínicas en el proceso.

Palabras clave: estrategia pedagógica; formación de competencia investigativa, competencia investigativa en la carrera medicina

Abstract

A pedagogical strategy was designed to develop investigative competency in medical students at the Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, as a proposed solution to the limitations identified in a diagnostic evaluation. The objective was to verify the effectiveness of the strategy as a practical tool through its partial application and the assessment of specialists. To achieve the stated objective, theoretical and empirical research methods were used, including documentary analysis, interviews, and the Likert scale. The feasibility of implementing a pedagogical strategy for the development of investigative competencies was corroborated. It is concluded that the proposal is an innovative model that addresses the deficiencies in current investigative training. It is organized into three stages: preparation, execution, and evaluation, thus ensuring the comprehensive implementation of the pedagogical objectives. This strategy considers the specific needs of students and the demands of the

social and professional environment in which future physicians will work. The partial introduction of this proposal has shown great acceptance, indicating its relevance and potential to improve students' comprehensive training, strengthening their research and clinical skills in the process.

Keywords: pedagogical strategy; development of research competence, research competence in the medical career

Introducción

La formación integral de los estudiantes de la carrera de Medicina busca la interrelación y la sistematización de conocimientos, en el vínculo con las habilidades profesionales y los valores, complementándose en el modo de actuación profesional, combinando componentes académicos, laborales e investigativo, integrando la ciencia y la formación del universitario.¹

Las universidades médicas tienen la tarea de formar profesionales altamente calificados como requisito para la excelencia de la calidad en la salud pública. De ahí que se le brinda gran interés al proceso de formación de competencias investigativas en los estudiantes.² El estudiante de Medicina no se limita a un rol puramente asistencial; también se prepara para desarrollar competencias en todas las áreas en las que puede desempeñarse como un profesional de la salud.

Las oportunidades para investigar en los campos clínico, biomédico, básico, de salud pública y educativa deben ofrecerse tanto en las actividades curriculares como en las extracurriculares. Se recomienda no centrarse solamente en la impartición de asignaturas relacionadas con la metodología de la investigación y brindar oportunidades para que los estudiantes sean partícipes de las actividades investigativas³. Desde el pregrado, el estudiante debe interrelacionarse con docentes investigadores, con investigadores dedicados exclusivamente a esa labor; se debe estimular la publicación de artículos; incentivar su participación en redes nacionales e internacionales. Tales experiencias desde el pregrado le permitirán desenvolverse mejor en su vida profesional y, si decide dedicarse a la docencia, estará mejor preparado para contribuir a la producción científica de su institución, sin la necesidad de esperar un incentivo económico por su producción⁴. Estas actividades permiten formar las competencias investigativas del estudiante de forma gradual, a través de las actividades curriculares y extracurriculares de un plan de estudios.⁵

La investigación en los estudiantes de Medicina, como un componente central en su formación, tiene como objetivo desarrollar competencias que les permitan: pensar de manera crítica y creativa, abstraer, analizar, discernir y sintetizar información; abordar un objeto de conocimiento utilizando las categorías teóricas de las diferentes disciplinas; contrastar y validar conocimientos para aplicarlos en situaciones prácticas; contextualizar las técnicas de investigación; identificar, plantear y resolver problemas; buscar, procesar y analizar información de diversas fuentes; así como formular y gestionar proyectos.

El proceso de formación de competencias investigativas consta de cuatro etapas: diagnóstico del proceso de formación de competencias investigativas, organización sistemática del trabajo metodológico en la carrera de medicina, definición de las competencias investigativas necesarias

para formar en los estudiantes y propuesta de acciones según los objetivos y definición de los indicadores y criterios de medidas.⁶

El médico general o especialista, que se forma en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), está llamado a ser un profesional con competencias para desarrollarse científica, académica y gerencialmente; que practique su profesión con valores éticos, priorizando los problemas dominantes de la salud y las necesidades sociales de la población boliviana en el marco de las políticas de salud. Sin embargo, se ha constatado una pobre participación de los estudiantes en investigaciones, siendo prácticamente nula en los dos primeros años de la carrera; las actividades prácticas que se realizan en las asignaturas no proporcionan al alumno una imagen adecuada de la experimentación ni de la investigación científica y los trabajos de cursos, proyectos, así como algunos trabajos de culminación de estudio carecen de un enfoque científico adecuado.⁷

Esto evidencia que el desempeño de los estudiantes aun no cumple con las demandas y exigencias actuales en el campo investigativo. Se devela, por tanto, una contradicción dada entre las exigencias sociales que demanda el desempeño de los estudiantes de Medicina para garantizar la atención médica a la población y las exigencias del proceso de formación del médico.

En la carrera de Medicina de la UMSA, el proceso formativo debe evolucionar de un enfoque tradicional de enseñanza hacia uno más flexible y creativo que enfatice la importancia de capacitar a los estudiantes para analizar y resolver problemas que tengan un impacto significativo en la vida de las personas. En este sentido, los educadores desempeñarán un papel fundamental como guías y facilitadores, mientras que los estudiantes serán los actores principales en su proceso formativo.

Es así, que se impone trabajar desde una visión pedagógica en la búsqueda de modelos y estrategias que, desde el proceso de enseñanza aprendizaje de todas las asignaturas, favorezcan la formación de competencias investigativas, basadas en actitudes, capacidades cognitivas, afectivas, promotoras de criticidad y compromiso ético, para el abordaje de situaciones propias del contexto social.

Tomando en consideración estos elementos, se diseñó una estrategia pedagógica para la formación de la competencia investigativa en estudiantes de la carrera objeto de estudio, como una propuesta de solución a las limitaciones presentadas anteriormente. En consecuencia, el objetivo del artículo se encamina a comprobar la efectividad de la estrategia, como instrumento práctico, a través de su aplicación parcial y la valoración de especialistas.

I. Diseño de la estrategia pedagógica

Esta estrategia pedagógica tiene como objetivo perfeccionar la formación de la competencia investigativa en el estudiante de Medicina en la UMSA, sustentada en la solución de problemas profesionales a partir de la contextualización del objeto de la profesión y un enfoque interdisciplinar. A través de la misma se pretende dar respuesta a una contradicción dada entre las exigencias sociales que demanda el desempeño de los estudiantes de Medicina para garantizar la atención médica a la población y las exigencias del proceso de formación del Médico.

El núcleo de la estrategia pedagógica se basa en la resolución de proyectos integradores de años y el proyecto de culminación de estudios o tesis de pregrado, los cuales posibilitan evaluar de forma escalonada el desempeño de los estudiantes en la solución de problemas reales de los servicios de salud, en el área comunitaria u hospitalaria. Aun cuando se concibe que la Disciplina Salud Pública (Disciplina de la carrera Medicina) juega un papel rector, el éxito de la estrategia está dado en el nivel de integración del resto de las disciplinas de la carrera en estos proyectos para dar solución a problemas del contexto y lograr la transformación deseada.

La estrategia pedagógica concibe la familiarización de los estudiantes con los componentes del proceso de investigación desde el primer año de la carrera con un enfoque interdisciplinar y participativo.

En la concepción de la estrategia pedagógica se tienen en cuenta varias dimensiones:

- Innovadora: fomenta el desarrollo de las potencialidades creativas e innovadoras de los estudiantes, prestando atención al respeto por su aprendizaje individual y al ritmo de cada uno.
- Experiencial: se centra en que el estudiante aplique lo que aprende y aprenda a investigar mediante la experiencia directa.
- Orientadora: se basa en un intercambio directo con los estudiantes, buscando atender sus diferencias individuales. Para lograr esto, es necesario realizar un diagnóstico continuo que establezca las bases para la orientación.

En la estrategia pedagógica a todos los años de la carrera y en su transversalidad se aprecian tres fases:

La áulica: ya que en todas las actividades que se programen en el entorno áulico deben contribuir, de una forma u otra, a la formación integral y armónica de los estudiantes tanto en los aspectos cognitivos, prácticos, volitivos y actitudinales.

La extra áulica: ya que la responsabilidad de la educación no se corresponde con un educador aislado, ni siquiera con el colectivo pedagógico de la escuela en cuestión, sino que tiene que comprometer a todos los participantes que ejercen sus influencias educativas.

La extraescolar: ya que el contenido de las actividades que se desarrollan en la universidad no es exclusivo del espacio universitario, sino son contenidos que se aprenden en la vida cotidiana, en la producción o los servicios.

La complejidad pedagógica de la estrategia se refiere a la interacción de diversos factores que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como los estudiantes, los docentes, los contenidos y el contexto educativo. En este sentido, requiere que los docentes adapten sus estrategias para responder a las necesidades cambiantes de los estudiantes y los desafíos del entorno educativo, fomentando un aprendizaje profundo, reflexivo y colaborativo. La complejidad pedagógica implica un enfoque integral que promueve el desarrollo de competencias críticas y autónomas en los estudiantes, preparándolos para enfrentar los retos del siglo XXI.⁸

Así mismo, la realización de un conjunto de acciones que conlleven a la solución de problemas profesionales científicos o los servicios del contexto, de forma tal que se facilite la motivación y disposición de los estudiantes para investigar desde el primer año, con actitud transformadora.

Se concibe al estudiante como protagonista de su proceso formativo, de ahí que la disposición de los mismos a desarrollar sus potencialidades para la investigación constituye un requisito indispensable, y desempeña un papel primordial el profesor – tutor científico, en su condición de orientador y mediador del aprendizaje de los estudiantes.

Otros requisitos esenciales para el desarrollo exitoso de la estrategia lo constituyen la preparación metodológica de los profesores involucrados en la formación investigativa del estudiante; la conformación de las tareas docentes, el vínculo a la práctica profesional a desarrollar desde el primer nivel; el trabajo educativo enfocado a trabajo en equipos, responsabilidad, liderazgo; existencia de la infraestructura necesaria para el desarrollo de la experimentación en la Universidad o en Unidades Docentes o hospitales, así como acceso a una base material de estudio actualizada y de gran visibilidad.

La estrategia se inserta en el trabajo metodológico de la carrera y busca aprovechar todas las posibilidades que brindan los procesos universitarios. La estrategia pedagógica diseñada se divide en tres etapas fundamentales:

- Etapa I: Preparación, diagnóstico y planeación.
- Etapa II: Ejecución.
- Etapa III: Evaluación.

A continuación se presenta una síntesis de los elementos esenciales a tener en cuenta en cada una de las etapas.

Etapas I: Preparación, diagnóstico y planeación.

Esta etapa tiene como objetivos:

1. Preparar al colectivo de carrera y sensibilizar a profesores y estudiantes con la estrategia para la formación de la competencia investigativa.
2. Diagnosticar el nivel inicial y final de la formación investigativa en los estudiantes.
3. Planear el proceso formativo. Identificar las situaciones problemáticas y los problemas de la investigación relacionados con el objeto de la profesión de la carrera de Medicina en el contexto.

En el proceso de sensibilización de profesores y estudiantes, se pueden realizar acciones tales como:

- Impartir charlas a los estudiantes para intercambiar sobre sus intereses y motivaciones respecto a su propio proceso de formación investigativa y donde se le incentive a su incorporación a la actividad científica, a proyectos liderados por profesores y otros.
- Intercambios con los estudiantes a través de conferencias, creación de grupos en redes de investigación, charlas, talleres, sobre el modelo del profesional del Médico donde se debe lograr la identificación con el objeto de la profesión médica.
- Desarrollo de talleres y charlas con especialistas de los servicios médicos, profesores del claustro reconocidos por su labor investigativa, jóvenes que se encuentran cursando maestrías o especialidades de posgrado, estudiantes de quinto año que se encuentran enfrascados en sus tareas del diseño de la investigación para el desarrollo de su trabajo de culminación de estudios, donde se haga énfasis en las situaciones problemáticas a las cuales se enfrentan.

De gran importancia resulta en este proceso involucrar a los profesores, especialistas del área asistencial e incluso estudiantes de años superiores que ya hayan obtenido resultados satisfactorios en tareas de investigación en su participación en las acciones de la estrategia, de tal forma que se impliquen en el proceso de formación de la competencia investigativa. En este sentido, se debe lograr que los estudiantes muestren disposición y reconozcan la importancia que reviste la investigación para transformar un problema profesional en su desempeño profesional.

Durante el diagnóstico inicial para la realización de la estrategia se deben recopilar evidencias sobre los saberes que posee el estudiante relativo a su formación investigativa y la preparación del claustro para enfrentar esta tarea.

La distinción de los niveles de desempeño o logro de la competencia, se realiza a partir de los criterios establecidos por Tobón⁹ en correspondencia con los ejes procesuales establecidos por la autora. Estos niveles son: Preformal, Receptivo, Resolutivo, Autónomo y Estratégico. El nivel estratégico es el que demuestra el mejor desempeño del estudiante.

A continuación se realiza la descripción de los niveles de desempeño, tomando como ejemplo el eje procesual 1, de los cuatro ejes procesuales que se establecieron, ellos son:

Eje procesual 1: Diseño de la investigación para la resolución de problemas profesionales

Eje procesual 2: Gestión del conocimiento y la información para la resolución del problema de la investigación.

Eje procesual 3: Participación en el proceso de investigación con carácter transformador, actuación ética y colaborativa.

Eje procesual 4: Generalización de los resultados de la investigación

Ejemplo:

Eje procesual 1: Diseño de la investigación para la resolución de problemas profesionales.

Nivel Preformal: el estudiante identifica algunos problemas profesionales y determinadas situaciones problemáticas, sin poder precisar el objeto y el campo de la investigación.

Nivel Receptivo: el estudiante posee conocimientos elementales del proceso de investigación de las Ciencias Médicas; es capaz de identificar problemas profesionales, situaciones problemáticas, determina el objeto de la investigación y en la mayoría de las ocasiones delimita el campo y explora la transformación del problema para lograr una solución.

Nivel Resolutivo: el estudiante posee conocimientos básicos del proceso de investigación de las Ciencias Médicas; identifica la situación problemática, el problema, el objeto de la investigación, el campo y reconoce la necesidad de realizar la transformación para solucionar el problema; gestiona información y llega a posesionarse teóricamente para llevar a cabo la investigación.

Nivel Autónomo: el estudiante presenta conocimientos del proceso de investigación de las Ciencias Médicas. Determina situación problemática, problema, objeto y campo de la investigación y está consciente del carácter transformador de su investigación para dar solución al problema; gestiona información relevante, realiza críticas, establece comparaciones y elige una postura teórica y metodológica adecuada. Plantea una hipótesis.

Nivel Estratégico: el estudiante elabora el diseño de la investigación con carácter integrador. Está consciente del carácter transformador de la investigación para dar solución al problema planteado. Gestiona información relevante y actualizada, establece estado del arte. Elige una postura teórico - metodológica que le permite estructurar, organizar y ejecutar la investigación.

Etapas II: Ejecución

El objetivo de esta etapa consiste en elaborar un sistema que propicie el movimiento por cada uno de las etapas de la estrategia, para lograr de forma paulatina la adquisición de los conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas, que subyacen en la competencia objeto de estudio.

Las acciones en esta etapa son:

1. Identificación de las situaciones problemáticas.
2. Fundamentación del problema científico de la investigación desde la praxis médica, el diagnóstico fáctico y la perspectiva científica o epistemológica.
3. Formulación del problema
4. Análisis de la relación entre el problema y el objeto.
5. Precisión del objeto de la investigación.
6. Elaboración del objetivo para la resolución del problema.
7. Delimitación del campo de investigación a partir de su precisión en el objetivo trazado.
8. Caracterización del objeto y el campo de investigación.
9. Formulación de la hipótesis
10. Diseño y ejecución de la propuesta de solución del problema.
11. Elaboración e implementación de un proyecto de solución al problema de investigación.
12. Selección de instrumentos, estrategias, metodologías, métodos para la realización del proyecto.
13. Aplicación del trabajo colaborativo y la interdisciplinariedad para el logro de las soluciones al problema.
14. Valoración técnico-económica-social de la ejecución del proyecto.
15. Escritura y socialización del informe de investigación con una redacción científica acorde a las normas de publicación de editoras reconocidas en el área médica.

Etapas III: Evaluación

Aunque a los efectos de la explicación de la estrategia, esta última etapa aparece de forma independiente, se debe destacar que la evaluación debe estar presente en todas las etapas de la propuesta. El objetivo consiste en valorar el avance del proceso de construcción investigativa de los estudiantes, el análisis de la formación de la competencia y los niveles de desempeño alcanzado en cada una de las etapas.

Acciones a realizar:

1. Realización de talleres estudiantes y profesores para analizar de forma periódica los progresos en la formación de la competencia investigativa y los avances logrados.

2. Presentación de los resultados a través de informes escritos, artículos, exposiciones orales en talleres y eventos académicos (Simposio).
3. Monitoreo de la estrategia y toma de decisiones en cuanto a las modificaciones in situ a realizar para cumplir sus objetivos en correspondencia con los niveles de desempeño alcanzados.

El tipo y forma de presentación de resultados y la evaluación se corresponderá con la etapa por la cual se transita. Los estudiantes deben ser evaluados por sus profesores, los especialistas de los servicios hospitalarios o comunitarios que los atienden en las unidades docentes, por sus compañeros y ser capaces de autoevaluarse acerca de su desempeño y avances en la investigación.

II. Concreción de la estrategia pedagógica

Estrategia es un sistema de actividades que realiza el ser humano para alcanzar uno o varios objetivos. Por lo que para comprender el significado de las estrategias debemos partir de interpretar la actividad. La teoría de la actividad desarrollada inicialmente por Leontiev y Luria, parte de la concepción de Vygotsky de su modelo de acción mediada, donde el sujeto de la actividad logra alcanzar su objetivo por medio de artefactos.

Las competencias son características de las personas, pero no como cualidades abstractas de la personalidad, sino como realizaciones efectivas en una situación laboral, como un saber ser y saber hacer, por tal motivo el apoyo tutorial debe permitir e impulsar estos saberes¹⁰. La autora de esta investigación toma de Tejeda y Sánchez¹¹ el hecho de reconocer que la competencia investigativa a formar en los estudiantes de medicina, constituye una competencia transversal, ya que los saberes asociados a la investigación científica, se integran y articulan con los saberes de carácter básico y general que se establecen en la malla curricular de la carrera.

El problema científico: insuficiencias en el proceso de formación en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés limitan el desempeño investigativo de los estudiantes para la solución de los problemas de salud.

Objeto de la investigación: se enmarca en el proceso de formación investigativa de los estudiantes de Medicina en la UMSA.

Objetivo de la estrategia: Desarrollar la formación de competencias investigativas en los estudiantes de Medicina en la UMSA.

Premisas de la estrategia: se plantean las que se consideran como fundamentales para alcanzar el cumplimiento del objetivo propuesto.

- Disposición de los estudiantes para desarrollar sus potencialidades para la investigación.
- La preparación metodológica de los profesores involucrados en la formación investigativa.
- La conformación de las tareas docentes, el vínculo a la práctica profesional, a desarrollar desde el primer nivel
- El trabajo educativo enfocado a equipos, responsabilidad y liderazgo.
- Existencia de la infraestructura necesaria para el desarrollo de la experimentación en la Universidad, Hospitales, así como el acceso a base de datos.

Fundamentos de la estrategia:

La concepción pedagógica de la estrategia tiene como objetivo la formación de la competencia investigativa en el estudiante de Medicina. Para la comprensión de los elementos que la conforman y las relaciones que se establecen entre los mismos, resulta necesario la descripción estructural conceptual de la competencia objeto de análisis. La misma se realizará teniendo en cuenta los criterios y ejemplos que ofrece Tobón⁹. Se consideran aspectos como la identificación y explicación de la competencia, los problemas contextuales que aborda, los indicadores o criterios de desempeño (utilizando ejes procesuales) y las evidencias que respaldan dicho desempeño.

- Identificación de la competencia: Competencia investigativa en el estudiante de Medicina.
- Descripción: El estudiante de Medicina enfrenta y resuelve problemas de salud en su entorno mediante metodologías de investigación, generando conocimiento y actuando de manera efectiva en la realidad, tomando en cuenta los saberes adquiridos, el trabajo en equipo y la ética profesional.
- Explicación: Esta competencia implica ampliar, generar o mejorar el conocimiento a través del método científico y los enfoques clínico y epidemiológico, abordando la solución de problemas de salud de manera eficiente, ética y con calidad, en línea con las necesidades de la sociedad, sustentada en sólidos valores éticos y un compromiso social.

Estructura de la estrategia pedagógica:

La estrategia se inserta en el trabajo metodológico de la carrera y busca aprovechar todas las posibilidades que brindan los procesos sustantivos universitarios. La estrategia pedagógica diseñada se divide en las tres etapas fundamentales establecidas en el epígrafe anterior. Cada etapa tiene identificados sus objetivos y principales acciones a realizar.

Siguiendo la misma lógica, a continuación se muestran algunos resultados de la aplicación parcial de la estrategia para la etapa I: Preparación, diagnóstico y planeación, a manera de ejemplo. Esta etapa tiene declarado tres objetivos.

Objetivo 1: Preparar al equipo docente de carrera y sensibilizar a profesores y estudiantes con la estrategia para la formación de la competencia investigativa UMSA.

Concienciar a la comunidad universitaria sobre un tema específico puede ser un paso crucial para crear un ambiente propicio para el cambio. En el marco de este objetivo, se llevó a cabo una campaña de sensibilización que no solo brindó información sobre el tema y sus posibles soluciones, sino que también promovió acciones concretas para su implementación. De esta manera, si una campaña se limita únicamente a informar y explicar actividades, no logrará el impacto esperado. Es fundamental establecer un vínculo emocional con la audiencia para que sea efectiva. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Se escogió un grupo piloto de la carrera de Medicina, formado por estudiantes de cuarto y quinto año, y estudiantes de internado rotativo.

- Se realizó un perfil del grupo donde se obtuvo una imagen sobre las características y comportamientos de los estudiantes. Se determinó el contexto (nacionalidad, educación, experiencia laboral, situación ocupacional), datos demográficos (edad, género, estado civil, vivienda, ingresos), identificadores (intereses, pasiones, hábitos de consumo, canales de comunicación), metas y obstáculos.
- Se escogió la técnica Storytelling, para obtener atención y participación de los estudiantes, que consiste en contar historias de éxito sobre la temática objeto de cambio. Se proyectó un video sobre casos de éxito Tech Evening Salud Start-Up Chile. Otra técnica aplicada fue la de invitar a profesionales de salud que realizan investigaciones, expliquen cómo han podido contribuir a la comunidad con sus hallazgos. Una narración en primera persona siempre es más poderosa que una historia menos personal. Se invitó a un profesional de salud, que expuso sus experiencia en investigación. Esto no solo informa, sino que también motiva y genera un compromiso real con la investigación.

Objetivo 2: Diagnosticar el nivel inicial y final de la formación investigativa en los estudiantes UMSA.

Para realizar el diagnóstico del nivel inicial de la formación de competencias investigativas en los estudiantes de la carrera de Medicina de la UMSA, se revisaron un conjunto de documentos institucionales y 159 proyectos de investigación. La muestra seleccionada para esto fueron estudiantes de la carrera de Medicina correspondientes a 4^{to} año (77 proyectos), 5^{to} año (50 proyectos) y estudiantes de internado rotativo (32 proyectos). El análisis de la información se realizó en base a cuatro indicadores: 1) Problematizar la realidad (Formulación del problema de investigación y formulación de los objetivos de investigación), 2) Teorizar la realidad (Fundamentación teórica de la investigación, diseño metodológico de la investigación), 3) Comprobar la realidad (Reporte y discusión de los resultados, conclusiones, citación y referencias de información científica, publicación y comunicación). 4) Comunicar la realidad (Comunicación académica, publicación científica y comunicación social).

Se utilizó la escala de Likert con tres categorías: adecuado, medianamente adecuado y no adecuado, los resultados obtenidos son los siguientes:

- Los resultados del indicador formulación del problema de investigación indican que el 43,4 % es adecuada. En relación a la formulación de objetivos tuvo una valoración de 43,2 % es medianamente adecuado, y en lo que respecta a la fundamentación teórica de la investigación tuvo un puntaje de 44,7 % manifiestan que es adecuado, como se refleja en la figura 1⁷.

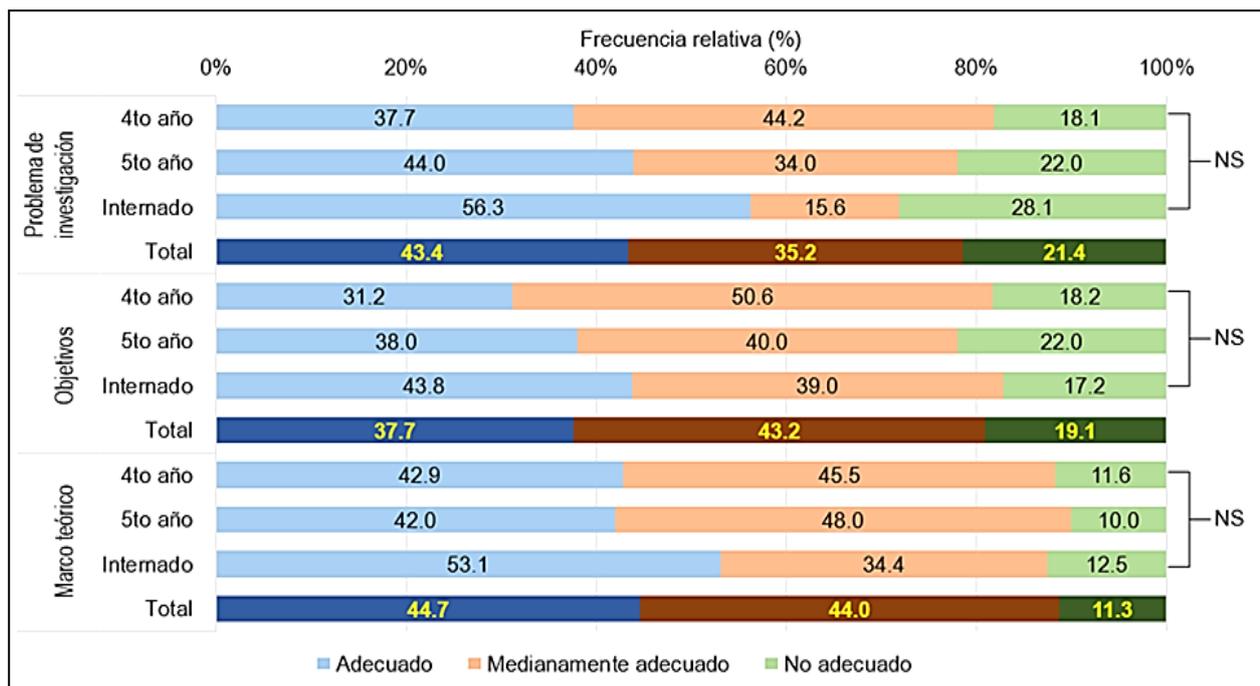


Figura 1. Valoración de los indicadores de la formación de competencias investigativas, indicadores pregunta de investigación, objetivos y marco teórico

- Los resultados del indicador formulación de la metodología indican que el 43,9 % es medianamente adecuado. En relación a la formulación de resultados tuvo una valoración de 36,5 % es adecuado, y en lo que respecta a las conclusiones de la investigación tuvo un puntaje de 40,3 % manifiestan que es medianamente adecuado, como se refleja en la figura 2.⁷

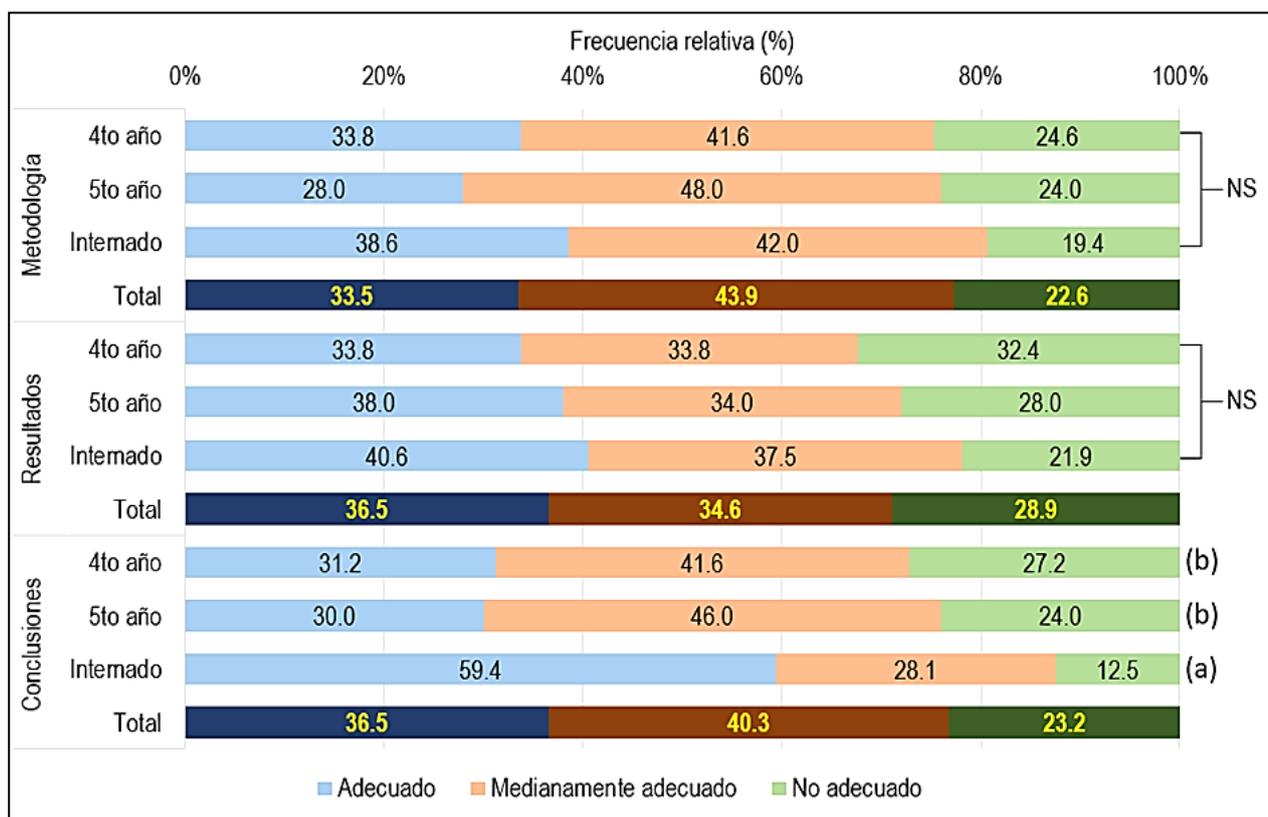


Figura 2. Valoración de los indicadores de la formación de competencias investigativas, indicadores metodología, resultados, conclusiones

- El indicador de referencia y citación de los hallazgos presenta resultados en el 4^{to} año un 50,8% medianamente adecuado, en 5^{to} año un 38,0% no adecuado, internado un 40,8% adecuado, como se muestra en la figura 3.⁷

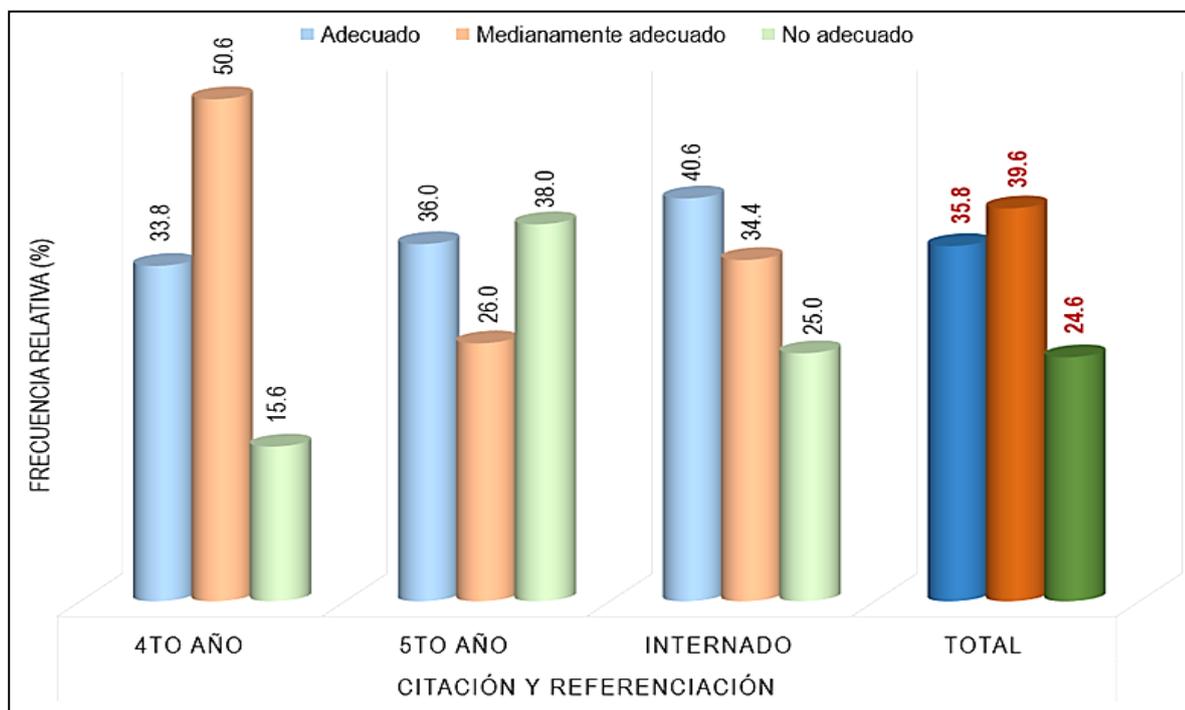


Figura 3. Valoración de los indicadores de la formación de competencias investigativas, indicador citación

Objetivo 3. Planear el proceso formativo. Identificar las situaciones problémicas y los problemas de la investigación

En el diagnóstico del nivel inicial de la formación de la competencia investigativa en los estudiantes de la carrera de Medicina de la UMSA se detectó que:

- La falta de habilidades en la formulación del problema podría atribuirse a la falta de orientación o insuficiencias en la comprensión de la relevancia de este paso crucial en el proceso investigativo.
- Las dificultades más recurrentes en los indicadores estuvieron centradas en una pobre fundamentación del problema de investigación, soslayando la importancia teórica, práctica o social del problema que se investiga.
- Se encontraron objetivos redactados en función de procedimientos y en repetidas ocasiones empleando verbos inadecuados que no indican acciones medibles y alcanzables, mientras otros no daban respuesta al problema de investigación.

- Predomina marco teórico que no presenta una lógica que apoye el problema de investigación y predominan conceptos generales e ideas descontextualizadas que no guardan la relación sistemática que exige un documento científico.
- Predominan diseños incompletos en su descripción, insuficiencias en la selección de la muestra, instrumentos no válidos, clasificaciones erradas de los tipos de estudio, variables incorrectamente definidas y una mayoritaria ausencia de procesamientos estadísticos, entre otras deficiencias.
- Los resultados carecieron en su mayoría de la necesaria y suficiente profundización, exponiéndose hallazgos, pero no su relación con los objetivos propuestos y con el conocimiento previo sobre el problema estudiado.
- Se observó la presencia de gráficos y tablas con idéntica información y si bien se exponen las diferencias y coincidencias con los estudios de otros autores, no se justifica con profundidad el comportamiento obtenido, lo cual impide identificar la certeza de los resultados y los aspectos no resueltos.
- En relación a las conclusiones, las principales deficiencias estuvieron relacionadas con la no correspondencia con los objetivos y la reiteración de resultados, así como la redacción de suposiciones que no fueron discutidas en el documento.
- Las dificultades más recurrentes fueron las citas no referenciadas, las referencias no citadas y el incumplimiento de las normas APA o Vancouver.

Luego del análisis de la situación problemática sobre los proyectos de investigación, se evidencia la necesidad de implementar estrategias que desde el proceso de formación investigativa favorezcan la formación de la competencia investigativa, basada en conocimientos, actitudes, habilidades, capacidades cognitivas, afectivas, promotoras de criticidad y compromiso ético, para el abordaje y solución de situaciones y problemas profesionales y científicos propias del contexto social.

En la planeación del proceso de formación investigativa de la competencia investigativa en los estudiantes de la UMSA se propuso la elaboración de un proyecto integrador de saberes, dentro de la malla curricular de la carrera de Medicina que esté compuesta por los indicadores que se evaluaron en el diagnóstico como parte de la primera etapa. El proyecto integrador de saberes expresa los avances y logros formativos de los estudiantes en las diferentes unidades de análisis, y por su carácter teórico – práctico posibilita el desarrollo de habilidades en contexto de aplicación de conocimientos. Se indicó que la evaluación del proyecto integrador fuera mediante cinco avances a la entrega del proyecto definitivo, lo que representa el 50 % de la calificación final, el documento final digital representa un 20 %, la sustentación final el 20 %, la participación en la feria de conocimientos médicos donde se expone el Proyecto Integrador de Saberes 10 %.

Además, se establecieron las normas de escritura del proyecto integrador de saberes, su estructura, compuesta por el resumen, introducción (planteamiento del problema, objetivos, justificación), diseño metodológico, resultados y discusión, conclusiones, bibliografías, anexos.

De forma similar se llevó a cabo la implementación de la estrategia para las siguientes etapas de ejecución y evaluación, atendiendo a los objetivos declarados en cada etapa.

La valoración de los criterios de desempeño o logro de competencia investigativas de los estudiantes, se realizó por ejes procesuales⁹, de acuerdo a los declarados en el epígrafe anterior. El diagnóstico de cada estudiante, con respecto a los niveles de logro y desempeño, según los ejes procesuales de la competencia representaron los grados por los cuales transita la formación de la competencia investigativa en los estudiantes de la carrera de Medicina, lo que permite adecuar la estrategia en correspondencia al diagnóstico realizado a los mismos de forma que responda a las necesidades individuales de cada uno.

El diagnóstico inicial destaca deficiencias en habilidades investigativas, lo que justifica la implementación de un enfoque más estructurado en la formación. La fase de evaluación, por su parte, no solo mide el progreso, sino que también promueve la difusión de hallazgos a la comunidad académica y a la sociedad, asegurando que los beneficios de la investigación tengan un impacto directo en la comunidad. Este enfoque integral promete mejorar significativamente las competencias investigativas de los estudiantes de Medicina en la UMSA.

Efectividad de la estrategia pedagógica a través del criterio de expertos

Para validar la factibilidad y pertinencia de la estrategia se emplea la consulta a expertos (especialistas). En el procedimiento para la selección de especialistas¹², es fundamental definir el perfil del experto ideal, estableciendo criterios claros como nivel educativo, experiencia profesional, publicaciones relevantes, y reconocimientos en el campo de estudio. Se seleccionó un panel de seis profesionales que aportan diferentes perspectivas sobre el tema de estrategia pedagógica para la formación en la competencia investigativa de los estudiantes de la carrera de Medicina.

Se hizo una invitación formal a los expertos, explicándoles el propósito de la evaluación y el rol que se esperaba de ellos. Este enfoque garantiza la integridad del estudio, ya que permite obtener opiniones bien fundamentadas y de alta calidad que fortalecen la propuesta evaluada. Los profesionales encargados de validar la propuesta eran especialistas en investigación científica y compartieron su opinión, que se presenta a continuación: (ver tabla 1)

Tabla 1. Validez de contenido por juicio de expertos

Nº	Grado académico	Dictamen	Observaciones
1	Doctor en Ciencias Pedagógicas	Aplicable	Impulsa el desarrollo del pensamiento crítico
2	Doctor en Metodología Educativa	Aplicable	Conecta de manera efectiva la teoría con la práctica
3	Magister en Ciencias de la Educación	Aplicable	Fomenta el aprendizaje colaborativo
4	Magister en Ciencia de la Educación	Aplicable	Prepara a los estudiantes de Medicina para enfrentar los desafíos de la carrera profesional
5	Magister en Ciencias de la Educación	No Aplicable	Carece de una definición clara y específica de los objetivos de aprendizaje
6	Magister en Ciencias de la Educación	No Aplicable	No aborda adecuadamente la necesidad de incluir una variedad de metodología de investigación

Las observaciones de los expertos sobre la propuesta de una estrategia pedagógica para formar la competencia investigativa de los estudiantes de Medicina resaltan su potencial para fomentar el pensamiento crítico y analítico. A través de actividades enfocadas en la investigación, los estudiantes aprenden a formular hipótesis, analizar datos y sacar conclusiones basadas en evidencia. Estas habilidades son esenciales en la práctica médica, ya que permiten a los futuros profesionales de la salud abordar problemas complejos con un enfoque riguroso.

Otro aspecto positivo de la propuesta es la forma en que integra teoría y práctica. Permite a los estudiantes de Medicina aplicar sus conocimientos teóricos en entornos de investigación reales, lo que fortalece su comprensión de los conceptos aprendidos en el aula. Esta experiencia práctica es crucial para desarrollar competencias que les permitan enfrentar situaciones clínicas con una sólida base científica, mejorando así la calidad de su formación.

La propuesta también promueve el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo, habilidades esenciales en el ámbito médico. Al participar en proyectos de investigación conjunta, los estudiantes tienen la oportunidad de intercambiar ideas, desarrollar habilidades de comunicación y construir

relaciones profesionales valiosas. Esta dinámica no solo mejora su aprendizaje, sino que también los prepara para el trabajo interdisciplinario que es común en la práctica médica y en entornos de salud. Además, la estrategia pedagógica orientada a la investigación prepara a los estudiantes para su futuro profesional al proporcionarles una base sólida en competencias investigativas. Esta formación anticipada les permitirá participar activamente en estudios clínicos y contribuir al avance de la medicina, mejorando la atención al paciente a través de prácticas basadas en evidencia. En resumen, la propuesta ofrece un enfoque integral que refuerza tanto las competencias técnicas como las habilidades interpersonales de los futuros médicos.

Sin embargo, los expertos también señalaron razones por las cuales la propuesta no debería aplicarse. Uno de los principales problemas es que carece de una definición clara y específica de los objetivos de aprendizaje y los resultados esperados en términos de competencias investigativas. Aunque se menciona la importancia de desarrollar habilidades en investigación, no se detallan las competencias específicas que deben adquirir los estudiantes ni cómo se medirá su progreso en cada etapa del proceso formativo. Esta ambigüedad puede dificultar la evaluación de la efectividad de la estrategia y los ajustes necesarios para mejorarla.

Además, la propuesta no aborda adecuadamente la necesidad de incluir una variedad de metodologías de investigación pertinentes para diferentes áreas de la medicina. Se observa una falta de enfoque en el aprendizaje de métodos tanto cuantitativos como cualitativos, así como de técnicas emergentes en investigación biomédica y clínica. Esta insuficiencia podría limitar la capacidad de los estudiantes para realizar investigaciones innovadoras y adaptarse a los diversos enfoques necesarios en la práctica médica contemporánea.

Los criterios de validez de contenido se utilizan para evaluar la calidad y efectividad de una propuesta o instrumento, asegurando que sea adecuado, preciso y relevante para cumplir con sus objetivos. A continuación, se desarrollarán los criterios de validez de contenido de la propuesta en términos de claridad, relevancia y coherencia.

La claridad en una propuesta se refiere a cuán fácil es para los lectores entender su contenido. Esto implica que las ideas, objetivos, conceptos y procedimientos estén expuestos de manera precisa, sin ambigüedades. Para lograrlo, es fundamental utilizar un lenguaje sencillo y directo, definir claramente los términos clave y organizar el contenido de manera lógica. Una propuesta clara permite a los evaluadores captar rápidamente sus objetivos y metodologías, lo que mejora la comunicación y el apoyo hacia la misma.

Por otro lado, la relevancia se centra en la utilidad del contenido en relación con el problema que aborda. Cada sección de la propuesta debe contribuir a alcanzar los objetivos establecidos, y se deben eliminar los contenidos irrelevantes. Además, es importante incluir información actualizada y abordar problemas reales con soluciones prácticas. La coherencia, por su parte, asegura que todas las partes de la propuesta estén conectadas y sigan una secuencia lógica, evitando contradicciones entre objetivos, metodología y resultados. Una propuesta coherente refuerza su credibilidad, ya que muestra un argumento sólido y convincente.

Se llevó a cabo la evaluación de la validez del contenido de la propuesta a través del juicio de 6 expertos que otorgaron su valoración en términos de claridad, coherencia y relevancia. Se notó que el 98% posee un índice de acuerdo de Aiken superior a 0.80, lo que demuestra que estos reactivos poseen pruebas de validez de la propuesta.

Tabla 2. Evidencia de la validez de contenido de la propuesta

Especialistas	Claridad	Relevancia	Coherencia	Aplicable	No aplica
	IAA	IAA	IAA		
1	0,85	0,90	0,85	1	0
2	0,95	0,90	0,80	1	0
3	0,90	0,85	0,95	1	0
4	0,95	0,95	0,95	1	0
5	0,95	0,90	0,90	0	1
6	0,95	0,90	0,90	0	1
Promedio	0,89	0,91	0,90	80 %	20 %

Como se observa en la tabla 2, se obtuvieron resultados positivos en la validación, el 80 % de los especialistas, consideran pertinente y aplicable la propuesta. La propuesta debe aplicarse asegurando el compromiso institucional con los recursos y apoyos requeridos. Esto permite maximizar los beneficios y contribuir a una formación más integral de los estudiantes de medicina, brindando formación no solo en habilidades clínicas, sino también en competencias investigativas que son esenciales para el avance de la medicina basada en evidencia.

Conclusiones

La estrategia pedagógica propuesta para formar competencias investigativas en los estudiantes de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) es un modelo innovador que aborda las deficiencias en la formación investigativa actual. Se organiza en tres etapas: preparación, ejecución y evaluación, garantizando así una implementación integral de los objetivos pedagógicos. Esta estrategia considera las necesidades específicas de los estudiantes y las exigencias del entorno social y profesional en el que trabajarán los futuros médicos. La introducción parcial de esta propuesta muestra gran aceptación, lo que indica su relevancia y potencial para mejorar la formación integral de los estudiantes, fortaleciendo sus competencias investigativas y clínicas en el proceso.

References

1. Miranda Lena, T. (2011). El modo de actuación profesional y su formación en las carreras pedagógicas. *Revista Científico-Metodológica Varona*, 53. Recuperado de <http://www.revistavarona.rimed.cu/index.php/no53juldic2011/2uncategorised/300-r53art3>
2. González, J., García, A. A., & Dorta, A. J. (2016). Producción científica estudiantil en revistas médicas cubanas 1995-2014. Primera etapa. *Investigación en Educación Médica*, 5(19), 155-163. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349746529004.pdf>
3. Vera-Rivero DA, Chirino-Sánchez L, Ferrer L, Blanco N, Amechazurra M, Machado DL, *et al.* Autoevaluación de habilidades investigativas en alumnos ayudantes de una universidad médica de Cuba. *Educ Med.* 2021 [acceso 26/02/2022];22(1):20-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181318303516>
4. Castro-Rodríguez Y. Experiencias investigativas basadas en cursos, análisis de sus fundamentos y resultados en la Educación Médica. *Iatreia* [acceso 26/02/2022]2022;35(4):458-65. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/347395>
5. Castro-Rodríguez YA. Marco de referencia de las competencias investigativas para la Educación Médica. *Rev. cuba. inf. cienc. salud* [Internet]. 6 de julio de 2023 [citado 29 de marzo de 2025];34. Disponible en: <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/2190>
6. Herrera Miranda Guillermo Luís, Fernández Montequín Zoila de la Caridad, Horta Muñoz Dania María. Estrategia para la formación de habilidades investigativas en estudiantes de medicina. *Rev Ciencias Médicas* [Internet]. 2012 Ago [citado 2025 Mar 28]; 16(4): 98-112. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942012000400011&lng=es
7. Contreras Zapata, Denise. La formación de competencias investigativas en estudiantes de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. *trf, Camagüey*, v. 20, n. 2, p.363-382, ago. 2024 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-29552024000200363&lng=pt&nrm
8. García, R., & Rodríguez, M. (2022). Desarrollo de competencias en entornos complejos: Un enfoque pedagógico adaptativo. *Educación y Educadores*, 25(2), 213–227
9. Tobón, S. (2017). *Ejes esenciales de la sociedad del conocimiento y la socioformación*. Editorial Mount Dora (USA): Kresearch. <https://doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-18-2>. Disponible en: https://issuu.com/cife/docs/diccionario_conceptos_basicos
10. Cruzata-Martínez, A., Bellido García, R., Velázquez-Tejeda, M., & Alhuay-Quispe, J. (2018). La tutoría como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias de investigación en posgrado. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 9-35. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.252>
11. Tejeda, D. R., & Sánchez del Toro, P. R. (2012). La formación basada en competencias en los contextos universitarios (Libro electrónico). *Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior*, Universidad de Holguín. ISBN: 978-959-16-0961-8.

12. Rodríguez, A., Poblano, R., Alvarado, L., González, A., & Rodríguez, M. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672021000100180&script=sci_arttext

Author Contributions: único autor

Funding: "Esta investigación no recibió financiación externa"

Informed Consent Statement: Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes en el estudio.

Citation: Contreras Zapata, D; Estrategia pedagógica para la formación de la competencia investigativa en la carrera de Medicina de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 2025. Volumen 10. Número 1. DOI. 10.70373/RB/2025.10.01.9

Recibido: 12 diciembre 2024 Aceptado: 4 enero 2025 Fecha de Publicación 15 de marzo 2025

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

10 Nivel de conocimiento de los estomatólogos referente a la relación de trauma oclusal primario e interferencias dentarias

Knowledge level of stomatologists regarding the relationship of primary occlusal trauma and dental interference

Dra. Estrella María Arias Velázquez^{1*}, Dra. C Silvia María Díaz Gómez², Dr. C Edilberto Serrano Sánchez³, Dr. Karell Rafael Vazquez Argote⁴, Dra. Odalis Rubí Rivero⁵

¹ [Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Clínica Estomatológica Docente Nguyen Van Troy, Guáimaro, Camagüey, Cuba. <https://orcid.org/0009-0007-9826-4109>](#)

² [Doctora en Ciencias Estomatológicas, Especialista de Primer y Segundo Grado en Prótesis Estomatológica, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Clínica. Estomatológica Docente Ismael Clark Mascaró, Camagüey, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-6314-3434>](#)

³ [Doctor en Ciencias de la Cultura Física, Universidad de Camagüey, Centro Universitario Municipal Guáimaro, Camagüey, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-9409-9333>](#)

⁴ [Especialista de Primer Grado en Bioestadística, Profesor Asistente, Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas, Cuba. <https://orcid.org/0000-0003-3860-5702>](#)

⁵ [Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Clínica Estomatológica Docente Ismael Clark Mascaró, Camagüey, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-7729-2545>](#)

*Autor para la correspondencia (email): estrellaarias049@gmail.com

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.10

Resumen

Las interferencias dentarias constituyen un problema dental muy común. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estos obstáculos afectan a más del 80 % de las poblaciones en Latinoamérica y se expresan como uno de los motivos de consulta más frecuentes en los servicios estomatológicos, mientras que el trauma oclusal primario es una de sus alteraciones más recurrentes. La presente publicación tiene como objetivo efectuar un estudio para determinar el nivel de conocimientos referente a trauma oclusal primario, interferencias dentarias y su relación en estomatólogos del primer nivel de atención de salud. Para ello se realizó un estudio descriptivo tipo transversal, donde, de una población de 428 estomatólogos se seleccionaron por muestreo intencional 59, vinculados directamente a la atención de pacientes. Se empleo la técnica de encuesta y el instrumento fue un cuestionario. Para ejercer el procesamiento de los datos se utilizó el programa de SPSS y Excel. Los resultados evidenciaron bajo nivel de conocimiento de la muestra en estudio, por ello emerge como necesidad la participación de los estomatólogos posgraduados en los diferentes espacios de capacitación y preparación en temas que atiendan contenidos vinculados a las alteraciones

de la oclusión dentaria como las interferencias dentarias y sus consecuencias, en particular el trauma oclusal primario, así como la relación que se establece entre ellos, de modo que tribute a la superación continua de estos profesionales.

Palabras clave: conocimiento, estomatólogo, trauma oclusal primario, interferencias dentarias, primer nivel de atención estomatológica.

Abstract

Dental interference constitute a very common dental problem. According to the Pan American Health Organization (PAHO), these obstacles affect more than 80 % of populations in Latin America and constitute one of the most frequent reasons of consultation in stomatological services, while primary oclusal trauma constitutes one of their most frequent alterations. This publication aims to carry out a study to determine the level of knowledge regarding the relationship of primary oclusal trauma and dental interference, in stomatologist of the first level of care. A basic, non experimental and transverse methodology was put in practice. for which from a population of 428 stomatologists were selected through intentional sampling 59 stomatologists, directly linked to patient care, The survey technique was used and instrument was a questionnaire. To exercise data processing, the SPSS and Excel program were used. The acquired results predominated between medium and low. A low level of knowledge of the sample in study was evidenced regarding primary oclusal trauma and dental interference. There is where the necessity of participation of posgraduate stomatologists, in order to get a training which allows a constant updating to this kind of professionals.

Keywords: knowledge, stomatologist, primary oclusal trauma, dental interference, first level of stomatologist care.

Introducción

El Programa de Atención Estomatológica Integral a la Población y el Modelo de Estomatología General Integral en Cuba, tienen como fundamento acciones dirigidas a la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades. Desde la atención primaria de salud se desarrolla la atención estomatológica integral donde se ejecutan acciones de promoción, prevención, curación y rehabilitación a la población.¹

Para ello, el estomatólogo tiene la responsabilidad de adecuar su accionar clínico con la mejor evidencia disponible, dejando de lado la práctica basada en el empirismo². No obstante, es notable la existencia del poco conocimiento acerca de la magnitud que pueden llegar a causar los contactos dentarios desde el punto de vista periodontal.³

La relación funcional de los dientes con sus estructuras de soporte está influida por el grado de armonía entre su forma y los movimientos funcionales. La ruptura de dicha armonía, desencadena alteraciones en las diferentes estructuras del Sistema Estomatognático (SE) que exige de conocimientos integrales desde las Ciencias Estomatológicas.⁴ Las interferencias son aquellos obstáculos que aparecen en las excursiones libres de la mandíbula y constituyen un contacto dentario nocivo, mientras que el trauma oclusal primario es la lesión resultante de las fuerzas de oclusión dentaria ejercidas sobre el diente con periodonto sano, es decir, dentro de los estándares normales.^{5,6}
,7

Para garantizar una atención integral a pacientes con interferencias dentarias y trauma oclusal primario, se retoma que los conocimientos integrales, amplios y profundos de los que se ha de apropiarse el profesional de Estomatología dinamicen su accionar en el primer nivel de atención. Por ello es importante considerar lo planteado Suárez et al.,⁸ referente a la Organización Panamericana de la Salud (OPS), al referir que, estos obstáculos afectan a más del 80 % de las poblaciones en Latinoamérica y constituyen uno de los motivos de consulta más frecuentes en los servicios estomatológicos.

Lo antes expuesto respalda la necesidad de efectuar un estudio para determinar el nivel de conocimiento concerniente a los términos trauma oclusal primario e interferencias dentarias en estomatólogos pertenecientes al primer nivel de atención de salud. Este objetivo tiene como soporte lo referido por Bermeo et al.,⁹ al concebir el conocimiento como el conjunto de informaciones y representaciones que se acumulan a través de observaciones y experiencias. Además, el aporte de González,¹⁰ quien sostiene que el conocimiento es un proceso en el cual el sujeto construye y reconstruye la realidad, no solo la transforma, sino que también se ve transformado en ella.

Los niveles de conocimiento derivan del avance en la producción del saber y representan un incremento en la complejidad con que se explica y comprende la realidad, además, se describen en términos de abstracción y profundidad adquirida en relación sujeto/objeto.¹⁰ Es importante considerar que el conocimiento científico constituye la actividad teórica dirigida al descubrimiento de las relaciones externas e internas de los fenómenos.¹¹

Los argumentos esbozados revelan que la descripción es propia del conocimiento sensorial y la explicación del conocimiento racional. La descripción nos proporciona datos del objeto o fenómeno sobre su estructura y rasgos generales y la explicación incluye todo aquello que nos informa sobre la esencia de los objetos y fenómenos, así como su relación, y se expresa a través de leyes, principio, formulas y teorías.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo, tipo transversal con el propósito de identificar el nivel de conocimientos sobre el trauma oclusal primario, las interferencias dentarias y sus relaciones. Para determinar el tamaño de la muestra se prefijo con un margen de error del 10 % y un nivel de confianza de 90 % con un valor Z de 1,645 parámetro estadístico del cual depende el nivel de confianza, lo cual sugiere que para una población: 428, el tamaño de muestra sea 59.

Además, se consideró el criterio de González et al.,¹² referido a la homogeneidad, temporalidad y límites espaciales como características para el estudio. Es así que, la población de 428 estomatólogos debía estar vinculada directamente a la atención clínica de pacientes en la provincia Camagüey, de ellos, se aplicó la encuesta a la muestra de 59 sugeridos, seleccionados por muestreo intencional, compuesta por profesionales de la Clínica Estomatológica Docente “Nguyen Van Troi” del municipio Guáimaro y la Clínica Estomatológica Docente Provincial “Ismael Clark”.

Para el proceso de selección de la población y muestra los autores se advienen al criterio de González et al.,¹² al afirmar que, es el investigador quien conoce y garantiza que la muestra reclutada es reflejo fiel de la población de la cual se extrajo. Todo ello a través de los atributos, criterios o características de interés que le concierne estudiar; así como aspectos determinantes para cumplir los objetivos de conocimiento de la investigación. En este contexto los autores citados dejan por sentado que la representatividad de la muestra, permite extrapolar los resultados a toda la población del estudio,

La estrategia de selección de la muestra pondera cómo y bajo que parámetros fue seleccionada.¹² Razones estas que permitieron a los autores establecer, como criterios de inclusión, ser Estomatólogos Generales Integrales (EGI), residentes en Estomatología General Integral (R) o Estomatólogos Generales Básicos (EGB), con plena motivación por participar en la investigación. Se excluyeron los estomatólogos cuyos cuestionarios quedaron en blanco.

Las variables empleadas correspondieron a las conceptualizaciones asociadas a las variables trauma oclusal primario e interferencias dentarias, estas se exploraron en un cuestionario de siete interrogantes abiertas relacionadas con la temática. Se estableció como dimensión la explicación descriptiva y los indicadores amplitud y profundidad, acompañados de las categorías nivel de conocimiento alto, medio y bajo.

Para la confección del cuestionario se tuvo en cuenta los criterios de Moriyama: razonable y comprensible, sensible a variaciones, con suposiciones básicas justificables e intuitivamente razonables, con componentes claramente definidos, y derivable de datos factibles de obtener.¹³ Su

validación se obtuvo mediante el criterio de los expertos quienes revisaron las preguntas a emplear y manifestaron conformidad con ellas en el contexto de la investigación. En el análisis de los resultados se emplearon los métodos de inducción y deducción, análisis síntesis, para debelar las particularidades del nivel de conocimiento de la muestra sobre la base de los argumentos científicos que justifican la necesidad de potenciar la superación profesional.

Análisis de los resultados

De los 59 estomatólogos encuestados, 42 de ellos fueron EGI constituyendo el grupo más representativo para un 72.2 %, seguido en menor medida por los R, diez para un 16.9 % y siete EGB para un 11.9 %. Predominaron los estomatólogos entre 5 a 9 años de graduados, seguido por el grupo de 1 a 4 años.

Tabla 1. Profesionales encuestados según años de graduado y especialización

Años de graduado	EGI		EGB		R		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
Menos de 4 años	5	29.4	3	17.6	9	52.9	17	28.8
De 5 a 9 años	16	84.2	2	10.5	1	5.3	19	32.2
De 10 a 14 años	13	92.9	1	7.1	0	0	14	23.7
De 15 en adelante	8	88.9	1	11.1	0	0	9	15.3
Total	42	71.2	7	11.9	10	16.9	59	100

En cuanto el análisis de las preguntas en la tabla 2. se evalúa el nivel conocimiento de manera general referente al concepto de interferencias dentarias. De acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que el 47.5 % de los 59 encuestados presentaron un nivel de conocimiento bajo, seguida de un 45.8 % correspondiente a un nivel de conocimiento medio.

Tabla 2. Nivel conocimiento general referente al concepto interferencias dentarias

Pregunta 1	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Qué son las interferencias dentarias?	4	6.8	27	45.8	28	47.5	59	100

Entre tanto en tabla 3., se precia una pregunta realizada de manera intencional, con el objetivo de determinar el nivel de conocimiento del encuestado en cuanto a la repercusión de las interferencias dentarias en el SE, con jerarquía de valores entre medio y bajo para un 66.1 % y 32.2 % respectivamente.

Tabla 3. Repercusión en el Sistema Estomatognático de las interferencias dentarias

Pregunta 2	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Qué provocan las interferencias dentarias?	1	1.7	39	66.1	19	32.2	59	100

A su vez, la tabla 4. establece la relación entre la pregunta número uno, o sea la conceptualización y las estructuras tanto dentarias como protésicas donde se pueden presentar. Los resultados redundan en valores medios y bajos, 33,9 % y 64,4 % consecutivamente. La dificultad radica en que la gran mayoría de los estomatólogos refinen que las interferencias dentarias suelen presentarse en dientes anteriores o dentición permanente, excluyendo su presencia en rehabilitaciones fijas o en la dentición temporal o mixta.

Tabla 4. Nivel de conocimientos referente a la localización de las interferencias dentarias en el Sistema Estomatognático

Pregunta 3	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Dónde se pueden localizar las interferencias dentarias?	1	1.7	20	33.9	38	64.4	59	100

La pregunta número cuatro en análisis, permite determinar el nivel de conocimiento y medir la habilidad de diagnosticar la presencia de interferencias dentarias en el SE, a través del método clínico con el interrogatorio, el examen intrabucal, empleo de modelos de estudios montados en articuladores, y estudios radiográficos. Como se muestra es destacado el nivel medio de sus conocimientos, que se acompaña de un 62,7 % con tendencia al nivel bajo con un valor de 37,3 %. Además, solo reflejan al examen intraoral como única vía para el diagnóstico, sin tener en cuenta los movimientos mandibulares en los diferentes planos del espacio para su detección.

Tabla 5. Nivel de conocimientos que sustentan la habilidad para diagnosticar la presencia de interferencias dentarias

Pregunta 4	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Cómo se diagnostican las interferencias dentarias?	0	0	37	62.7	22	37.3	59	100

La pregunta número cinco tiene relación directa con la pregunta número cuatro, permite medir el nivel de competencia del estomatólogo para diagnosticar y brindar un correcto tratamiento. Sin embargo, los valores exhibidos muestran preponderancia de un nivel bajo para el 62.7 %, que tiende a agravarse al revelar valores medios de 33.9 %, y expresar con claridad la dificultad existente en cuanto al conocimiento del proceder ante interferencias dentarias. Resultados que corroboran el predominio del bajo nivel de competencia de la muestra en estudio.

Tabla 6. Nivel de competencia del estomatólogo para proceder ante la presencia de interferencias dentarias

Pregunta 5	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Qué proceder usted realiza ante la presencia de un paciente con interferencias dentarias?	2	3.4	20	33.9	37	62.7	59	100

La pregunta número seis marca un vínculo estrecho entre el problema de salud y la afección en estudio, siendo las interferencias dentarias la causa y el trauma oclusal la consecuencia. En este sentido, los resultados esbozan un bajo nivel de conocimientos sobre la relación trauma oclusal primario e interferencias dentarias que se expresan en un 81.4 %.

Tabla 7. Nivel de conocimientos sobre la relación trauma oclusal primario e interferencias dentarias

Pregunta 6	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
¿Qué vínculos tiene el trauma oclusal primario y las interferencias dentarias?	2	3.4	9	15.3	48	81.4	59	100

La pregunta número siete precisa en el orden conceptual el trauma oclusal de forma general y la veracidad de los argumentos vinculatorios con las interferencias dentarias. Se constata que es imprecisa la concepción referente al concepto que se induce por 64,4 % perteneciente a la categoría de nivel bajo respecto a los conocimientos generales de los encuestados.

Tabla No.8 Nivel conocimiento general referente al concepto de trauma oclusal

Pregunta 7	Alto		Medio		Bajo		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%

¿Qué es el trauma oclusal?	2	3.4	19	32.2	38	64.4	59	100
-----------------------------------	---	-----	----	------	----	------	----	-----

Al valorar los resultados obtenidos en las preguntas del instrumento, de un total de 413 respuestas emitidas, resultado de las siete preguntas realizadas a 59 estomatólogos del primer nivel de atención de salud, es notable, que el nivel de conocimiento en cuanto a las temáticas propuestas a evaluación redundan entre medio y bajo, siendo predominantes un nivel de conocimiento bajo, con una representación de 230 criterios en el cuestionario para un 56 %, seguido del nivel medio con 171 respuestas para el 41 % y el nivel alto con 12 respuestas acertadas para un 3 %.

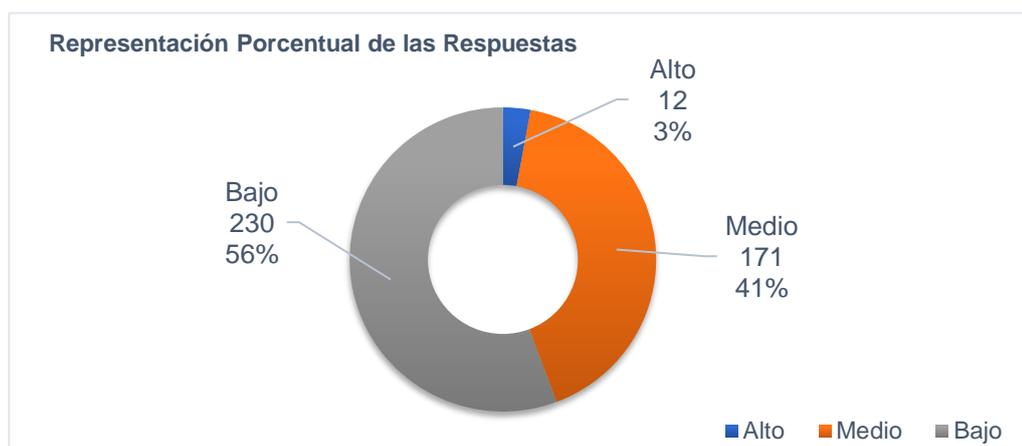


Figura 1 - Resumen analítico del estado actual de los conocimientos sobre trauma oclusal primario e interferencias dentarias

El análisis del gráfico de barras (figura 2) permite profundizar en el nivel del conocimiento de los estomatólogos seleccionados como muestra teniendo en cuenta su categoría académica, para ello, se estableció como dimensión la explicación descriptiva y los indicadores amplitud y profundidad, acompañados de las categorías nivel de conocimiento alto, medio y bajo. En cuanto al nivel alto, se aprecia que, de 12 respuestas otorgadas, diez pertenecen a especialistas en Estomatología General Integral (EGI), dos a residentes en dicha especialidad (R), para 3,4 % y 3 % respectivamente. Se constató en sus respuestas la existencia de argumentos explicativos-descriptivos con amplitud y profundidad.

Por su parte, en el nivel medio se presentaron 171 respuestas, de ellas 132 fueron dadas por los EGI para un 45 %, 23 por R para un 32,9 % y 16 por Estomatólogos Generales Básicos (EGB) para, 32,7 %. En las que se emiten argumentos sin una explicación descriptiva, amplia y profunda; mientras que, en el nivel bajo es notable la prevalencia de las contestaciones con 230 representaciones, pertenecientes, 152 a los EGI para un 51,7 %, 45 a los R para un 64,3 % y 33 a los EGB para un 67,3 %, sin que los argumentos fuesen suficientes o correctos en sus respuestas.

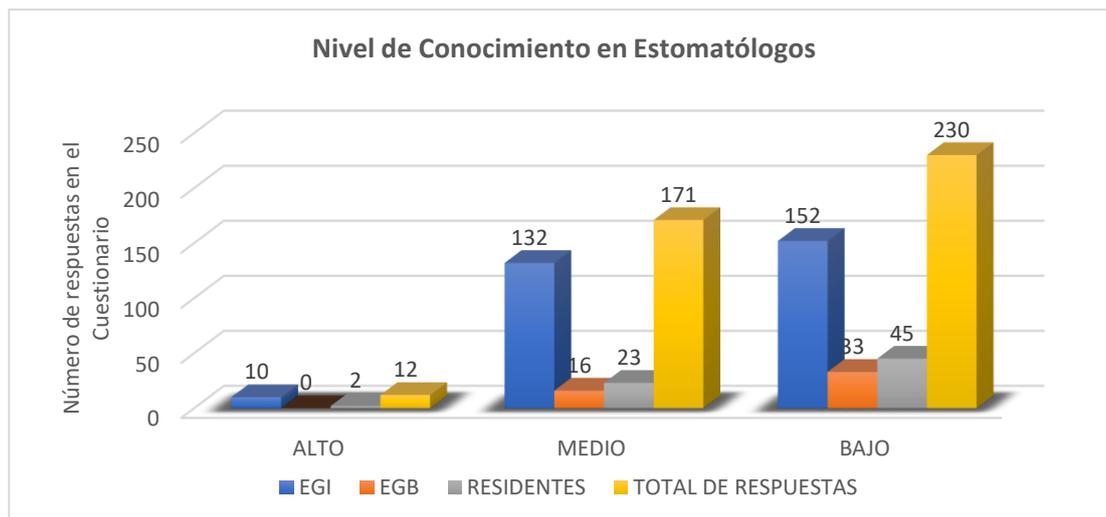


Figura 2 - Nivel de conocimientos en estomatólogos del primer nivel de atención

Discusión

En sentido general, las valoraciones sobre el nivel de conocimiento de los 59 estomatólogos seleccionados como muestras, reveló al comparar los resultados altos y bajos que de un total de 413 posibles respuestas solo 12 pertenecieron al nivel alto, representado en un 3 % de ellas. Al respecto es notable que el 55,7 % de las respuestas alcanzaron un nivel bajo lo que expresa resultados tendenciosos que decrecen con relación al nivel académico de los profesionales de mayor categoría hacia los de menor categoría que van desde valores máximos de diez y mínimo de cero en los resultados altos. Sin embargo, es pertinente considerar el criterio de Frometa et al.,¹⁴ quienes en primer orden destacan por la evaluación del nivel de conocimiento y coinciden además en que este no depende del nivel de especialización ni de la experiencia profesional.

El análisis de los resultados obtenidos muestra semejanza con los de Araújo et al.,¹⁵ en su estudio, al revelar que el 50 % de los estomatólogos encuestados tenían respuestas inconsistentes en relación a los factores oclusales y trastornos temporomandibulares, así como deficiencias en la comprensión de las interferencias dentarias. En otro contexto, el estudio realizado por Rojas et al.,¹⁶ obtuvo resultados regulares en relación a las urgencias médicas durante la atención estomatológica representado en el 50,6 % de los encuestados.

Similar resultado se evidencia al estudiar el nivel de conocimiento sobre la bioseguridad en tiempos de COVID-19 Frómeta et al.,¹⁴ que representa en la categoría de medianamente adecuados en un 55 %, seguido de inadecuados por un 37,5 % y en menor medida adecuados para un 7,5 %. En el estudio de Carillo et al.,¹⁷ sobre el manejo preoperatorio de pacientes con enfermedades de riesgos, los resultados se agravan, equivalentes al 68,75 % de predominio regular. Conceptualización similar al nivel de conocimiento medio que se considera en la presente investigación

Entre tanto, al valorarse el nivel de conocimiento y práctica del personal estomatológico en enfermedades transmisibles Jiménez et al., citado por Frómata et al.,¹⁴ muestran cifras de 69,7 % y 71,9 % como avales del nivel de conocimientos suficientes tanto en estomatólogos como en tecnólogos. Este resultado demuestra la posibilidad de potenciar el nivel de conocimiento de los estomatólogos referidos a trauma oclusal primario e interferencias dentarias

Lo obtenido es contraproducente con lo asumido por Suárez et al.,¹⁸ al enfatizar que en Cuba existe una estructura asistencial concebida para encausar a paciente con alteraciones de la oclusión dentaria en los diferentes niveles de salud donde se realiza acciones de promoción, prevención y tratamiento. Aunado a ello Díaz¹⁹ deja por sentada la existencia de espacios para la integración de saberes encargados de la preparación, intercambio y superación de los estomatólogos, como la Cátedra Multidisciplinaria de Oclusión Dentaria “Plácido Ardanza Zuleta” (CAMOD), la consulta estomatológica del tercer nivel de atención de la oclusión dentaria y el laboratorio multipropósito para el estudio de la oclusión dentaria.

La autora es del criterio desde el basamento científico emitido por Díaz¹⁹ que la creación científica, el desarrollo de instrumentos teóricos, la innovación, la racionalización de los recursos materiales y la formación de los recursos humanos en temas referentes a la oclusión dentaria, son aristas que requieren de la asiduidad de diferentes investigadores de la estomatología, las ciencias médicas e incluso las ciencias técnicas, con inclusión permanente de las ciencias pedagógicas, humanísticas y las ciencias sociales de acuerdo a lo preconizado por el Programa Nacional de Atención Estomatológica Integral.

Es por ello que considera necesario, retomar lo asumido por Díaz,²⁰ al referirse a la oclusión como la piedra angular del ejercicio odontológico, y para que cada profesional asuma su rol en dependencia al proceder que le corresponda, la Estomatología General Integral se convierte en la especialidad rectora de los Exámenes Funcionales Activos de la Oclusión. Razones que advierten la necesidad de fomentar la participación de los estomatólogos en los espacios de capacitación y preparación de modo que permitan la superación continua de los profesionales postgraduados, en aspectos que desde la teoría han de potenciar su accionar práctico desde el primer nivel de atención. La necesidad de pericia investigativa y resultados científicos que puedan garantizar la formación de un profesional con total dominio de los aspectos de la oclusión dentaria son elementos necesarios para garantizar una atención de calidad.¹⁸

Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de las de la muestra seleccionada evidencian bajo nivel de conocimiento de la muestra en estudio referente a la relación de trauma oclusal primario e interferencias dentarias, de donde emergen como necesidad la participación de los estomatólogos

posgraduados en los espacios de capacitación y preparación de modo que permitan la superación continua de estos profesionales. Su accionar clínico exige de la mejor evidencia disponible para evitar la práctica basada en el empirismo y garantizar una atención de calidad.

Referencias bibliográficas

1. Garrigó Andreu MI, Sardiña Alayón S, Gispert Abreu E, Valdés García P, Legón Padilla N, Fuentes Balido J. Guías Prácticas de Estomatología. La Habana. Editorial Ciencias Médicas; 2003.
2. Viteri García A, Montero N, Arévalo Rodríguez I, Armas Vega A, Camilo F, Simancas Racines D. Odontología basada en evidencia: conceptos generales y su relevancia. KIRU [Internet]. 2018 [citado 29 de septiembre 2024]; 15(1): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://doi.org/10.24265/kiru.2018.v15n1.06>.
3. Castillo-Betancourt E, Bosch-Pons M, Mesa-Reinaldo B, Seijo-Machado M, Espino-Otero Z. Sobrecargas e interferencias como factor de riesgo de la enfermedad periodontal. Medisur [Internet]. 2009 [citado 27 de septiembre de 2024]; 7(1): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/624>.
4. Hernández Castellón, Ramón Benito. Programa de fisiología del sistema estomatognático, las bases fisiológicas de la ortodoncia. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua [Internet]. 2021 [citado 5/4/2024]. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8535/1/Programa%20Fisiolog%C3%ADa%20del%20Sistema%20Estomatogn%C3%A1tico.pdf>.
5. Goyeneche Miranda, J. Elaboración de protocolo para el diagnóstico de la patología oclusal leve, moderada y severa en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. [Tesis]. Colombia: Universidad Nacional; 2015. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55481>.
6. de la Rosa Samper H, Nolard Ferrer B, Pérez Quintana M. Registro de signos y factores predisponentes al trauma oclusal en historias clínicas de periodoncia. CISALUD 2023 [Internet]. Disponible en: <https://cisalud-ucmh.sld.cu/index.php/cisalud/2023/paper/viewPDFInterstitial/60/88>.
7. Claver del Valle. Aspectos Radiográficos del trauma oclusal. Revisión narrativa de la literatura. [Tesis]. Chile: Universidad de Talca; 2018. Disponible en: <http://dspace.uta.cl/bitstream/1950/11895/5/20180168.pdf>.
8. Suárez González MD, Díaz Gómez SM. A propósito del artículo "Oclusión y estrés en el síndrome dolor disfunción temporomandibular". Rev. electrón. Zoilo [Internet]. 2023 [citado 29 de

septiembre 2024]; 48: [aprox. 2 p.]. Disponible en:
<https://revzoiolomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/3449>.

9. Bermeo Pacheco J, Guerrero Jirón J, Delgado Santa Gadea K. Niveles del conocimiento. En Neill DA, Cortez Suárez L. Procesos y fundamentos de la investigación científica [Internet]. Machala, Ecuador: Editorial UTMACH; 2018 [Citado 4 Marz 2025]. 52-67 p. Disponible en:
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14231/1/Cap.3/Niveles%20del%20conocimiento.pdf>
10. González Sánchez J. Los niveles de conocimiento. El Aleph en la innovación curricular. Innovación Educativa [Internet]. 2014 [citado 28 Feb 2025]; 14(65): [Aprox. 8 p.]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179431512009>
11. Rodríguez Álvarez M, García Marrero S, Menéndez Gutiérrez S. Pedagogía. Selección de lectura .1 ed. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial deportes; 2008
12. González Espangler L, Olivares Paizan G, Vega Veranes F, Romero García LI, Hodelin Tablada R, Travieso Ramos N et al . Miradas al diseño Metodológico de la investigación biomédica [Internet]. Santiago de Cuba: Editorial UO; 2024 [citado 6 de marzo 2025]. 157 p. Disponible en:
<https://ediciones.uo.edu.cu/index.php/e1/catalog/book/1858>
13. Suberviola Ovejas I, Barbed Castrejón N. Validación del origen del cuestionario de corresponsabilidad entre géneros CORGEN. Rev Estilo Aprendiz [Internet]. 2023 [citado 10 Nov 2024]; 16 (31) : [Aprox. 13 p.]. Disponible en:
<https://revistadeestilosdeaprendizaje.com/article/download/4463/6210/18386>
14. Frometa Ortiz Y, Gonzáles Espangler L, Valdez Gómez Y, Romero García LY. Conocimientos de los estomatólogos sobre bioseguridad en tiempos de COVID - 19. Archi de medici (COL) [Internet]. 2021 [citado 28 Feb 2025]; 21(2): [Aprox. 7 p.].
Disponible en: <http://www.redalyc.org/journal/2738/273868435026/html>
15. Araújo Sales IR, Da Silveira AS, Cardoso M, Tannure Niveloni P. Conhecimento de cirurgiões-dentistas sobre a relação entre disfunção temporomandibular e fatores oclusais. Rev Odontol UNESP [Internet]. 2019 [citado 26 Feb 2025]; 48: [Aprox. 10 p.]. Disponible en:
<http://doi.org/10.1590/1807-2577.06519>
16. Rojas Herrera IA, Morales Navarro D, Rodríguez Soto A, Hernández Pedroso W. Nivel de conocimientos sobre urgencias médicas durante la práctica profesional de los estomatólogos. Educ Med Super [Internet]. 2021 [citado 26 Feb 2025]; 35(1): [Aprox. 10 p.]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412021000100006&Ing=es.

17. Carillo Jácome HD, Cherrez Reino DS, Chiluisa Cueva JS, González Cardona Y. Nivel de conocimientos en los manejos preoperatorios en pacientes con enfermedades sistémicas. Rev Salud y Vida [Internet].2022 [citado 26 Feb 2025];6(1) :[Aprox.9 p.].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35381/s.v.v6i1.1746>

18. Suárez González MD, Díaz Gómez SM, Núñez Oduardo EA. Guía anterior de la oclusión dentaria, su importancia para procederes rehabilitadores. En: I Congreso Internacional OdontoSantiago 2023, la ciencia en función de una sola sonrisa (Virtual) [Internet]. Santiago de Cuba: MEDISAN; 2024 [citado 12 Dic 2024] Disponible en: <https://odontosantiago2023.sld.cu/index.php/odontosantiago/2023/paper/download/188/40>

19. Díaz Miralles M. Perspectiva de desarrollo profesional en Cuba desde la cátedra Multidisciplinaria de Oclusión. Arch méd Camagüey [Internet].2021 [citado 26 Feb 2025];25(5):[Aprox.4 p.]. Disponible en: <https://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/7619>

20. Díaz Gómez SM, Díaz Miralles M, Álvarez de la Cruz M, Bueno Rodríguez J. Beneficios de la consulta estomatológica de oclusión en experiencia de 15 años. Cuba Salud [Internet].2018[citado 12 Dic 2024] Disponible en: <http://convencionalud2018.sld.cu/index.php/convencionalud/2018/paper/viewPDFInterstitial/984/191>

/ **Received:** [1 febrero 2025] / **Accepted:** [1 marzo 2025] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Arias-Velázquez, E., Díaz-Gómez, S., Serrano-Sánchez, E., Vázquez-Argote, K., Rubí-Rivero, O. Nivel de conocimiento de los estomatólogos referente a la relación de trauma oclusal primario e interferencias dentarias. 2025.Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.10

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

11 Sobre dentadura sobre cofias de composite como solución protésica en un paciente desdentado total afectado por artritis reumatoide y trastorno temporomandibular**Overdenture on composite copings as a prosthetic solution in a completely edentulous patient affected by rheumatoid arthritis and temporomandibular disorder**Rómell Lazo Nodarse^{1*}, Bismar Hernández Reyes², Silvia María Díaz Gómez³, Loreidys Castañeda Casal⁴, Magdalena Sanford Ricardo⁵¹ *Dr. Especialista en Prótesis Dental, Profesor Auxiliar, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.* <http://orcid.org/0000-0002-5846-6300>² *Dr C. Especialista en Prótesis Dental, Profesor Titular, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.* <https://orcid.org/0000-0002-3757-4134>³ *Dr C. Especialista en Prótesis Dental, Profesor Titular, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.* <https://orcid.org/0000-0002-6314-3434>⁴ *Dr. Especialista en Prótesis Dental, Profesor Auxiliar, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.* <https://orcid.org/0000-0003-0994-4879>⁵ *Licenciada en Prótesis Dental, Profesor Auxiliar, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.* <https://orcid.org/0000-0003-2427-3452>*Autor para la correspondencia: Dr. Rómell Lazo Nodarse. romell.cmw@infomed.sld.cu**DOI:** 10.70373/RB/2025.10.01.11**Resumen**

La sobredentadura es una opción de tratamiento en prótesis que puede realizarse sobre dientes naturales con cofias de composite; entre las ventajas de este tipo de prótesis dental está la restauración de la dimensión oclusal vertical, favoreciendo la salud de la articulación temporomandibular. Un paciente masculino de 67 años fue atendido con antecedentes de artritis reumatoide, portando dos prótesis dentales en mal estado y presentando alteración de la dimensión oclusal vertical. El paciente reportó signos y síntomas de trastornos temporomandibulares. Los dientes remanentes en el arco superior se utilizaron como pilares para la fabricación de una sobredentadura. Para ello, se realizó tratamiento de conducto, seguido de la confección de cofias de composite. Se llevaron a cabo los pasos clínicos y de laboratorio para la fabricación de prótesis completas removibles, y se programó una cita de seguimiento a los seis meses de la instalación para monitorear la evolución de los signos y síntomas iniciales relacionados con la articulación temporomandibular. El tratamiento rehabilitador mediante sobredentadura fue considerado favorable según el reporte del paciente y el examen físico extraoral.

Palabras claves: sistema estomatognático; articulación temporomandibular; trastornos de la articulación temporomandibular; prótesis de recubrimiento; artritis reumatoide.**Abstract**

Overdenture is a treatment option in Prosthesis that can be made on natural teeth with caps made of composite; among the advantages of this type of dental prosthesis is the restoration of the vertical occlusal dimension, favoring the health of the temporomandibular joint. A 67-year-old male patient was admitted with a history of rheumatoid arthritis, wearing two dental prostheses in poor condition and presenting with altered occlusal vertical dimension. The patient reported signs and symptoms of temporomandibular disorders. The remaining teeth in the upper arch were used as abutments to fabricate an overdenture. For this purpose, root canal treatment was performed, followed by the fabrication of composite copings. The clinical and laboratory steps for the fabrication of removable complete dentures were carried out, and the patient was scheduled for a follow-up appointment six months after installation to monitor the progression of the initial signs and symptoms related to the temporomandibular joint. The rehabilitative treatment using an overdenture was considered favorable according to the patient's report and the extraoral physical examination.

Keywords: stomatognathic system; temporomandibular joint; temporomandibular joint disorders; overdenture; rheumatoid arthritis

Introducción

Los trastornos temporomandibulares (TTM) constituyen una variedad de afecciones de la articulación temporomandibular (ATM) y los músculos de forma interconectada, que incluyen el desplazamiento del disco y alteraciones inflamatorias de estos componentes del sistema masticatorio, y comparten síntomas y signos¹. Entre las manifestaciones más reveladoras de los TTM se incluyen: dolor en la ATM o cerca del oído, fatiga en los músculos cervicales, craneofaciales y/o masticatorios, movimientos mandibulares restringidos, y sonidos articulares audibles.²

Los TTM se observan con mayor frecuencia en personas mayores, debido a varios factores fisiológicos. Otros elementos involucrados son la pérdida de dientes o el exceso de fuerza o presión sobre la mandíbula, que provocan cambios en las capacidades motoras orales, desajustes en la articulación temporomandibular, variaciones en los tejidos dentales y periodontales, y reducción de los contactos oclusales.^{3,4}

Entre los factores etiológicos desencadenantes de los TTM se encuentran las enfermedades sistémicas. Una de ellas es la artritis reumatoide (AR), que se describe como un trastorno autoinmune caracterizado por una inflamación progresiva que afecta a múltiples articulaciones en todo el cuerpo. A nivel mundial, se estima que alrededor de 5 de cada 1000 adultos viven con esta afección. Las fases iniciales de la artritis reumatoide pueden ser particularmente graves, a menudo resultando en daño articular irreversible y discapacidad funcional.⁵

La artritis reumatoide presenta una distribución universal, su prevalencia varía entre el 0,5 % al 2 % en la población general y, de forma global, ha sido estimada en 1 %.⁶ A pesar de que la AR puede diagnosticarse en todos los grupos de edad y en todas las poblaciones étnicas, tiene una prevalencia creciente a medida que aumenta la edad, y esta frecuencia se eleva al 2 % en la población geriátrica. En ocasiones, el diagnóstico de afectación en la ATM se torna difícil, se reportan que por cada 10 pacientes con enfermedades reumáticas el 60 % han presentado signos y el restante 40 % síntomas de afectación en esta articulación.⁷

Si se tiene en cuenta que entre las causas de los TTM se encuentra la pérdida dentaria, con la consecuente pérdida de la dimensión vertical oclusiva, se considera como una opción de tratamiento rehabilitador el uso de sobredentaduras, que no son más que aquellas prótesis removibles que descansan sobre uno o más dientes naturales, aunque también se pueden emplear implantes dentales como medios retentivos. Las sobredentaduras soportadas por dientes son bastante simples, son más rentables y se mantiene una mejor sensibilidad oral debido a la propiocepción preservada.⁸

El objetivo de este artículo es evaluar la efectividad que puede tener la sobredentadura para aliviar los signos y síntomas de los trastornos temporomandibulares en un paciente que padece artritis reumatoide.

Caso clínico

Presentación de caso: a la clínica dental del policlínico docente de Previsora, provincia Camagüey, Cuba, se presentó un paciente de sexo masculino, de 67 años de edad, cuyo motivo de consulta era el cambio de las prótesis que poseía (total inferior y parcial superior) en uso por más de 12 años. Dichas prótesis no cumplían con la retención y estabilidad necesarias por lo que la mayor dificultad para el paciente era realizar la masticación. Al interrogatorio se pudo determinar que el paciente había sido diagnosticado con artritis reumatoide desde hacía más de nueve años, recibiendo consultas frecuentes por el especialista en reumatología. Al examen físico extraoral se comprobó dimensión vertical en reposo (DVR) de 58 mm y dimensión vertical oclusiva (DVO) con las prótesis de 52 mm, con una diferencia entre ambas de 6 mm. Al examinar la ATM se pudo constatar presencia de chasquidos al realizar movimientos de apertura y cierre mandibular, de igual forma se encontraban limitadas las excursiones laterales, refiriendo dolor al realizar estos movimientos mandibulares. Al examen físico intraoral se constató presencia solo de los dientes 12, 13, 22, 23 y 24 (con buen estado periodontal y libres de placa dentobacteriana), marcada reabsorción del reborde alveolar inferior mientras que el reborde alveolar superior era poco prominente. En el examen radiográfico, los dientes mostraron un buen soporte óseo y raíces largas; no se observó movilidad significativa ni patología periapical.

Plan de tratamiento: realización de tratamiento pulporradicular de los dientes pilares en una sola sesión teniendo en cuenta la vitalidad de los mismos. Luego de pasados 21 días se procedió a reducir la corona clínica hasta 2 mm sobre el nivel del margen gingival, dando espacio para la base y los dientes de la futura sobredentadura. Se realizó la preparación con paredes axiales apenas convergentes que terminan en un ligero chamfer justo por debajo de la cresta del margen gingival (0.5mm). El muñón no debe tener más de 2 mm de altura sobre la cresta gingival, con esto la cofia imita la emergencia de una corona y evita la proliferación de tejido gingival. Se realizó la preparación del lecho en los dientes pilares con fresas Peso No. 1 y 2 a una longitud de 4 mm, lo que corresponde a la parte activa de la fresa y se dejó la gutapercha necesaria para obtener el sellado apical (Figura 1). Se procedió a obturar el espacio del conducto y confeccionar la cofia con composite color A2 (Figura 2), puliendo los bordes de las obturaciones realizadas con goma abrasiva (Figura 3).

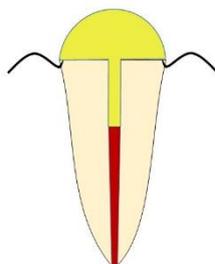
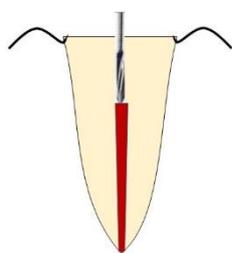


Figura 1. Preparación del lecho

Figura 2. Confección de la cofia con composite

Figura 3. Rebajado y pulido de las cofias

Seguidamente fueron tomadas las impresiones primarias, para confeccionar cubetas individuales usando Megatray y tomar impresiones definitivas con alginato (Figura 4). Con el empleo de placas de articulación fue obtenida la relación craneomandibular. Se tuvo en cuenta que la DVO debía ser: $58 \text{ (DVR)} - 4 \text{ mm} = 54 \text{ mm}$ para lograr la restauración de la altura facial



Figura 4. Impresiones definitivas con alginato

En el modelo superior se alivió el área del margen gingival de los dientes pilares para evitar presión sobre tejido gingival y se duplicó el modelo. Los modelos de trabajos fueron montados en articulador

y se inició el montaje de dientes artificiales, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a las líneas de referencia obtenidas durante el bite registration (ancho, largo y ubicación de la línea media) (Figura 5). Se realizó una prueba clínica de los dientes en cera para evaluar: correcta oclusión, fonética, estética y función. Después de haber realizado la terminación adecuada de ambas prótesis, se procedió a la instalación. Se comprobaron los principios biomecánicos y la satisfacción del paciente con el tratamiento rehabilitador (Figura 6). El paciente recibió indicaciones sobre el uso, cuidado e higiene correctos de las prótesis.



Figura 5. Articulación dentaria



Figura 6. Instalación de las prótesis

Fase evaluativa: se indicaron controles periódicos a las 72 horas, una semana, tres meses y seis meses. En estas citas se realizaron los ajustes necesarios para lograr la adaptación y el confort del paciente al aparato. Se llevó a cabo chequeo a los seis meses de la instalación para examinar el estado de las articulaciones temporomandibulares. Se evidenció una disminución en la intensidad de los chasquidos y mayor libertad de movimientos mandibulares. El paciente refirió un alivio considerable de los síntomas articulares con los que había acudido inicialmente.

Aspectos bioéticos:

Se les explicó a los pacientes de manera detallada en qué consistía la investigación y sus objetivos, previo a la aplicación de los métodos de obtención de información. Se cumplió con las normas éticas de la Declaración de Helsinki. La investigación fue aprobada por el Consejo Científico de la Facultad de Estomatología de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, luego de ser evaluado por el comité de ética de la facultad.

Discusión

El edentulismo es más que la pérdida de dientes; es la pérdida de la capacidad de masticar y digerir adecuadamente los alimentos. Tiene graves consecuencias sociales, psicológicas y emocionales, impactando en la calidad de vida. La pérdida de dientes puede deberse a caries, traumatismos, enfermedad periodontal, defectos congénitos y/o tratamiento iatrogénico.⁹

Carlos ⁴ hace mención a un estudio realizado con el objetivo de explorar la relación entre el TTM y el daño al soporte oclusal posterior, el cual involucra a una muestra de 100 pacientes. Los hallazgos revelaron que las personas que habían perdido ocho o más dientes experimentaron un trastorno temporomandibular leve en 37,5 % de los casos, mientras que un mayor número de pérdida de dientes se correlacionó con TTM moderado en 62,5 % de los participantes.

Se sabe que, entre las causas de TTM en pacientes portadores de prótesis dentales completas, la inestabilidad oclusal constituye uno de los factores potenciales para el desarrollo de estas afecciones. La presencia de signos y síntomas de TTM se correlacionan con la calidad de las dentaduras postizas y los hábitos de uso de las prótesis, así como la dimensión vertical oclusiva alterada y la relación céntrica incorrectamente obtenida. ¹⁰

Los dientes más favorables para el soporte de la sobredentadura, desde el punto de vista topográfico, son los caninos (al formar la curva del arco dentario, tener gran superficie radicular y conducto radicular amplio para el tratamiento endodóntico) y los molares (al permitir mayor estabilización y retención debido a la morfología de las raíces). ¹¹

Kapadia et al., ¹² señalan que, en todos los músculos masticatorios, solo la amplitud del músculo temporal se relaciona positivamente con la fuerza oclusal. Por lo tanto, se puede inferir que los propioceptores periodontales parcialmente conservados pueden ser beneficiosos para la preservación de la función muscular masticatoria. La eficiencia masticatoria se correlaciona más con las excursiones mandibulares y menos con la actividad bioeléctrica del músculo masticatorio.

La enfermedad reumática puede provocar discapacidades graves de la ATM, como artralgia, movimientos mandibulares limitados, dificultad para comer, rigidez durante la apertura de la boca al despertar, debilidad de los músculos masticatorios con disminución de la fuerza de mordida y los sonidos audibles de las articulaciones. ¹³

De acuerdo a Furudate et al., ⁵ la inflamación de la articulación temporomandibular está significativamente relacionada con las etapas avanzadas de la AR, refiriendo una correlación de más del 17%. Mientras que Kubo et al. ¹⁴ plantean que las manifestaciones clínicas de la ATM afectada por AR se asemejan a las observadas en otras articulaciones; los síntomas más prevalentes entre los pacientes con AR incluyen sensibilidad en las articulaciones (70 %), crepitación (65 %), dolor durante las actividades funcionales (60 %) y dificultad para abrir la boca.

Se recomienda que para tratar a estos pacientes de manera efectiva debe priorizarse una anamnesis detallada, una buena relación médico paciente, realizar una adecuada atención interdisciplinaria de especialidades médicas entre medicina - reumatología - odontología y periodoncia, tomar en cuenta la subjetividad del paciente en todo momento, y priorizar la prevención para evitar patologías de largo estadio o complejidad severa. ¹⁵

Las investigaciones han demostrado que la intervención temprana en el tratamiento no solo puede detener la progresión del deterioro de las articulaciones, sino también reducir la probabilidad de desarrollar AR en primer lugar. ⁵

Conclusiones

Este reporte de caso demostró la efectividad del tratamiento protésico rehabilitador en el alivio de síntomas y signos a nivel de la articulación temporomandibular, en un paciente con trastorno temporomandibular y artritis reumatoide. Se debe tener en cuenta en todo momento los principios biomecánicos necesarios para las prótesis totales, la correcta dimensión vertical oclusiva y la realización adecuada de los procedimientos clínicos y de laboratorio, en especial en la confección de sobredentaduras.

Contribuciones de los autores

Conceptualization: Rómell Lazo Nodarse y Loreidys Castañeda Casal; validación: Silvia María Díaz Gómez y Bismar Hernández Reyes; investigación: Rómell Lazo Nodarse y Magdalena Sanfort Ricardo; recursos: Loreidys Castañeda Casal y Magdalena Sanfort Ricardo, redacción-preparación del original: Rómell Lazo Nodarse y Loreidys Castañeda Casal; redacción-revisión y edición: Loreidys Castañeda Casal; visualización: Rómell Lazo Nodarse y Bismar Hernández Reyes; supervisión: Silvia María Díaz Gómez. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiación externa

Declaración de Consentimiento Informado: Se obtuvo el consentimiento informado del paciente involucrado en el estudio

Conflictos de Interés: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Vilca Yufra AK. Prevalencia del nivel de ansiedad y de los trastornos temporomandibulares en los alumnos de 8vo y 10mo semestre de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María del año 2021. [Tesis de Grado]. Perú: Universidad Católica de Santa María 2023. URL: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/a979ad9a-f1c7-4e0c-8191-2509c133372d>
2. Espinoza Céspedes IR. Trastornos Temporomandibulares en la Calidad de Vida de adultos mayores del Programa Vaso de Leche, Breña-Lima, 2022. [Tesis de Grado]. Perú: Universidad Roosevelt 2023. URL: <http://50.18.8.108/handle/20.500.14140/1360>

3. Qamar Z, Saad Alghamdi AM, Bin Haydarah, NK, Balateef AA, Alamoudi AA, Abumismar MA, et al. Impact of temporomandibular disorders on oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation* 2023;50(8):706-714. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.13472>
4. Carlos Muñoz MY. Nivel de conocimiento y autopercepción de los trastornos temporomandibulares en los pacientes de un centro odontológico ubicado en Lima 2021. [Tesis de Grado]. Perú: Universidad Continental 2022. URL: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11280>
5. Furudate K, Fukuka H, Kubota K, Ito R, Akiyama N, Sato H, et al. Early unilateral rheumatoid arthritis of temporomandibular joint as the only site: A case report and literature review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology* 2022;34(4):497-500. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajoms.2021.11.007>
6. Sánchez Licea FA. Caracterización clínica, epidemiológica y humoral de pacientes con artritis reumatoide. *Rev. cuba. de Reumatol* 2024;26. URL: <https://revreumatologia.sld.cu/index.php/reumatologia/article/view/1384>
7. Manzano Calero SM, Solis Cartas U. Esquema fisioterapéutico en pacientes reumáticos con trastornos temporomandibulares por bruxismo. *Rev Cub Reumatol* 2023;25(4):[aprox.7 p.]. URL: <https://revreumatologia.sld.cu/index.php/reumatologia/article/view/1170>
8. Jia Zheng L, Hin Beh Y, Khee Ho T. Tooth-Supported Overdentures Revisited. *Cureus* 2024;16(1):e53184. DOI: <https://10.7759/cureus.53184>
9. Mekawy E, Nesreen C, Ibrahim R, Hegzy S. Tooth Overdentures Denture Base Materials. *Highlights on Medicine and Medical Research* 2021;9:76-96. URL: https://www.researchgate.net/profile/Christine-Raouf/publication/351481524_Chapter_7_Tooth_Overdentures_Denture_Base_Materials/links/609a48fb92851c490fceed48/Chapter-7-Tooth-Overdentures-Denture-Base-Materials.pdf
10. Minervini G, Fiorillo L, Russo D, Lanza A, D'Amico C, Cervino G, et al. Prosthodontic treatment in patients with temporomandibular disorders and orofacial pain and/or bruxism: a review of the literature. *Prosthesis* 2022;4(2):253-262. DOI: <https://doi.org/10.3390/prosthesis4020025>

11. Ilić DV, Brković SV, Poštić SD. Overdenture in terms of preparation and restoration of supporting teeth. *Vojnosanitetski pregled* 2020;77(10):1086-1092. DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP1803230164I>
12. Kapadia A, Wankhade S, Khalikar A, Deogade S, Mukhopadhyay P, Dutta V, et al. Comparing the functional efficiency of tooth-supported overdentures and implant-supported overdentures in patients requiring oral rehabilitation: A systematic review. *Dental Research Journal* 2022;19(1):94. DOI: <https://10.4103/1735-3327.361343>
13. d'Apuzzo F, Rotolo RP, Fordellone M, Cuomo G, Jamilian A, Nucci L, et al. Temporomandibular disorders and serological tests in patients with rheumatoid arthritis. *Applied Sciences* 2023;13(20):11488. DOI: <https://doi.org/10.3390/app132011488>
14. Kubo H, Motohashi T, Kubota R, Fujii T, Watanabe M, Hase K, et al. A clinico-statistical study of temporomandibular disorders in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Osaka Dental University* 2023 Oct;57(2):283-287. DOI: https://doi.org/10.18905/jodu.57.2_283
15. Lapo Calero RJ, Rockenbach Binz Ordóñez MC, Armas Vega A del C. Calidad de vida y de salud dental en pacientes con Artritis Reumatoide – Revisión Literaria. *RECIAMUC* 2024 Mar;8(1):722-39. URL: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1317>

/ Received: [19 diciembre 2024] | Accepted: [2 febrero 2025] | Published: [15 marzo 2025] |

Citation: Lazo-Nodarse, R. Hernández-Reyes, B. Díaz-Gómez³, S. Castañeda-Casal, L. Sanfort-Ricardo, M. Sobredentadura sobre cofias de composite como solución protésica en un paciente desdentado total afectado por artritis reumatoide y trastorno temporomandibular. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.11

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

12 Alisa, la web sobre alimentos y alimentación sana para la Licenciatura en Ciencias Alimentarias

Alisa, the website about food and healthy eating for the Bachelor's Degree in Food Sciences

Mabel de los Angeles Fuentes Lorente ^{1*}, Adrian Eduardo Cancino Gutiérrez ², Luisa Matos Mosqueda ³, Aliet de la Caridad Díaz López ⁴

¹ Profesora de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba. mabelfuentes@reduc.edu.cu ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1689-6334>

² Profesor. Centro de Gestión de la Información. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba. adrian.cancino@reduc.edu.cu ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9789-5212>

³ Profesora de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba. luisamatos@reduc.edu.cu ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2387-163X>

Estudiante de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba

Autor para correspondencia: mabelfuentes@reduc.edu.cu

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.12

Resumen

La alimentación sana es uno de los temas más relevantes actualmente en el escenario de la alimentación y la salud pública. Por tanto, es también un tema importante en la formación de los futuros licenciados en Ciencias Alimentarias. En tal sentido, se observó que en la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz se necesitaba contar con un espacio que organizara y difundiera información sobre el tema de la alimentación sana, al existir poca y dispersa bibliografía sobre el tema. El objetivo de la investigación fue proponer un sitio web sobre alimentación sana para la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias en la Universidad de Camagüey, por la necesidad que posee la misma de elevar la disponibilidad y organización de la información digital en el proceso docente educativo. Para el desarrollo de esta investigación se aplicaron métodos y técnicas que permitieran la factibilidad del uso de esta herramienta en la carrera. Se propone entonces el sitio web Alisa, Alimentación Sana, basado en el sistema de manejo de contenidos WordPress.

Palabras clave: sitios web, alimentación sana, alimentos sanos, hábitos alimentarios saludables

Abstract

Healthy nutrition is one of the most relevant issues currently in the food and public health scenario. Therefore, it is also an important issue in the training of future graduates in Food Sciences. In this sense, it was observed that in the Bachelor's Degree in Food Science of the University of Camagüey

Ignacio Agramonte Loynaz it was necessary to have space to organize and disseminate information on the subject of healthy food, since there is little and scattered bibliography on the subject. To address this problem, the present investigation was conducted in the period from January to May 2018. The objective of the same was to propose a website on healthy eating for the career of Bachelor's Degree in Food Science of the University of Camagüey, for the need that has the same to increase the availability and organization of digital information in the educational process. For the development of this research methods and techniques were applied that allowed the realization the feasibility of using this tool in the career. The website Alisa, based on the WordPress content management system, is then proposed.

Keywords: websites, healthy eating, healthy foods, healthy eating habits

Introducción

El cambio en hacia una alimentación saludable (AS) y el consumo de alimentos sanos es una tarea que corresponde tanto a gobiernos, organizaciones y población en general, debido a que, en la actualidad, existen diversas razones que llevan a cambiar los mismos por otros no tan sanos. Se debe abordar desde un problema de salud pública, por lo que no es una decisión que deba dejarse en manos de la población.¹

Banmédica² refieren que la AS es aquella que proporciona los nutrientes y energéticas que el cuerpo necesita para mantener el buen funcionamiento del organismo, conservar o restablecer la salud, garantizar la reproducción, gestación, lactancia, desarrollo y crecimiento adecuado. Además de seleccionar la variedad de alimentos y consumirlos en porciones adecuadas. Según Fuentes-Lorente et al.³, la AS es "...suficiente, equilibrada, variada, segura, adaptada al comensal y al entorno y sensorialmente satisfactoria..." debe ser, además sostenible tanto para el individuo como para el medio ambiente.

Cuba no escapa a esta situación pues vive una etapa avanzada de la evolución del sobrepeso y la obesidad en diferentes grupos de la población cubana. La prevalencia del exceso de peso (que reúne sobrepeso más obesidad) se muestra en un 56,1 % de la población general como lo plantean Díaz⁴. Son varios los estudios que demuestran que los estudiantes universitarios se alejan de los HAS, como omitir eventos alimentarios, actividad física de moderada a leve, elevado consumo de azúcar, poca preferencia por el pescado.^{5,6}

Existen en la actualidad diferentes medios por los cuales las personas pueden informarse de diversas formas sobre la alimentación saludable. El mundo web constituye una fuente de información en diferentes temas. La Organización Europea para la Investigación Nuclear, CERN, por sus siglas en francés, Tim Berns-Lee y Robert Cailliau, construyen las primeras páginas web, basadas en el lenguaje de marcas de hipertexto, HTML, proponiendo un sistema de hipertexto de acceso a la

documentación del CERN, se crea así la semilla de la World Wide Web (telaraña mundial), o la web, como se conoce hoy día ⁷. Parte del desarrollo alcanzado en la actual Web 2.0, base mayoritaria actualmente de los sitios webs, se debe al desarrollo de los Sistemas de Gestión de Contenido, Content Management System (CMS), por sus siglas en inglés. De acuerdo con Pérez ⁸, un sistema de gestión de contenidos es un programa informático que permite crear una estructura de soporte (*framework*) para la creación y administración de contenidos, principalmente en páginas web, por parte de los administradores, editores, participantes y demás usuarios.

Una sencilla búsqueda en el buscador Google, por ejemplo, sobre el tema de alimentación sana, arroja que existen más de 7 millones de páginas o documentos relacionados con el tema. Sin embargo, al buscar en el sitio web cubano Redcuba, www.redcuba.cu, buscador para nuestro país desarrollado por la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), desde el 2015, sobre el mismo tema, se encuentran 82 089 resultados. Los 20 primeros se relacionan con noticias de los medios cubanos de información y blogs, con un solo artículo de una revista médica cubana dando elementos científicos sobre el tema. Esto puede demostrar como aún falta mucho por divulgar, en Cuba, sobre un tema tan importante. En este sentido se observó que en la UC en la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias (LCA) se necesita contar con un medio preciso que les permita a los estudiantes buscar información referido al tema, al no contar con suficiente bibliografía.

Medidas para resolver esta situación se han desarrollado desde el inicio de los estudios de la carrera. Se situó mucho de la bibliografía en formato digital en el servicio Protocolo de Transferencia de Ficheros, (FTP, por sus siglas en inglés) en el servidor de la intranet de dicha facultad. Otro intento ha sido la construcción del Repositorio Digital de Ciencias Alimentarias, ReDCAL, disponible en la Biblioteca Virtual de la UC (<http://bivi.reduc.edu.cu>) para colocar a texto completo y de forma organizada, materiales para la carrera. Sin embargo, los recursos anteriormente mencionados, aunque contienen información valiosa para los profesores y estudiantes de la carrera de LCA, no incluyen información específica sobre el tema de la alimentación sana.

El objetivo general de esta investigación es construir un sitio web sobre alimentación sana para la formación en este tema de los estudiantes de la carrera de LCA en la Universidad de Camagüey.

Materiales y métodos

La investigación que se presenta pretende favorecer la disponibilidad y localización de información para los estudiantes y profesores de la LCA mediante la propuesta de un sitio web.

Información pertinente sobre el tema en el ámbito internacional fue obtenida a través de buscadores como Scholar Google y Bing. Se consultaron bases de datos como EBSCO, mediante las siguientes palabras claves: alimentación sana, nutrición, alimento sano, estilos de vida saludable, enfermedades

crónicas no transmisibles, dieta, menú, guías alimentarias, hábitos alimentarios, era digital, sitios webs, creación de sitios webs, metodología para la creación de sitios webs, entre otras.

En el ámbito nacional se realizaron búsquedas sobre estos mismos temas en la intranet cubana, a través de los buscadores www.redcuba.cu, www.cuba.cu y el sitio web www.redciencia.cu, sobre alimentos y alimentación sana. También se revisó el sitio web del Instituto de Farmacia y Alimentos, IFAL, de la Universidad de La Habana, con el mismo propósito.

Se revisaron además las plataformas digitales en uso por la comunidad universitaria y la Carrera de Ciencias Alimentarias, constan entre ellas:

- Sitio web de Intranet de la Universidad de Camagüey, www.reduc.edu.cu
- Repositorio digital de la Carrera de Ciencias Alimentarias, RedCal, <http://bivi.reduc.edu.cu:8080/jspui/handle/123456789/200>
- Servicio FTP de la carrera de Ciencias Alimentarias <ftp://ftp.qui.reduc.edu.cu>
- Plataforma Moodle, asignaturas relacionadas con la carrera de ciencias alimentarias. <http://moodle.reduc.edu.cu>

Se visitó la filial camagüeyana de la Asociación Culinaria de Cuba, para recabar información sobre alimentación sana. Finalmente se realizaron estudios sobre la construcción de sitios webs, las normas que rigen en la UC y las metodologías generales para la creación de los mismos.

El soporte de software será el Sistema de Manejo de Contenido Wordpress, seleccionado por la Dirección de Informatización de la UC como el CMS estándar para los sitios webs de la UC, dada su fiabilidad y seguridad.

1 Resultados

- *Presencia del tema de la alimentación sana en las redes informáticas cubanas*

La revisión de la web cubana en busca de información sobre alimentación sana arrojó escasos resultados. No se encontró información disponible sobre el tema, en sitios webs y repositorios digitales universitarios, en sitio web alguno del Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL), de la Universidad de La Habana, centro rector de la LCA. Tampoco se encontró información pertinente en el repositorio digital de tesis de la UH, Scriptorium, donde aparecen 21 documentos digitales, pero ninguno relacionado directamente con el tema pues cuando se realiza la búsqueda por palabras claves como "alimentación sana", aparecen las palabras, pero los documentos no poseen relación ninguna con el tema.

En el sitio web de la red cubana de la ciencia, www.cubaciencia.cu, se encontró un solo resultado: el libro electrónico Comer pero sin sal, del autor cubano Alberto Quirantes Hernández, pero este libro

es comercializado por la editorial de la empresa cubana Citmatel, por tanto no está al alcance de amplios públicos. Además de esto una búsqueda en la Biblioteca Virtual de la Salud también arrojó cero resultados y en las plataformas existentes en la UC, como se ha señalado, no se encontró información sobre el tema. Todo ello señala la oportunidad de crear por primera vez un sitio web que ofrezca información sobre este tema a los estudiantes y profesores de la carrera de LCA, con vista en desarrollo para lograr que sea visible al resto de la comunidad universitaria.

- ***Elaboración de un sitio web sobre alimentación sana o saludable***

Se escoge el nombre Alisa por ser la contracción de las palabras “Alimentación Sana”, buscando además que sea un nombre fácil de recordar por los futuros usuarios.

El objetivo de Alisa es brindar información científica sobre el tema de la alimentación sana. Además, debe aportar a los usuarios elementos que le ayuden a seleccionar una alimentación sana. Sirviendo así como herramienta de consulta para la investigación, pero también para la vida cotidiana. Sus públicos primarios serán los estudiantes y profesores de la carrera.

Alisa consta de las siguientes secciones, desarrolladas como categorías que ofrece el CMS WordPress:

- 1) Qué es la alimentación sana: categoría para artículos que expliquen este tema.
- 2) Qué son los alimentos sanos: artículos sobre alimentos sanos, según la definición de la FAO.
- 3) Los hábitos alimentarios: artículos sobre los hábitos alimentarios en el mundo y Cuba.
- 4) Recetas sanas: artículos con recetas apropiadas para una alimentación sana, provenientes de Internet, la Asociación Culinaria de Cuba, o creadas por estudiantes y profesores de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias.
- 5) Biblioteca sobre alimentación sana: colección de artículos tomados de Internet u otras fuentes, sobre alimentación sana.

Alisa se inicia con 15 posts y 2 enlaces adicionales a la UC. De estos 15 materiales, ocho responden a recetas de alimentación sana. El resto trata aspectos diversos de conceptos y prácticas de alimentación sana.

Posee además otros elementos relacionados desde la propia portada:

- a) Otros sitios UC: Enlace a sitios principales de la UC, como el sitio de Internet y el sitio del Repositorio Digital Institucional, Rediuc, de la UC.
- b) Uso de herramientas que permite a los usuarios comentar, y compartir en redes sociales o por correo el contenido de Alisa.

En el diseño de Alisa se han tomado en cuenta los siguientes elementos:

- a) Gráficos: se han utilizado colores relacionados con los existentes en los alimentos de forma general, principalmente los alimentos naturales.
- b) De usabilidad: los artículos y secciones del sitio no están a más de dos clics de la portada. Un menú permanente en la columna derecha permite el movimiento entre todas las secciones del sitio.
- c) De comunicación: se proporcionan datos para comunicarse con los autores, emitir comentarios sobre los contenidos, compartir la información presente, etc.

En la figura uno se muestra la portada Alisa.

Alisa cuenta con una guía de edición para las personas, profesores o estudiantes, de la LCA que participen en la actualización del sitio:

- Guía rápida de uso de Alisa para editores

¡Hola! Esta es una guía rápida para crear una nueva entrada, artículo, página o posts en Alisa, la web de los alimentos y la Alimentación Sana de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”:

Para crear una nueva entrada:

1. Entrar a la página de administración de Alisa
2. Clic en Entrada, Añadir Nueva. Se abrirá el editor de artículos o posts del sitio.
3. Colocar el texto, pasándolo previamente por un bloc de notas o similar. Copiar directamente de un procesador de texto puede conllevar la copia del estilo del texto, lo cual puede ser contraproducente con el estilo ya diseñado de Alisa.
4. Hacer clic en el lugar del texto donde vamos a separar la entrada del artículo, que se mostrará en la portada del sitio, del resto del artículo. Hacer clic en el icono "Insertar la etiqueta Leer más". Se trazarará una línea discontinua que marcará la separación.
4. Colocar el título del post o artículo.
5. Asignar alguna de las categorías existentes o crear una nueva. Si deseamos que esta nueva aparezca como una opción del Menú Principal, hay que agregarla a dicho menú.
6. Asignar etiquetas o metadatos: descriptores de nuestro texto.
7. Incorporar imágenes: clic en el lugar donde se desea colocar la imagen. Clic en "Añadir objeto", en la propia ventana de edición. Se abrirá la galería del sitio. Clic en "Subir Archivo", "Selecciona archivos". Seleccionar la imagen en el lugar donde esté y hacer clic en "insertar en la entrada". La guía de estilo define elementos sobre los pies de fotos y la fuente de las imágenes.
8. De acuerdo con el estilo definido para el sitio, los autores y los pies de fotos, irán en cursiva. Los títulos de epígrafes de los artículos irán en negritas.
9. Hacer clic en "Publicar". Listo, Alisa cuenta con un nuevo post.

10. Para editar o eliminar un post ya publicado, clic en Entradas, Todas las entradas.

11. Si un post ya publicado es actualizado, hacer clic en Actualizar.

12. Cada cambio en el sitio debe ser visualizado y revisado en la dirección del mismo visible para el público.

También se definió una guía de estilo que indica cómo trabajar en el sitio.

- Guía del estilo del sitio web Alisa

¡Hola! Esta es la guía de estilo para Alisa, la web de los alimentos y la Alimentación Sana de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”.

Esta guía contiene información sobre como mostrar artículos y elementos de los mismos.

1. En todo artículo publicado de fuentes externas al sitio Alisa, debe indicarse la fuente.
2. Lo anterior es válido también para las imágenes. Si son tomadas de Internet, y no se cita en Internet su origen, indicar "Tomado de Internet".
3. Los nombres de los autores y los pies de fotos, irán en cursiva.
4. Los títulos de epígrafes de los artículos irán en negritas.
5. Las fotos se colocarán en el lado izquierdo del texto.
6. No publicar textos o fotos de sitios webs contrarios a la Revolución cubana.
 - Publicación y desarrollo posterior
 - Valoración por expertos del sitio web

La valoración de Alisa como sitio web sobre alimentación sana se desarrolló con los desarrolladores de web ingenieros informáticos Marcos Fuentes, y Eliecer Estrada, de la Dirección de Informatización de la UC, con más de 5 años de experiencia en el desarrollo de web y uso de CMS, además de ser graduados de la UC y la Universidad de Ciencias Informáticas, respectivamente. También se contó con la revisión del especialista en diseño informacional Abel Cancino Gutiérrez, graduado en el 2002 del Instituto Superior de Diseño Industrial.

Los expertos coinciden en:

- La sencillez del uso del sitio, su diseño funcional.
- La no existencia de un sitio similar en la UC.
- El uso del CMS **Wordpress**, uno de los más usados a nivel internacional y estándar en la UC.

Las potencialidades futuras para su desarrollo y ampliación a otras variantes de comunicación digital.

Alisa puede ser visible inicialmente en la Intranet de la UC, evaluar su impacto entre estudiantes y profesores de la LCA para realizar modificaciones si son necesarias cuando sea aprobado por las instancias competentes de la universidad. Una vez que logre una cantidad significativa de artículos y

elementos publicados, entonces podrá ser publicada en coordinación con la Vicerrectoría de Informatización de la UC, de cara a Internet. La dirección que se propone es alisa.reduc.edu.cu.

2 Discusión

Existe un interés marcado en los estudios sobre alimentación saludables en la población en diferentes países. Estudio como el realizado por Guadarrama, Bautista y Veytia⁹ demuestran que la opción sabor es la más elegida a la hora de seleccionar un alimento y en segundo lugar la nutrición. La elección del alimento debe ser un aspecto a tener en cuenta, durante la compra, elaboración y consumo de alimentos y por consiguiente la nutrición debe ser la primera opción.

Nieva y Vázquez¹⁰ en su investigación pretender transformar los conocimientos en convicciones que modelen hábitos y estilos de vida más saludables en Alisa se quiere lograr un objetivo similar, debido a que el conocimiento no lo es todo. Un ejemplo son los estudiantes de LCA que durante su formación reciben contenidos de Dietética, Nutrición, Fisiología, Ciencia y tecnología de cocina, entre otras, y se demuestra que no siguen una alimentación ni hábitos alimentarios saludable (5,6).

Juega un papel importante la educación alimentaria como forma de vida, con la misma se persigue mejorar la situación nutricional de las personas y con ella la calidad de vida, promueve el sentido de la responsabilidad tanto individual¹¹ como colectiva. Alisa se convierte en una plataforma digital que promueve la educación alimentaria en el entorno universitario. La promoción de una alimentación saludable está presente hoy en varios sectores de la vida económica, social y ambiental de la población, la universidad de Camagüey, en particular el departamento de Ciencia y Tecnología de los alimentos trabaja en este sentido con la creación de la página web Alisa. Tiene en cuenta la información transmitida de forma digital, en específico a través de las redes de computadoras. El uso del CMS Wordpress que es uno de los más empleados a nivel internacional y estándar en la UC.

Un CMS cuenta con una interfaz que controla una o varias bases de datos donde se aloja el contenido del sitio web. El sistema permite manejar de manera independiente el contenido y el diseño. Así, es posible manejar el contenido y darle en cualquier momento un diseño distinto al sitio web sin tener que darle formato al contenido de nuevo, además de permitir la fácil y controlada publicación en el sitio a varias personas en diferentes roles. Por tanto, puede haber quienes creen los contenidos (editores), pero puede haber otras personas que los revisan y publican (moderadores o administradores). Las potencialidades futuras para su desarrollo y ampliación a otras variantes de comunicación digital. En la conmemoración 35 de la web *TIM Bernrs-Lee*, describen que se incrementa la creación de web con fines investigativos, políticos y diseño de productos, en fin, crear web mas cercano al ser humano⁹.

WordPress permite a Alisa que su primera página sea estática (una misma página todo el tiempo, con vínculos en los menús a los contenidos) o publicar las entradas, **posts**, o artículos en orden cronológico (figura 1). En el caso de Alisa se ha usado esta segunda opción. Además, provee también de un buscador interno el cual es visible en la columna derecha, parte superior. Cada categoría de Alisa dispone de su propia página de inicio, subordinada a la primera página, a través de los enlaces situados en la barra de navegación ubicada en la derecha de cada página del sitio. Los CMS cuentan con tres funciones principales, creación del sitio web, gestión y mantenimiento del sitio web y administración del sitio web y del propio CMS ¹⁰



Figura 1- Portada, inicio, *frontend* o primera página de Alisa

Crear la página web posibilita la gestión del conocimiento por parte de estudiantes y permite mejorar la comunicación con los profesores en temas específicos, aspecto este que corresponde con autores como ¹¹. Esta investigación brindar una herramienta informática para la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias y que puede ser socializada a toda la comunidad universitaria. Según Erie Institute of Technology ¹² un CMS es un sistema de gestión de contenido, un software para crear, gestionar y publicar contenido digital para web, al actuar como base de datos y almacenar contenido. No requiere de mucho tiempo y no necesariamente tiene que ser una persona que diseñe web.

Su administración y gestión de contenidos estará a cargo de profesores o estudiantes conocedores de informática de la LCA. Los objetivos educativos pueden alcanzarse al hacer uso además de las plataformas digitales, hace más accesible el aprendizaje, desarrolla habilidades, creación y crecimiento tanto para estudiantes, profesionales y otros ¹³. El desarrollo de Alisa como plataforma digital es un traje a la medida como expresaran Barrientos, et.al., ¹⁴ cuando planteó la necesidad de construir un traje a la medida desde la flexibilidad y adaptabilidad, para los requerimientos educativos de los usuarios es un principal activo y a la vez desafía de dicho modelo. Las imágenes hacen más amena a la lectura y porque no a la gestión del conocimiento, lo cual trae consigo además el interés. En la figura 2 se muestra una de las categorías, la de Recetas saludables puede motivar a elaboraciones saludables, además de transmitir las misma a compañeros o familiares. A decir de Herrera, Portugal y Bermeo¹⁵ ...lo aprendido en la escuela se complementa en el hogar y en otros sitios de entretenimientos del estudiante, alternando con la internet.



Figura 2 - Recetas saludables

Para aumentar los contenidos, se puede apelar además a la colaboración con el IFAL, y a las salas bibliotecarias de la Dirección de Información Científico Técnica, DICT, de la UC. Parte importante de los contenidos a incluir en el futuro elementos como videos, o infografías (elementos visuales animados). También en base a sus contenidos, pudiera desarrollarse la aplicación Alisa para móviles

Conclusiones

Se diseñó el sitio web Alisa que constituye una herramienta para dar visibilidad y organización a la información sobre alimentación sana, como soporte del proceso docente educativo en la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. El sitio web Alisa fue valorado positivamente por expertos; los que coinciden en la sencillez de su uso, el diseño funcional, la no existencia de uno similar en la UC, el uso del CMS Wordpress y las potencialidades para su desarrollo y ampliación.

Supplementary Materials: The following are available online at www.revistabiona Decir además que Alisa puede ser visible inicialmente en la Intranet de la UC, evaluar su impacto entre estudiantes y profesores de la LCA para realizar modificaciones si son necesarias cuando sea aprobado por las instancias competentes de la universidad. Una vez que logre una cantidad significativa de artículos y elementos publicados, entonces podrá ser publicada en coordinación con la Vicerrectoría de Informatización de la UC, de cara a Internet. La dirección que se propone es www.alisa.reduc.edu.cu

Author Contributions: A short paragraph specifying their individual contributions must be provided for research articles with several authors. The following statements should be used "Conceptualization, MFL,. and ACG.; methodology, MFL y LMM.; software, ACG.; validation, MFL, ACG y LMM.; formal analysis, MFL.; investigation, MFL, ACG y LMM.; resources, MFL.; data curation, ACG.; writing—original draft preparation, MFL.; writing—review and editing, LMM y ACG All authors have read and agreed to the published version of the manuscript."

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Not applicable

Informed Consent Statement: Not applicable

Data Availability Statement: Not applicable

Conflicts of InterestThe authors declare no conflict of interest.

References

1. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana. 2018. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
2. Banmédica. Hábitos de alimentación saludable. 2022. <https://www.banmedica.cl/habitos-alimentacion-saludable/>
3. Fuentes-Lorente MA; Moreira-Vera DW; Matos-Mosqueda L y Crespo-Zafra LM. La formación de un modo de actuación responsable en la producción de alimentos. *YACHASUN*. 2023. 7(12) (Ed. Esp. Feb. 2023). DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12edespfeb.0299>
4. Díaz Sánchez, ME., Maldonado G., Suarez Medina R., y Varona Pérez P. Nuevos datos sobre el sobrepeso y la obesidad en Cuba. Convención Internacional de Salud, Cuba Salud. 2022. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://conven>

[cionsalu22/2022/paper/download/2123/945&ved=2ahUKEwi8pvLGw_uLAXZRdABHTTWEjsQFnoECBsQAQ&usq=A0vVaw1nXakXVhEIwT0vRHfajEqx](https://doi.org/10.2478/2222-2222/paper/download/2123/945&ved=2ahUKEwi8pvLGw_uLAXZRdABHTTWEjsQFnoECBsQAQ&usq=A0vVaw1nXakXVhEIwT0vRHfajEqx)

5. Nápoles Abreu N, Fuentes Lorente M, Guerra Rodríguez LE, Matos Mosqueda L, Crespo Zafra L. Estado nutricional, distribución de eventos alimentarios y actividad física en universitarios de Camagüey. Rev. Hum. Med [Internet]. 2021 [citado 24/06/2023]; 21(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202021000200455
6. Fuentes-Lorente MÁ, González-Zambrano RV, Nápoles-Abreu O. y Crespo-Zafra LM. Caracterización de hábitos alimentarios saludables en estudiantes de Licenciatura en Ciencias Alimentarias en Camagüey. REICOMUNICAR. [Internet]. 2022 [citado 23/01/2024]; 5 (9) (Ed. Esp. mayo 2022). DOI: <https://doi.org/10.46296/rc.v5i9edespmay.0070>
7. Velazco, J.J. (2014). Historia de la tecnología: 25 años de World Wide Web. Recuperado el 18 de junio de <https://hipertextual.com/2014/03/world-wide-web-25-aniversario>
8. Pérez-Montoro, M. Gestión del conocimiento, gestión documental y gestión de contenidos. Tendencias en documentación digital. 2006; 110-134. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2170807>
9. Guadarrama Guadarrama, R, Bautista Rodríguez, M.L y Veytia López M. Preferencias y factores que influyen en la ingesta alimentaria en universitarios mexicanos según el sexo. Rev Esp Nutr Comunitaria 2023; 29(1). <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=89978449&url>
10. Niebla Delgado D.M. y Vázquez Sánchez, Vanessa. Formación de conductas alimentarias saludables desde el proceso educativo. Proyecto. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. Jul 2020. AñoVII. Edición especial. Artículo 11. <http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>
11. Pizón Tapia I.H. La educación alimentaria: componente clave en el desarrollo de competencias y hábitos saludables. *Educación y Sociedad*. 2022. 20 (2). 17-41. <https://dianet.unirioja.es/servelet/articulo?codigo=8517773>
12. TIM Bernrs-Lee (12 de marzo de 2024) Conmemoración del 35 aniversario de la Web: una carta abierta. <https://webfoundation.org/2024/03/marking-the-webs-35th-brithday-an-open-letter>
13. Fernández, A. ¿Qué es un CMS? Conoce los mejores gestores de contenido. 2018. Disponible <https://www.webempresa.com/blog/que-es-cms-los-mejores-gestores-de-contenido.html>

14. Singh. S. 9 de dic de 2024. Top 11 Online E-Learning Platforms for Individuals & Businesses. <https://www.linkedin.com/pulse/top-11-online-e-learning-palforms-individuals-busissese-sudha-singh-ggvyf>
15. Erie Institute of Technology. What Is a CMS: A Guide to Content Management Systems (21 mar 2024) computer desing programs, News <http://erieit.edu/beninnners-guide-content-management-systems>
16. Barriento Oradini, N., Yañez Jara, V., Barrueto Mercado, E y Aparicio Puentes, C. Análisis sobre la educación virtual, impactos en el proceso formativo y principales tendencias. Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXVIII (4). 2020. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449=https://www.redalyc.org/journal/280/28073811035/28073811035.pdf&ved=2ahUKEwjp_KWzxIWMAXWnRjABHXYEARIQFnoECCkQAQ&usg=AOvVaw3BfTuoXCOB4cj5ktoXZGG
17. Tamara de la Cruz, Gayo Macías, G.G., Mosquera Vejo, J.L. y Chancusing Chisag, J.C. Plataformas virtuais para promover a aprendizagem colaborativa em alunos do esino médio. Revista RECIMUNDO 4(4). 2020. DOI: 10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.199-212. URL:<http://recimundo.com/index.php/es/article/view/899>
18. Herrera Calderón D.M, Portugal gorozabel, JA. y Bermeo Quezada G.L. Fortalecimiento en el aprendizaje de conceptos básicos a través de ilustraciones y animación digital PROHOMINUM 2023, 5 (4) oct-nov. <https://doi.org/10.47606/acven/ph0215>

/ **Received:** [2 diciembre 2024] / **Accepted:** [2 febrero 2025] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Fuentes-Lorente, M., Adrian Cancino-Gutiérrez, E., Matos-Mosqueda, L., Díaz-López, A. Alisa, la web sobre alimentos y alimentación sana para la Licenciatura en Ciencias Alimentarias *Bionatura*. 2025; Volume 10 (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.12

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

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

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

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



13 Bruxismo infantil: actualización en criterios diagnósticos y terapias desde la evidencia científica

Childhood Bruxism: updates in diagnostic criteria and therapies from scientific evidence

Haider Hernández Rocha^{1*}, Silvia María Díaz Gómez²

¹ Clínica Estomatológica Docente “Luis Páez Alfonso”, Ciego de Ávila, Cuba; haiderhernandezrocha@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0771-0019>

² Clínica Estomatológica La Vigía, Camagüey, Cuba. ; msilvia.cmw@infomed.sld.cu; <https://orcid.org/0000-0002-6314-3434>

*correspondence: haiderhernandezrocha@gmail.com

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.13

Resumen

El bruxismo en niños y adolescentes constituye un problema de salud multifactorial con implicaciones clínicas y psicosociales. Este artículo de revisión analiza los factores de riesgo, métodos diagnósticos y enfoques terapéuticos actualizados, con énfasis en el contexto cubano. Mediante una metodología interdisciplinaria, se revisaron 84 estudios de los últimos diez años de bases como PubMed, Google Scholar y Lilacs, seleccionados por su relevancia clínica. Los hallazgos revelan una prevalencia que va desde el 3,5 % al 55,3%, asociado principalmente a factores psicosociales, trastornos del sueño y hábitos. El diagnóstico requiere enfoques instrumentales a través de la polisomnografía y clínicos con la evaluación de desgaste dental, hipertrofia muscular, aunque en la práctica predomina el reporte subjetivo. El tratamiento integra estrategias conductuales (terapia cognitiva, relajación), odontológicas (férulas oclusales en casos severos) y farmacológicas limitadas (benzodiazepinas en casos extremos). Se destacan brechas críticas, como la escasez de estudios longitudinales y la necesidad de protocolos interdisciplinarios que incluyan evaluaciones psicológicas sistemáticas. Trasciende la importancia de políticas educativas para reducir factores estresantes y la integración de tecnologías de monitoreo objetivo en la investigación futura. La investigación subraya la urgencia de abordar el bruxismo pediátrico desde un enfoque biopsicosocial, particularmente en entornos con recursos limitados.

Palabras clave: bruxismo, niño, adolescente, parafunción, parasomnia; como complemento diagnóstico, clasificación y tratamiento

Abstract

Bruxism in children and adolescents is a multifactorial health problem with clinical and psychosocial implications. This review article analyzes risk factors, diagnostic methods, and updated therapeutic approaches, with emphasis on the Cuban context. Using an interdisciplinary methodology, 84 studies from the last ten years of databases such as PubMed, Google Scholar and Lilacs, selected for their clinical relevance, were reviewed. The findings reveal a prevalence ranging from 3,5 % to 55,3%, mainly associated with psychosocial factors, sleep disorders and habits. Diagnosis requires instrumental approaches through polysomnography and clinical approaches with the evaluation of dental wear and muscle hypertrophy, although in practice subjective reporting predominates. Treatment integrates behavioral (cognitive therapy, relaxation), dental (occlusal splints in severe cases), and limited pharmacological (benzodiazepines) strategies. Critical gaps are highlighted, such as the paucity of longitudinal studies and the need for interdisciplinary protocols that include systematic psychological assessments. It transcends the importance of educational

policies to reduce stressors and the integration of objective monitoring technologies into future research. The research underscores the urgency of addressing pediatric bruxism from a biopsychosocial approach, particularly in resource-limited settings.

Keywords: bruxism, child, adolescent, parafunction, parasomnia; as a complement diagnosis, classification and treatment

Introducción

La temática del bruxismo ha sido controversial no solo en cuanto a su etiología, diagnóstico y tratamiento, sino también en relación a la amplia gama de términos, denominaciones o nomenclaturas utilizadas desde el año 1901 cuando Karolyi lo denominó neuralgia traumática, sin embargo Alcolea et al.,¹ refieren que la parafunción como fenómeno de salud ha trascendido épocas al encontrar la primera referencia del mismo en los textos del Antiguo Testamento al abordar el crujir los dientes en relación con los castigos eternos. Se plantea además que el término bruxismo se introdujo en 1907 por Mario y Pletkovic, y que de la misma forma en que evolucionó su nombre lo hizo su definición.

Chisini et al.,² reseñan que, en el año 2013, la Academia Estadounidense de Medicina del Sueño, lo define como una actividad repetitiva de la musculatura asociada y que se caracteriza por apretar o rechinar los dientes y/o apretar o empujar la mandíbula. Más tarde, Lobezzo et al.,³ en el 2018 actualizan y perfeccionan este concepto pragmático al considerar las manifestaciones del ciclo circadiano en su concepto actual: “actividad motora oral diurna (bruxismo de vigilia/BV o despierto/BD) o nocturna (bruxismo del sueño/BS)”.

Consiste el bruxismo en el apretamiento o rechinar involuntario, rítmico o espasmódico no funcional de los dientes, resultante de trastornos neurofisiológicos en los movimientos libres de la mandíbula, que genera apretamiento de los dientes por contracciones isométricas mantenidas de la musculatura elevadora de la mandíbula e intervención de la depresora, en posiciones excéntricas de máxima intercuspidad o rechinar por movimientos rítmicos de las arcadas dentarias^{1,3,4}.

La denominación de historia natural de la enfermedad dada por Leavell y Clark⁵ plantea que la enfermedad sigue una trayectoria más o menos definida y que este flujo solo podrá ser interrumpido por la acción preventiva⁶. Por esta razón para el enfrentamiento de la parafunción objeto de estudio en niños y adolescentes, es necesario abordar su interpretación a partir de los niveles propuestos por dichos autores, que incluyen acciones específicas en los niveles de atención primaria, secundaria y terciaria, lo cual evitaría males mayores. Nápoles, Nápoles⁷ hacen énfasis en lo conveniente para la ciencia en todas sus aristas del diagnóstico temprano de aquellos padecimientos cuya manifestación es a través de un disfuncionamiento neuromuscular, que permita aplicar medidas preventivas y curativas específicas para cada entidad nosológica.

Su importancia radica a criterio del autor, en que debe tenerse en cuenta la presentación de un bruxismo primario o idiopático y secundario. En el segundo su causa es identificable y por tanto tratable, por lo que resulta ventajoso el abordaje adecuado del agente etiológico de acuerdo a la individualidad del caso, a través del tratamiento interdisciplinario que se ajuste a la población infantil en aras de lograr un diagnóstico presuntivo oportuno y reducir las posibles secuelas.

Epidemiología del bruxismo en niños y adolescentes

Manfredini et al.,⁸ y Firmani et al.,⁹ en los años 2013 y 2015 respectivamente realizaron revisiones sistemáticas de la literatura especializada, reportaron una variabilidad en la prevalencia de BS de un 3,5-40,6 % en niños de siete a 12 años respectivamente. Dichas variaciones se atribuyen a los diferentes estudios basados en cuestionarios completados por los padres y a los variados criterios utilizados para diagnosticar BS durante los últimos 50 años.

Suárez et al.,¹⁰ aseguran que la información dada por la Organización de Bruxismo de los Estados Unidos ha ofrecido datos de interés, pues, según sus estudios reportan una prevalencia entre el ocho y 38 % en niños y

adolescentes examinados. Se estima que una de cada tres personas sufre de bruxismo. Köstner et al.,¹¹ en una investigación descriptiva en Chile encontró una prevalencia del 47 % sin diferencias entre ambos sexos en los 100 niños entre tres y seis años de edad examinados en el 2019 y Gómez et al.,¹² en un análisis de 239 niños entre siete y 10 años en Brasil halló una prevalencia del 19,7 %.

Kanhouche et al.,¹³ en una investigación exploratoria en el 2023 que incluyó 80 artículos de Estados Unidos, Brasil y Egipto las cuales abordaron el bruxismo de cero a 18 años, encontraron que la prevalencia combinada de bruxismo observada fue del 46 %. Secrieru¹⁴ por su parte, en 76 pacientes en edad pediátrica en el 2023 circunscribió una prevalencia del 14,5 % para niños en dentición mixta y del 18,4 % en pacientes con dentición permanente. Estos datos coinciden con otros estudios que hacen mención a una prevalencia aproximada del 3,5 al 55,3 %^{10,12,15}.

En Cuba según la literatura científica consultada Suárez et al.,¹⁰ Castañer, Daudinot¹⁶ y Hernández et al.,¹⁷ abordan que la frecuencia de bruxismo puede oscilar entre el 39,5-79 % de los pacientes examinados. Porcentaje que varía de acuerdo a la edad, pues, se estima que este padecimiento afecta del 15-23 % de la población adulta, y se reporta en el 14 % de la población infantil, respecto al ocho por ciento de los adultos y en el tres por ciento de los pacientes mayores de 60 años.

Lazo et al.,¹⁸ en la provincia Camagüey en el 2021 en un estudio observacional descriptivo transversal con 72 adolescentes entre 12 y 18 años encontró una incidencia del bruxismo en el 31,9 % y el grupo de edad más representativo entre los pacientes bruxópatas fue el de 15 a 18 años para un 23,6 %. Más tarde Suárez et al.,¹⁰ en artículo científico similar en la provincia Las Tunas entre 2021 y 2023 en 81 adolescentes localizó un predominio del bruxismo en el sexo femenino con un 55,5 % y la edad de 17 años con un 51,8 %.

En la provincia Ciego de Ávila son escasos los estudios sobre esta temática, en 2007 González¹⁹ describe una frecuencia del 67 %. Una década después en el 2017 Fernández²⁰ encontró en el municipio Ciro Redondo una prevalencia del 27,72 % y un predominio en el sexo femenino, a partir de un estudio observacional analítico transversal con una muestra de 102 niños de nivel primario de escolaridad.

Soto et al.,²¹ en el 2020 en la provincia Ciego de Ávila a partir del examen de 1255 niños en un estudio observacional analítico de casos y controles para determinar la relación existente entre el bruxismo y la presencia de algunos factores biopsicosociales en los menores de 19 años, diagnosticó 350 bruxópatas lo cual representa el 27,8 % del universo con predominio del sexo femenino y del grupo etario de 15 a 18 años de edad.

El rango de discrepancia entre los porcentajes puede deberse a distintos conceptos o definiciones, instrumentos de medición y diseños metodológicos utilizados en las investigaciones analizadas²².

La información científica sobre prevalencia, factores de riesgo, diagnóstico y tratamiento encontrada es amplia, sin embargo, la misma carece de claridad. Esto genera conflictos no solo en el diagnóstico, sino también en el tratamiento a estos pacientes lo cual llega a comprometer la calidad de la atención de estos pacientes. El avance continuo del conocimiento y la información científico técnica acarrearán la actualización de conceptos, diagnósticos y tratamientos, que permitan garantizar procedimientos adecuados que promuevan intervenciones favorables para el paciente. El presente artículo centra su objetivo en explicar las generalidades referentes a la atención de salud al menor de 19 años y describir los elementos concernientes al bruxismo en niños y adolescentes como problema de salud.

Materiales y Métodos

Universo del grupo de trabajo: integrado por 15 profesionales encargados de la búsqueda de la literatura científica acorde a las palabras claves. De ellos seis especialistas en Prótesis Estomatológica, uno en Ortodoncia, uno en Periodoncia, uno en Estomatología General Integral, un licenciado en Tecnología de

Prótesis Estomatológica y un Licenciado en Imagenología. Además, un psicólogo y tres médicos, especialistas en Medicina General Integral, Pediatría y Psiquiatría respectivamente.

El grupo presenta, un Doctor en Ciencias Estomatológicas y un Doctor en Ciencias Médicas, un Especialista de I Grado, diez Especialistas de II Grado y dos licenciados en sus respectivas áreas, dos presentan categoría docente de Profesor Titular, diez son Profesor Auxiliar, dos Asistente y un Profesor Instructor. Todos con más de diez años de experiencia en el tema a investigar y en la participación interdisciplinaria en las Ciencias Estomatológicas y con vasta producción científica y participación en eventos.

Universo de investigaciones

Configurado por 120 investigaciones que incluyen los resultados de un decenio de trabajo, tanto a nivel internacional como nacional en revistas de impacto. Artículos científicos, monografías o páginas Web en las bases de datos de Google Académico, Pubmed, Lilacs y Medline. Se utilizó como palabras clave bruxismo, niño, adolescente, parafunción, parasomnia; como complemento diagnóstico, clasificación y tratamiento, en idioma español, portugués e inglés.

Muestra

Seleccionada por muestreo intencional quedaron distinguidas 84 investigaciones y artículos científicos que respondieron a los parámetros clínicos que demostraron su apreciable aporte científico²³ distinguidas por el dúo de profesionales de mayor experiencia en el grupo de trabajo y ante la duda consultada con un tercero con similar preparación académica e investigativa.

Desarrollo

1.1 Generalidades de la atención al menor de 19 años

La edad pediátrica abarca desde el nacimiento hasta los 14 o 18 años, de lo cual se intuye que incluye una amplia variedad de pacientes, desde el neonato pretérmino hasta el adolescente, con disímiles características. Los mismos deben adquirir todas las capacidades necesarias para sobrevivir en el medio lo más rápidamente posible. En esta adquisición hay dos procesos determinantes, el crecimiento (aumento de tamaño corporal) y el desarrollo (aumento de la complejidad funcional)²⁴.

Los pacientes pediátricos son clasificados según la edad, así se distinguen las categorías: neonato (desde el nacimiento hasta el mes de vida), lactante (entre un mes y 12 meses), niño (de uno a 12 años que a su vez incluye, preescolares hasta los cinco años y escolares desde los seis a 12 años), adolescente (de los 12 a 18 años)²⁴. Para cada etapa del desarrollo se distinguen las actividades elementales: en la lactancia la comunicación con el adulto, en la niñez temprana las acciones con objetos e instrumentos, en la etapa preescolar el juego de roles, en la escolar la actividad didáctica o de estudio y en la adolescencia las actividades de relación²⁵.

Los rasgos psicológicos comunes a todos los niños y adolescentes que se encuentran en una misma etapa del desarrollo psíquico son la similar actitud hacia el mundo que los rodea, iguales necesidades e intereses, así como las actividades que se derivan de estas. Adquieren importancia aquellas fundamentales de las que dependen las particularidades del desarrollo psíquico, las mismas vinculan al paciente pediátrico con su medio ambiente y lo enlazan con el mismo constituyendo los elementos de su desarrollo²⁵.

La salud mental en estos pacientes y su atención clínica ha sido foco de interés para los profesionales en las últimas décadas. Es significativa la adquisición de conocimientos específicos sobre las

características del desarrollo psicológico normal y patológico en las diferentes etapas evolutivas, así como aquellos mecanismos y procesos que subyacen a la construcción de la personalidad²⁶.

Vencidos los períodos de crecimiento y desarrollo, a partir de la interacción entre las tendencias individuales, adquisiciones psicosociales, metas socialmente disponibles, fortalezas y desventajas del entorno, es notable la exposición progresiva a riesgos que conducen a problemas de salud. El infante en este proceso de madurez cognitiva y crecimiento físico puede estar sometido a situaciones que desencadenen episodios de estrés, siendo un problema a nivel mundial que cada vez es más alarmante. En la niñez se expresa de diferente manera, por lo general los niños y adolescentes pueden ser más apegados a sus padres, ansiosos, molestos e irritables y agitados²⁷.

Bustamante²⁶ en el 2020 en una investigación exploratoria reseña que según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020) en países como Tailandia: “siete de cada 10 niños y jóvenes sufren de estrés, preocupación y ansiedad, más del 50 % de los estudiantes dijeron que se sienten preocupados por el trabajo escolar, los exámenes y sus próximos grados, además, se encontró que el siete por ciento de niños y jóvenes manifestó ser víctima de violencia doméstica”.

A partir de lo expuesto el autor cree oportuno destacar la importancia que reside en el desarrollo psicológico adecuado del niño y adolescente. Además de cementar las bases para la adultez, mantiene un estado de salud mental que es, además, un elemento preventivo frente a los factores de riesgo incidentes y cuyo logro y preservación es parte del tratamiento estomatológico integral e interdisciplinario.

El autor de la presente investigación estima que el individuo como ente social debe ser visto desde una óptica integral pues situaciones de estrés y agresión psicológica continuas o cíclicas, pueden tener repercusiones orgánicas importantes. De ahí el valor del desarrollo psicológico adecuado como coadyuvante a mantener el bienestar físico.

El propósito, en cuestión, es incrementar y perfeccionar la atención estomatológica con interrelación de todos los elementos del sistema y la comunidad con el fin de alcanzar un mejor estado de salud bucal, satisfacción de la población y calidad de vida consecuente²⁸. Este enfoque reconoce la importancia de una atención integral y personalizada para promover el bienestar y el desarrollo saludable de niños y adolescentes desde factores como edad, etapa de desarrollo, entorno familiar y social, así como posibles situaciones de vulnerabilidad o riesgo²⁹.

1.2 Bruxismo

La palabra bruxismo proviene de la palabra griega brychein, que representa apretar la dentadura. Además, en inglés se encuentra como bruxism que se traduce como la acción de apretar los dientes repetitivamente. Esta actividad puede ocurrir en dos momentos, ya sea en el sueño conocido como bruxismo nocturno o durante el día conocido como bruxismo diurno³⁰. El término bruxismo ha sufrido una evolución drástica en los últimos años, desde la simple asociación con el fenómeno de apretamiento dentario, la inclusión como una parasomnia, un factor predisponente e incluso protector de ciertas afecciones. La más reciente hace hincapié en la actividad muscular asociada a los eventos contráctiles³¹.

El rechinar de dientes está clasificado entre los trastornos del movimiento vinculados con el sueño en la Clasificación Internacional de los Trastornos del Sueño (ICSD-III), y es una de las parafunciones orales más frecuentes en niños y adolescentes³². En consenso internacional de expertos en el 2018

Lobbezzo et al.,^{3,32} lo definen como “una actividad muscular masticatoria, repetitiva, que se caracteriza por apretar o rechinar los dientes y/o por apuntalar o empujar la mandíbula”. Destaca dos aspectos importantes; primero que el enfoque se ha desplazado definitivamente hacia la variable de actividad muscular, especificando que el bruxismo, no implica necesariamente el contacto dentario. En segundo lugar, cabe señalar que, en personas sanas, para algunos autores no es una condición patológica³¹.

Es considerado de etiología multifactorial. Inicialmente la escuela clásica centró su atención en un origen referente a las interferencias oclusales o por morfología dental alterada. Actualmente se ha demostrado que existen factores específicos como: estrés, tabaquismo, café, alcohol, factores genéticos, condiciones emocionales e inestabilidad mental; conocidos por tener un alto impacto en el sistema nervioso central³³.

Las evidencias respecto a estudios genéticos indica que es causado por una combinación de factores genéticos y ambientales, sin embargo, la heredabilidad del bruxismo aún no ha sido explorada a profundidad. Teorías recientes sobre sugieren una regulación central de vías patofisiológicas o psicológicas. El estrés y la ansiedad son factores de riesgo muy comunes y que influyen estas vías³⁴.

Existe consenso sobre la naturaleza diversa del bruxismo como parte de una respuesta de microdespertares, modulado por varios neurotransmisores. Es evidente que el sistema orexina/hipocretina y el sistema GABA (ácido gamma aminobutírico) juegan un papel importante en la alteración del ritmo cardíaco y el sueño, así como en la fisiopatología de los trastornos de comportamiento de ansiedad tales como estrés y pánico, tanto en bruxismo nocturno y diurno³⁵.

El sistema sensorial animal percibe una serie de estímulos y señales (aferentes) a través de receptores internos y externos, produciendo una activación neuronal (eferente), siendo un ejemplo de esta última la contracción muscular estriada. En el caso del bruxismo se observa una activación muscular anormal con ciertas características de frecuencia, duración y dirección (movimientos de apretamiento/rechinamiento). En el bruxismo nocturno se observan señales eferentes sobre la musculatura cervical y masticatoria subsiguientes a microdespertares que surgen durante la transición del sueño rem al no rem³⁶.

La sobrecarga del sistema estomatognático causada por esta parafunción produce efectos perjudiciales sobre sus componentes: dientes, articulación temporomandibular (ATM) y músculos. Puede erosionar y eventualmente desgastar el esmalte y la dentina de las coronas dentarias, dañar coronas dentales metálicas o cerámicas, y producir movilidad dentaria. La abrasión y la erosión ocasionadas por el bruxismo puede agravarse en pacientes con reflujo gastroesofágico y/o apnea obstructiva del sueño. Generalmente no causa complicaciones graves, no obstante, el bruxismo intenso puede provocar, además: dolores de cabeza, dolor de cuello o facial intenso³³.

1.3 Clasificación del bruxismo

El BS es la actividad involuntaria, repetitiva y rítmica de los músculos de la masticación que se produce durante el sueño, como el apretamiento o el rechinamiento de los dientes, a menudo asociado con los ruidos típicos producidos por el contacto entre los dientes³⁷. El rechinamiento y, sobre todo, el apretamiento de los dientes también puede producirse durante el día, lo que suele denominarse BV³⁸.

Ambas formas comparten factores de riesgo y frecuentemente coexisten en el mismo individuo, pero se distinguen por una característica fundamental: la capacidad de tomar conciencia de la actividad y de detenerla. Aunque ambas representan un comportamiento involuntario, el BV puede controlarse y evitarse durante las horas de lucidez, mientras que el BS está sujeto a los complejos mecanismos que regulan la fisiología del sueño y es por tanto muy difícil de modificar³⁸.

Según Fuentes,³⁹ la clasificación según los movimientos de las fuerzas en los que se presentan facetas de desgaste pueden ser céntricas o excéntricas. En las céntricas se observan patrones de atrición del esmalte que se localizan dentro de la oclusión céntrica y se manifiestan con el contacto del diente antagonista en forma de planos inclinados, ya sea en el tiempo de cortos movimientos excéntricos o en la posición de máxima intercuspidad⁴⁰.

Fuentes³⁹ aborda la clasificación del bruxismo, figura 1, donde estudia los aspectos relacionados con el ciclo circadiano, causas y efecto sobre el sistema estomatognático.

1. Según su asociación con el ritmo circadiano	A. Bruxismo en vigilia (BXV)
	B. Bruxismo del sueño (BXS)
2. Según su causa médica	A. Primario (idiopático): causa no identificable.
	B. Secundario (iatrogénico): asociado a enfermedades neurológicas, psiquiátricas, consumo de drogas, fármacos y otras sustancias.
3. Según su efecto nocivo en el sistema estomatognático (mecanismo de descarga tensional).	A. Fisiológico: manejo eficaz y no siempre riesgoso del estrés. No causa efectos clínicos nocivos en las estructuras estomatognáticas debido a que su intensidad, frecuencia y duración no superan los mecanismos de adaptación.
	B. Patológico: la intensidad, frecuencia y duración superan los mecanismos de adaptación, causando efectos clínicos nocivos en las estructuras estomatognática.

Figura 1. Tipos de bruxismo desde los elementos causales

Con posterioridad, Gaviria⁴¹ en el 2022 en su investigación “Caracterización del bruxismo” hace referencia a otros aspectos que incluyen tipo de actividad motora, período de ocurrencia y severidad, figura 2, a juicio del autor se trata de una clasificación más coherente. La misma permite una visión más general del fenómeno y se adapta a los conocimientos actuales respecto a su origen además de permitir clasificar el mismo de acuerdo el grado de severidad lo que posibilita al clínico identificar casos más agresivos cuya terapia requiere de cuidados especiales. Permite clasificar los pacientes en tres grandes grupos, con manifestaciones leves, moderadas y severas. Esta clasificación reconoce la coexistencia en determinados pacientes de más de una forma de bruxismo lo cual clasifica como combinado, en otras investigaciones se reconoce como mixto^{17,20,35}.

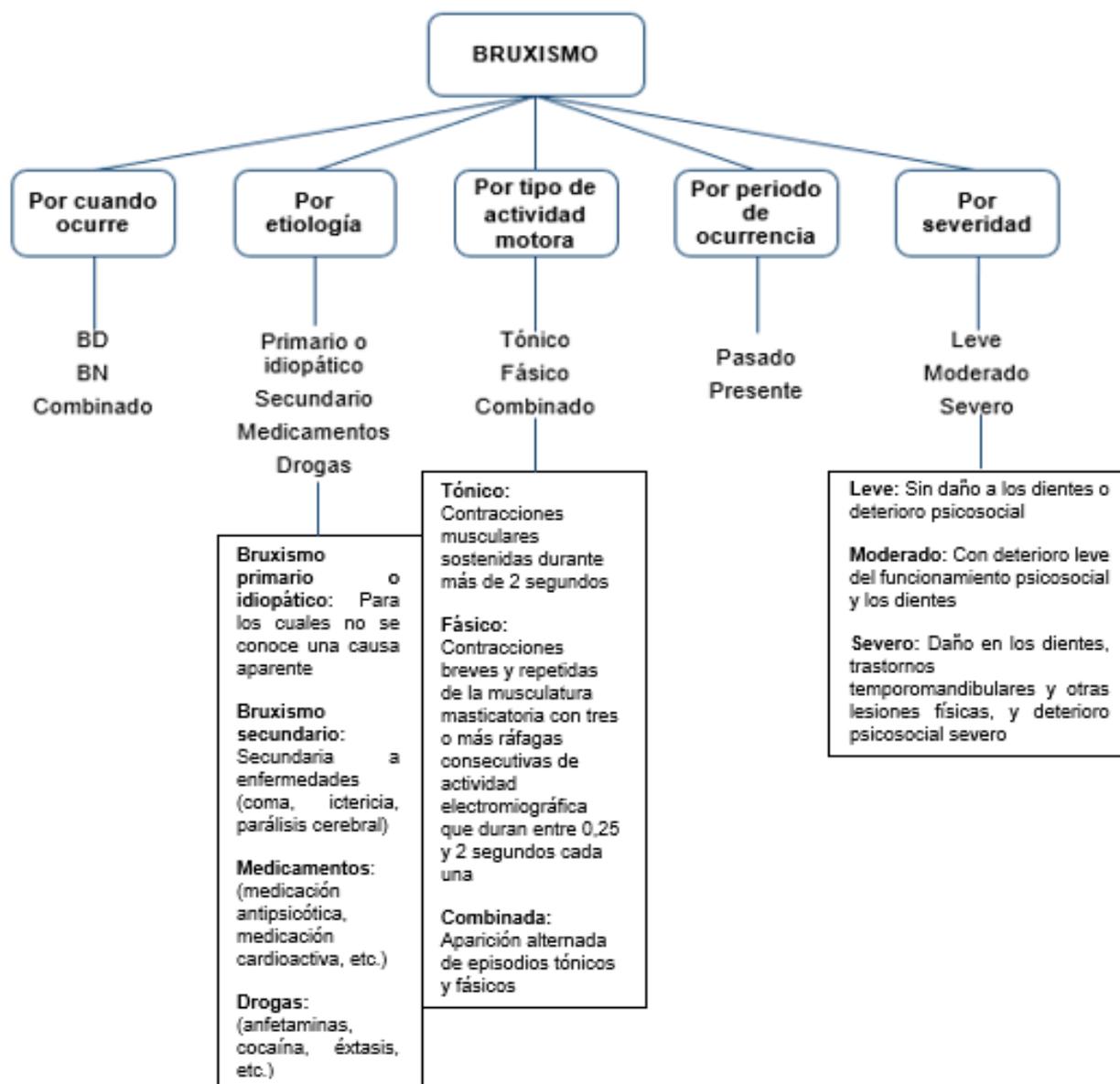


Figura 2. Clasificación del bruxismo (2022)

Fuente: Gaviria⁴¹

Si bien el bruxismo se clasifica en BS y BV según su ritmo circadiano, la literatura científica pone mayor énfasis en el estudio del bruxismo del sueño por su imposibilidad de control a nivel consciente y por sus comorbilidades asociadas. Durante el sueño pueden existir episodios de actividad muscular masticatoria rítmica (AMMR). Esta actividad muscular se presenta no sólo como bruxismo, sino que también incluye actividades como toser, deglutir, sonreír, succionar y mioclonos (espasmos musculares involuntarios y repentinos)⁴².

Esta actividad involuntaria está asociada a los llamados microdespertares, son episodios de no más de tres segundos donde, como su nombre lo indica, el sueño es interrumpido. En esos segundos aumenta la actividad electroencefalográfica, cardíaca y muscular sin llegar al completo despertar o estado consciente. Los microdespertares asociados a AMMR normalmente ocurren de seis a 14 veces por hora. Se dan como respuesta cerebral a estímulos internos, que pueden ser fisiológicos o patológicos, por ejemplo, las apneas o hipoapneas; o externos (ansiedad o estrés)⁴³.

Los episodios de bruxismo se asocian a microdespertares. Guevara et al.,⁴⁴ plantean que: “el apretamiento o rechinamiento es precedido por ciertos eventos fisiológicos como el aumento de la actividad simpática (cuatro minutos antes), seguido por la activación cortical (un minuto antes) y el aumento de ritmo cardíaco y tono muscular de los elevadores de la mandíbula (un segundo antes)”. Gran parte de la población infantil sufre alguna alteración crónica del sueño. Es muy preocupante por ser un estado fisiológico necesario y, cuando se encuentra afectado o disminuido produce trastornos físicos, disminución del rendimiento escolar y alteraciones del carácter y comportamiento social⁴⁵.

1.4 Bruxismo en niños y adolescentes

La etiología del bruxismo es compleja y de naturaleza diversa, puede ser local, sistémica, psicológica, o hereditaria⁴⁶⁻⁴⁹. Restrepo et al.,⁵⁰ refieren que la regulación del bruxismo nocturno es principalmente centralizada y que, aunque en sí el bruxismo no se considera como patología o trastorno, podría ser una posible alarma o síntoma de condiciones de salud o hábitos que perturban el sistema nervioso central.

Su etiología sigue siendo motivo de debate científico pues ha sido asociado a múltiples factores de riesgo, desarrollándose a lo largo de los años distintas teorías. Estos factores pueden ser clasificados básicamente en dos grupos que pudieran ser interactuantes: factores periféricos (morfológicos/anatómicos) que se refieren a las alteraciones dentoalveolares y centrales (psicológicos y fisiopatológicos)^{46-48,51}.

Al ser observado en pacientes con interferencias dentarias o contactos prematuros, una hipótesis mecanicista clásica en la que las interferencias oclusales irritarían al sistema nervioso central, desencadenando una actividad excesiva de los músculos mandibulares fue ampliamente divulgada⁵¹. Se ha ampliado la búsqueda de otros factores causales, donde la oclusión dentaria depende de factores psicológicos y fisiopatológicos, lo que demuestra una tendencia en la investigación del bruxismo más cercana a un modelo/paradigma biomédico-biopsicosocial, debido a que ha observado que no todo bruxópata presenta interferencias oclusales y no toda persona con estas interferencias lo es⁵¹. Por tanto, aunque los esquemas oclusales son relevantes en la distribución de las fuerzas producidas por las actividades bruxísticas, no hay una prueba científica para el rol de la oclusión en la etiología del bruxismo³⁹.

Comprender su naturaleza dual es esencial en este nuevo enfoque, se deben ampliar los horizontes en busca de disímiles y no vagas explicaciones respecto a las causas que originan el fenómeno. Okeson⁴³ hace referencia a una relación entre bruxismo y estrés para comprender su origen, la que sustenta la teoría del efecto directo del estrés sobre los centros emocionales del cerebro: hipotálamo, sistema reticular y límbico, aumentando el tono muscular y permitiendo un aumento de la función muscular al activar las vías gamma eferentes, de esta manera las fibras intrafusales del huso muscular se contraen y son las responsables de la hiperactividad muscular.

Numerosos factores se han relacionado como causa del bruxismo, figura 3: uso de pantallas, genéticos, consumo de azúcar, situaciones de base, psicosociales, hábitos y la calidad del sueño⁵².

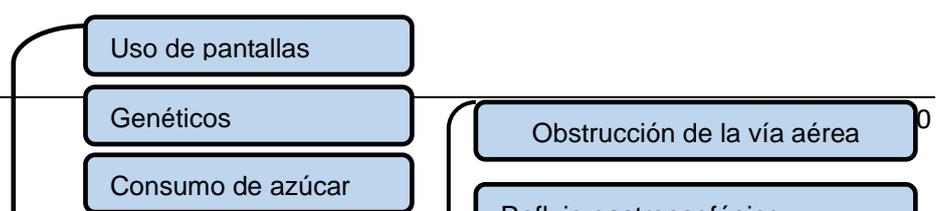


Figura 3. Bruxismo y factores de riesgo.

A pesar de la distinción entre BS y BV, los factores psicológicos acorde las evidencias científicas actuales parecen ser la principal causa de esta parafunción. El más citado es el estado emocional, considerándose el estrés y la ansiedad como factores de riesgo. La ansiedad y la angustia se encuentran particularmente en pacientes con bruxismo. Los rasgos de personalidad con tendencia al neuroticismo también son contribuyentes al desarrollo del bruxismo del sueño en los niños⁵³. La etiología del bruxismo del sueño se ha definido claramente como multifactorial^{42,46,49}. Está regulado centralmente, pero influye periféricamente, a continuación, se explican de forma más detallada estos factores:

- **Uso de pantallas**

Existe una alta prevalencia de tiempo de pantalla excesivo en niños y adolescentes, lo cual genera varios impactos en la salud, incluidos problemas emocionales, de sueño y de comportamiento, que afectan el crecimiento y desarrollo cognitivo⁶⁶. Ha sido descrita una correlación entre el aumento de consumo del uso de pantallas y el bruxismo del sueño. Su uso antes de dormir (>2 horas) provoca cansancio y mayor frecuencia de BS en el paciente pediátrico^{50,52}.

- **Genéticos**

Las manifestaciones circadianas de bruxismo se han asociado con rasgos característicos de la personalidad (estrés y ansiedad) y con alteraciones en los neurotransmisores y sus vías. Por lo tanto, los neurotransmisores del sistema nervioso central y sus genes podrían estar implicados en la aparición del mismo^{54,55}. Algunos factores genéticos como como los polimorfismos de un solo nucleótido y la hipometilación del ADN, desempeñan un papel importante en la etiología, sobre todo en aquellos genes que intervienen en las funciones serotoninérgicas y dopaminérgicas⁵⁴.

- **Consumo de azúcar**

Existe una correlación alta entre un alto contenido de azúcar refinada (> 20 gramos/día) y un aumento del BS. El 25% de los niños y adolescentes consumen bebidas estimulantes como café, té y bebidas azucaradas lo cual conlleva a un aumento de la probabilidad de tener bruxismo en un 3,5%^{50,52,55}.

- **Situaciones de base**

Obstrucción de la vía aérea: la apnea obstructiva del sueño se distingue por el colapso de las vías respiratorias superiores durante el sueño, induciendo la aparición del bruxismo que es el que despeja la vía aérea. Los niños con obstrucción de las vías respiratorias tiran de la mandíbula hacia adelante para mantener mecánicamente una mejor permeabilidad de las vías respiratorias. En este caso, el bruxismo es un factor protector. Los niños con apnea obstructiva del sueño presentan bruxismo con una prevalencia de 31,3 % de los casos, acompañados de obstrucción nasal y ronquidos⁴⁶.

Existe una correlación positiva entre la carga de los trastornos respiratorios del sueño debido a la hipertrofia adenoamigdalara con el bruxismo, así como la obstrucción nasal y la movilidad restringida de la lengua tienen una asociación sinérgica con la incidencia de probable BS. A lo que le añadimos la respiración bucal, jadeos y/o dificultad respiratoria rutinaria, se asociaron con mayor probabilidad de BS⁵⁶.

Reflujo gastroesofágico, comprobado en todas las variables de sueño que están ligadas al bruxismo del sueño⁵⁵.

Trastornos hormonales: Se ha relacionado el bruxismo con el hipertiroidismo. Debido al aumento de volumen de glándula tiroidea cuando está alterada hay una obstrucción de la vía aérea y trastornos del sueño lo que puede aumentar la probabilidad de padecer BS⁵⁷.

Fármacos dopaminérgicos: existe una asociación de niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) medicados, sin medicación y controles con BS. El bruxismo actúa como síntoma clave de las comorbilidades con el trastorno del déficit de atención, hiperactividad e incluso con la función escolar. El mayor número de casos son medicados con fármacos dopaminérgicos como el Ritalin, Focalin y Methylin, los cuales aumentan la disponibilidad de dopamina o el número de receptores de esta para tratar el trastorno. El problema se encuentra cuando se administra por la tarde/noche que induce trastornos del sueño⁵⁸.

- **Alteraciones de factores psicológicos y sociales**

Existe una fuerte correlación estadísticamente significativa entre el rasgo de personalidad tensa y la condición de ansiedad en niños con dentición mixta que padecen bruxismo⁵⁹. Con respecto a la calidad de vida, en cuanto al aumento de la probabilidad del bruxismo hay una alta correlación entre la función emocional, especialmente en niños que se sienten asustados, con problemas de sueño y falta de memoria, es decir, alteraciones en la memoria de trabajo lo que significa una reducción del número de conexiones en el hipocampo⁵⁵.

Han sido relacionados casos de niños y adolescentes víctimas de bullying, acoso verbal en la escuela, también en el caso de los agresores y aquellos que tenían un estado socioeconómico más alto con bruxismo. La presencia de un posible bruxismo de sueño puede ayudar a detectar víctimas de bullying⁶⁰.

Además, está relacionado con el polimorfismo del gen DRD2 y este gen también está asociado con la externalización del comportamiento. Esto provoca que haya problemas con el ajuste de la conducta y autocontrol de emociones⁵⁵. El paciente pediátrico bruxópata que tiene alteraciones en la externalización del comportamiento es altamente susceptible a entornos psicosociales autoritarios, donde no hay posibilidad de opinar ni negociar reglas o normas como sucede en los casos de familias disfuncionales²¹.

El BV y BS (figura 4) se ha relacionado con variados elementos concernientes al desarrollo psicológico.

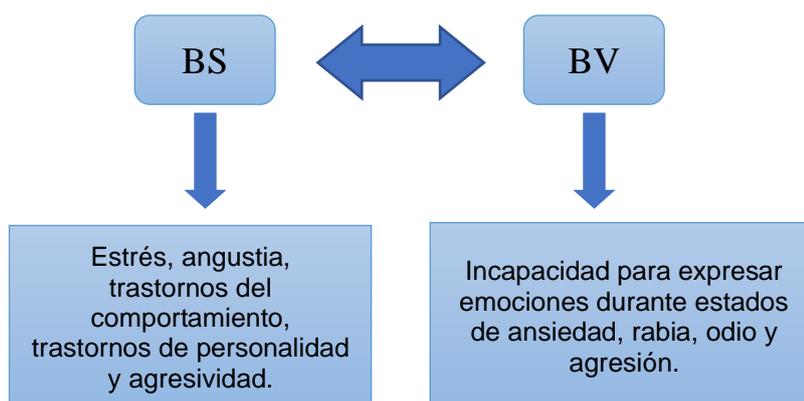


Figura 4. Bruxismo y factores psicológicos y sociales en niños y adolescentes

Esta asociación tiene su fundamento en que estos estados producen la liberación de serotonina y dopamina. Este fenómeno influye en la fragmentación del ciclo normal del sueño que ocurre repetidas veces en la noche incrementando la actividad cerebral, frecuencia cardíaca y el tono muscular de la mandíbula, con la consecuente incapacidad de poseer una buena calidad del sueño^{47,50,52,61}.

Guzmán⁴⁰ en una investigación cualitativa sobre factores de riesgo del bruxismo en niños refiere que los principales son: psicológicos, fisiopatológicos y morfológicos. Además, señala que el más predisponente es el fisiopatológico y no discrimina sexo ni edad. Samillán, Valencia⁶² al explorar bruxismo y factores de riesgo asociados acertaron que tanto el estrés como el apiñamiento dental tuvieron una asociación estadísticamente significativa en adolescentes de una institución educativa de Chiclayo en el 2022.

Lazo et al.,¹⁸ en Camagüey encontró estrés en el 73,9 % de los adolescentes estudiados y trastornos del sueño en el 26,1 %. Suárez et al.,¹⁰ en la provincia de las Tunas, Cuba, en un estudio realizado entre 2021 y 2023 en adolescentes encontró como principales factores de riesgo presentes en la población objeto de estudio el estrés con un 72,8 %, seguido de la ansiedad con un 34,6 %.

Es innegable el origen central del bruxismo cuando se exploran los estudios neurocientíficos. Los factores psicológicos han sido asociados principalmente a pacientes con BV, a quienes se les atribuye frecuentemente una razón de estrés, término inespecífico y globalizante donde se encuentran representados estados psicológicos, psicosociales y psicóticos como depresión, ansiedad, hostilidad, ansiedad fóbica, ideación paranoide, bipolaridad, trastornos en la conducta alimentaria y angustia, entre otros³⁹.

Es evidente que un estado psicológico alterado induce a una respuesta muscular con subsecuente hiperactividad, pero en su patogenia no existe una brecha que explique cuáles son las influencias y los mecanismos exactos en la génesis del bruxismo para cada uno de los desórdenes psicológicos, particularmente para manifestaciones de alta incidencia y prevalencia como estrés, ansiedad y depresión. Esta interrogante yace en la dificultad de transformar elementos psicológicos en variables clínicas operacionalmente valorables⁶².

- **Hábitos parafuncionales**

Se ha establecido una relación indirecta entre los hábitos parafuncionales y la presencia de bruxismo. Hábitos como la queilofagia, onicofagia y el uso prolongado de chupetes se relacionan con episodios

de bruxismo, incluso la respiración bucal pues quienes respiran por la boca tienen 2,7 veces más probabilidades de desarrollarlo debido a que la respiración bucal modifica el ciclo del sueño y afecta la oxigenación cerebral, lo cual ocasiona la respuesta del individuo a propulsar la mandíbula anteriormente para despejar la vía aérea⁵².

- **Calidad de sueño**

Todo evento que no permita alcanzar un sueño profundo como los estímulos lumínicos y sonoros, las pesadillas, el tiempo menor de ocho horas y la posición al dormir han demostrado tener una fuerte asociación con el BS, así lo reflejan en sus estudios Calvano et al.,⁴⁷ e Inga, Cárdenas⁵². Los fundamentos neurofisiológicos que argumentan la aparición del BS ya han sido abordados en la memoria escrita, fue resaltada la importancia del sueño en cuanto a cantidad de horas y calidad, además de la influencia de otros factores en el logro del mismo.

La presencia de bruxismo acorde a la opinión del autor ha sido relacionada con estos factores, tanto en adultos como en niños y adolescentes; por lo que el estomatólogo debe identificar conductas o hábitos agravantes relacionados. [Resulta evidente la influencia de factores psicológicos en el bruxismo en edades pediátricas, razón por la cual urgen estrategias que contribuyan a la atención de estos pacientes. Constituye un elemento trascendental la ocurrencia en estas edades de determinadas crisis, el recambio de la dentición decidua y períodos estresantes propias del desarrollo psicológico del niño y del constante perfeccionamiento y desarrollo de la personalidad unido a mecanismos de compensación interna y madurez orgánica.](#)

1.5 Características clínicas

Autores como Guillén⁴⁰, Witt et al.,³⁷ y Suárez et al.,¹⁰ aluden que los signos y síntomas del bruxismo no suelen ser específicos, sino que difieren. Al abogar por una detección temprana su identificación debe ser precisa para evitar el avance y destrucción de tejidos a que conlleva dicha condición. El personal estomatológico debe ser poseedor de habilidades que perfeccionen las habilidades de diagnóstico.

En el menor de 19 años se presenta el desgaste dental, afectando el esmalte que puede provocar sensibilidad, fisuras en los dientes e incluso fracturas a nivel coronario. En los dientes posteriores, a veces es más evidente la atrición de las cúspides. En la adolescencia, por la erupción dentaria, en algunos casos pueden aparecer otros síntomas como: cefalea, movilidad dental, recesión gingival, dolor facial atípico, ensanchamiento del ligamento periodontal, úlceras, dolor en las mejillas, chasquidos al abrir y cerrar la boca, dolor en la ATM, sensibilidades dentales severas y deformación de la lengua⁴⁰.

La mayoría de los niños y adolescentes que presentan esta parafunción, no tienen necesariamente ningún trastorno de la ATM a menos que se conviertan en bruxópatas severos. Cuando el bruxismo es severo se puede observar inflamación e hinchazón en el lado del maxilar inferior debido al bloqueo de los dientes entre sí⁶³.

Los indicadores clínicos y la anamnesis para bruxismo se basan en:

- Informe de rechinamiento dentario (normalmente indicado por compañero de habitación en caso de BS) o de apretamiento y/o frotamiento dentario (indicado por el propio paciente en caso de BV).
- Presencia de hipertrofia de la musculatura elevadora de la mandíbula.
- Sensación dolorosa en diversos músculos masticadores, fatiga o rigidez de los mismos confirmada a la palpación.

- Cefalea asociada a zona del músculo temporal.
- Diente o dientes hipersensibles al aire frío o líquidos.
- Ruidos articulares a nivel de la ATM.
- Lengua con indentaciones.
- Onicofagia o mordedura de objetos, masticar chicle.
- Hiperqueratosis de la mucosa oral.
- Líneas blancas (alba) en las mejillas e impresiones de los dientes en los labios.
- Fracturas dentarias.
- Movilidad dentaria debido al ensanchamiento del ligamento periodontal por la sobrecarga de fuerza oclusal, sin presencia de enfermedad periodontal.
- Necrosis pulpar causada por el constante traumatismo oclusal.
- Presencia de facetas de desgaste dentario observado dentro del rango normal de movimientos de la mandíbula o en posiciones excéntricas^{37,64}.

A nivel periodontal puede producir:

- Recesiones gingivales, movilidad y en la radiografía se podrá apreciar ensanchamiento del espacio periodontal.
- El tejido óseo también presenta ciertas modificaciones por las fuerzas anómalas presentes como la condensación del hueso alveolar, proliferaciones óseas localizadas en forma de torus palatino, mandibular y exostosis vestibulares.
- Síntomas de fatiga, dolor y espasmos en los músculos masticadores son consecuencia de la hiperactividad de estos durante el bruxismo dando lugar a dolor miofacial⁶⁵.

También puede producir cefalea, dolor cervical y trastornos de la audición. La cefalea se refiere a cualquier dolor en el segmento cefálico, y es una manifestación extremadamente común que se origina principalmente de la tensión, a menudo causada por la contracción muscular prolongada. Suele ser bilateral, predominantemente temporal, occipital o frontal, y puede causar un dolor sordo y constante, con una tensión o presión característica, que a menudo envuelve la cabeza y da la sensación de llevar casco^{17,65}.

A nivel de la ATM los signos y síntomas identificados son los sonidos del empalme temporomandibular, limitación y desviación de movimiento de la mandíbula⁶⁶. Lazo et al.,¹⁸ en adolescentes de 12 a 18 años encontró como principales signos y síntomas chasquidos y crepitaciones, hipertrofia de los músculos masticatorios, dolor de la ATM, mialgias e hiperemia pulpar. Peláez et al.,⁶⁷ en una investigación exploratoria plantea que los principales signos y síntomas que prevalecen son las facetas de desgaste, hiperqueratosis en carrillos, lengua festoneada, hipersensibilidad pulpar, movilidad dentaria y fracturas de cúspides.

Una vez abordada la presentación clínica del bruxismo en el paciente pediátrico destaca la importancia del dominio de estas características. Es imprescindible por cuanto constituye una herramienta que unida a otros elementos posibilitarán la emisión de un diagnóstico.

1.6 Diagnóstico del niño y adolescente bruxópata

El diagnóstico, (figura 5) y la evaluación clínica del bruxismo es generalmente un proceso complejo y que requiere de varias pruebas, incluidas observaciones subjetivas y el análisis de la historia clínica, examen clínico, evaluación con dispositivos intraorales, registro de la actividad muscular, electromiografía (EMG) y polisomnografía (PG)⁶⁵.

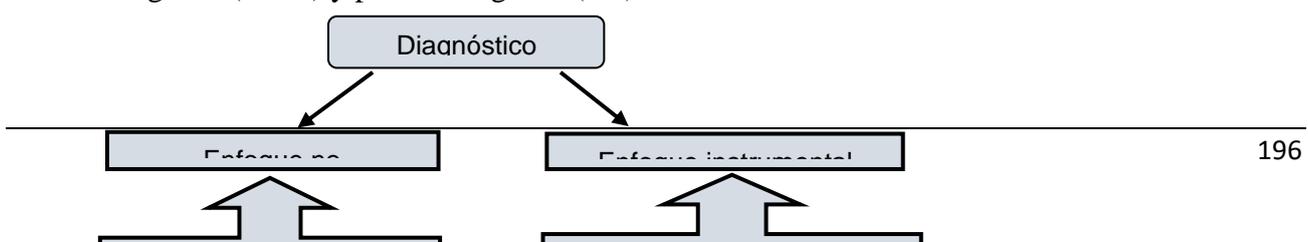


Figura 5. Elementos diagnósticos para pacientes de edad pediátrica con bruxismo

Los enfoques para evaluar el bruxismo se pueden distinguir en instrumentales o no instrumentales. Los enfoques no instrumentales incluyen el autoinforme y la inspección clínica, consta de un cuestionario a los padres sobre desórdenes médicos, mentales o del sueño, consumo de fármacos, hábitos (sobre todo onicofagia), quejas de dolor, relación familiar y social, para evaluar el perfil psicológico del niño y los datos específicos del rechinar dental y un examen clínico⁶⁸.

En el examen clínico se evalúa la presencia de trastornos temporomandibulares (TTM), sonidos en la ATM (chasquidos o crepitación) y dolor a la palpación. Se investiga la presencia de cefaleas, molestias musculares en la región orofacial, atrición dentaria anormal, fatiga, dolor, bloqueo mandibular al despertar, indentaciones en la lengua y carrillos³⁵.

En cuanto a los enfoques instrumentales se dispone fundamentalmente de la PSG que es el método estándar. Consiste en grabaciones del sueño, e incluye registros y señales de electroencefalograma, electromiograma, electrocardiograma y grabaciones simultáneas de audio y video y del registro EMG de un solo canal el cual permite medir la actividad de los músculos masticatorios al utilizar equipos técnicos menos exigentes con respecto a la PSG y respetando el entorno de sueño de los niños y adolescentes^{55,69}. Respecto al BV, a pesar del uso de enfoques no instrumentales (cuestionarios) y el enfoque instrumental (electromiografía), no existe un gold standard determinado, como tampoco se ha propuesto un umbral de frecuencia o intensidad del bruxismo⁷⁰.

El diagnóstico de bruxismo a través del estudio polisomnográfico se fundamenta a partir de los siguientes elementos:

- Más de cuatro episodios de bruxismo por hora.
- Más de seis estallidos o picos de bruxismo por episodio y/o 25 estallidos o picos de bruxismo por hora de sueño.
- Al menos dos episodios de sonidos por rechinar⁶⁸.

La PSG se encargará de medir una serie de parámetros neurofisiológicos que permiten codificar las distintas fases REM Y NREM. Estos elementos son útiles no solo para el diagnóstico de bruxismo sino también para el diagnóstico de trastornos del sueño que pueden presentarse en la población pediátrica, dígame parasomnias, insomnio, narcolepsia, trastornos respiratorios del sueño, trastornos del ritmo circadiano y otros.

Datos que aporta:⁴⁵

1. Tiempo total de sueño y tiempo de vigilia durante el registro.
2. Eficiencia de sueño: la relación entre el tiempo de sueño y el tiempo total registrado, la eficiencia que se considera normal es del 85 % o mayor.
3. Tiempo de latencia desde que el sujeto se acuesta hasta el inicio del sueño (fase N1 del sueño NREM), que suele ser de 10 a 25 minutos, o hasta el inicio del sueño REM.

4. Duración y proporción de las diferentes fases del sueño, o sea, arquitectura del sueño.
5. Frecuencia de apneas e hipopneas por hora de sueño: índice de apnea/hipopnea (IAH).
6. Saturación de oxígeno media y episodios de desaturación de oxígeno.
7. Número total e índice de movimientos periódicos por hora de sueño.
8. Número total de microdespertares o microalertamientos (arousals) por hora de sueño y su relación con eventos cardiorrespiratorios o de movimientos de extremidades. Se considera normal la aparición de hasta diez eventos por hora.
9. Relación de los eventos observados en el video y su relación con las variables registradas.

El diagnóstico final requiere del informe de rechinar de dientes y condiciones clínicas consistentes, y la confirmación por PSG. Para los niños, el método clínico más fiable para el diagnóstico es el informe de los padres, tutores o cuidadores sobre el rechinar de los dientes⁵³. Sin embargo, la mayoría de los niños duermen lejos de sus padres, por lo que los padres no siempre son conscientes del bruxismo en sus hijos⁴⁶.

Un diagnóstico prematuro reduciría los estragos a las coronas dentarias por la parafunción, que pudieran presentarse como desgates, fracturas, movilidad, mialgias, cefaleas, y dolor a nivel de la ATM⁹. Para integrar ambos enfoques en el diagnóstico debe apoyarse el estomatólogo en el método clínico que implica la anamnesis, evaluación extraoral e inspección intraoral.

El interrogatorio será detallado al niño o adolescente y sus padres buscando reportes de rechinar de dientes, se exploran factores de riesgo incidentes, entorno social en que se desarrolla el paciente y trastornos asociados al sueño. La inspección extraoral consiste en la valoración de los músculos elevadores de la mandíbula buscando hipertrofia muscular evidente, el examen de la ATM, la presencia de dolor y disfunciones^{40,71}. La inspección intraoral incluye un examen completo de todas las estructuras orales teniendo en cuenta todos los elementos abordados en esta obra referente a las características clínicas intraorales del bruxismo en el paciente pediátrico.

La Asociación Americana de Medicina del Sueño (AASM)⁷² establece una serie de criterios (figura 6) de diagnóstico clínico y polisomnográficos de BS.

Historial del paciente	Informe reciente de un paciente, padre o hermano sobre la aparición de sonidos de rechinar de dientes durante el sueño durante al menos tres a cinco noches por semana en los últimos tres a seis meses.
	Desgaste anormal de los dientes.
Evaluación clínica	Hipertrofia de los músculos maseteros al apretar con fuerza de forma voluntaria.
	Molestias, fatiga o dolor en los músculos de la mandíbula (dolor matinal transitorio en los músculos de la mandíbula y dolor de cabeza).

Figura 6. Criterios de diagnóstico clínico y polisomnográficos de BS

Lobbezoo et al.,^{3,32} en consenso internacional sobre la definición de bruxismo proponen un sistema de clasificación para el diagnóstico de BS y BV con fines clínicos y de investigación que esboza tres categorías fundamentales:

Posible: basado en el autorreporte a través de la anamnesis y cuestionarios, sugieren sumar cuestionarios de historia oral, la imagen clínica, hacer el análisis de los dos dominios basados en el autoinforme, la posible presencia de los dos tipos de bruxismo y su actividad relacionada.

Probable: a partir del autorreporte (percepción del paciente) más la inspección física/clínica con al menos dos signos/síntomas en el examen clínico.

Definitivo: incluye el autorreporte, el examen clínico y una grabación polisomnográfica o la electromiográfica, según tipo de bruxismo (BV/BS)⁷³.

En niños el método de diagnóstico más comúnmente utilizado es el reporte de los padres⁴².

Sobre la base de las consideraciones anteriores es palpable la relevancia de la adecuada utilización del método clínico, por tanto, el diagnóstico estará basado en el reporte de rechinar dentario asociado a ruidos por un tercero y la presencia de problemas dentales^{74,75}.

El diagnóstico del paciente bruxópata siempre es respaldado por la efectividad del método clínico que no es más que la adaptación del método científico al campo de la medicina. Es la secuencia de acciones que los profesionales de las diferentes áreas de la medicina han desarrollado para generar su conocimiento desde el inicio de la era científica⁷⁶.

Ante la sospecha de bruxismo en el paciente pediátrico es necesaria la búsqueda de posibles trastornos del sueño asociados. Diversos métodos para la evaluación de los trastornos del sueño se han sido descritos en la literatura científica. Las escalas y cuestionarios consisten en preguntas que cuantifican la frecuencia y severidad de los síntomas. Su valor radica en que se emplean como pruebas de tamizaje, debido a su practicidad, bajo costo y aplicación rápida. Se han validado como herramientas adecuadas para describir e identificar trastornos del sueño⁴⁵.

La Sleep Disturbance Scale for Childrens (SDSC)⁴⁵ por ejemplo, constituye una escala de trastornos del sueño para niños diseñada por Bruni, consta de 27 ítems y evalúa los últimos seis meses. Está dirigida a detectar trastornos para iniciar y mantener el sueño, en la respiración durante el sueño, activación, pesadillas, en la transición sueño-despertar y por excesiva somnolencia, además la misma está validada en Cuba. El autor del presente estudio considera es la escala más adecuada para la exploración del paciente pediátrico, principalmente por su facilidad de uso e interpretación.

1.7 Tratamiento del bruxismo en el paciente pediátrico

Prevalece entre los clínicos una controversia sobre el manejo terapéutico del bruxismo. Se cree que entre los tres y los cinco años de edad, las superficies oclusales de los dientes deben sufrir un desgaste fisiológico para permitir el crecimiento y desarrollo de los maxilares, así lo confirma Álvarez et al.,³⁵ además, existe evidencia científica sobre la disminución del bruxismo entre los nueve a diez años de edad⁵³.

Antes de planificar una aproximación terapéutica, debe establecerse primeramente un diagnóstico acertado que responda a las nuevas concepciones sobre el bruxismo; si es primario es más adecuado hablar de conducción del mismo, y en caso de ser secundario, de tratamiento, pues, de solucionar la causa la parafunción podría resolverse⁹. Estos datos son valiosos al realizar la valoración inicial del caso clínico, así como la presencia de factores sistémicos o locales que incidan en el paciente para determinar una conducta a seguir³⁵.

Como problema de salud merece ser tratado de manera integral acorde a su etiología y factores de riesgo para responder a basamentos científicos, ya declarados en esta obra y ante alguna limitación, el manejo interdisciplinario es el mejor camino en aras de una solución duradera. Se recomienda la valoración en interconsultas heterogéneas con especialistas: estomatólogos, periodoncistas, odontopediatras, neurólogos, médicos, psicólogos, psiquiatras, otorrinos y otros representantes de disciplinas afines.

Desde la perspectiva científica y asistencial se determina un diagnóstico certero y tratamiento eficaz enfocado en la identificación de los factores de riesgo y nunca desde mitigar los signos y síntomas concurrentes. Debe iniciarse con información y educación a los padres, a partir de ahí es posible continuar con técnicas de prevención e integración psicológicas con relajación personalizadas para el niño y en el adolescente. Se recomiendan tres estrategias de tratamiento principales: a nivel psico-conductual, dental y farmacológico^{35,40}.

Psico-conductual

Se recomienda psicoterapia en base a asesoramiento, hipnosis, fitness, ejercicios de relajación y biofeedback (biorretroalimentación). También se considera el uso de métodos eléctricos como estímulos electrolíticos para la relajación muscular. En ausencia de factores sistémicos se recomiendan ejercicios orales para desensibilización, uso de sensibilidad térmica, asesoramiento nutricional, suplemento de vitaminas y minerales. El niño y al adolescente debe ser instruido en cuanto a reconocer condiciones musculares de relajación y tensión. Las terapias psicológicas permiten ofrecer herramientas para el mejor manejo y control de los factores relacionados a trastornos psicológicos como son: emocionales de autoexigencia, inestabilidad emocional y ansiedad⁴⁰.

Técnica de relajación: el entrenamiento autógeno de Schultz ayuda a los pacientes a relajarse de forma beneficiosa, además, permite que la mente haga que el cuerpo se relaje y reciba una mejor circulación por medio del autocontrol favoreciendo el descanso y el sueño. Es una técnica de relajación que, además, ayuda en el tratamiento de numerosas alteraciones conductuales y orgánicas⁷⁷.

Por medio de la educación al paciente y padres de familia, se socializa a llevar las indicaciones adecuadas para el manejo del bruxismo. Se establecen rutinas de sueño, se mejora la higiene del sueño, la alimentación, y se realiza el control para disminuir hábitos orales como onicofagia, el uso de biberones, masticación de objetos, entre otros. Por otra parte, contribuye a alcanzar un estado físico, mental y social adecuado⁷⁸. Otro recurso para disminuir los episodios de bruxismo es la termoterapia, el ejercicio físico que favorezca la relajación y la musicoterapia⁵³.

Las técnicas de fisioterapia son una opción de tratamiento coadyuvante efectiva en pacientes con dolor y fatiga de los músculos elevadores de la mandíbula debido a su doble efecto: es eficaz para aliviar el dolor y restablecer la movilización muscular y articular, igualmente refuerza el asesoramiento o las estrategias cognitivo-conductuales⁷¹. La crioterapia, ultrasonido, masoterapia, estimulación neuromuscular transcutánea, estimulación neural eléctrica han mostrado resultados alentadores. En el BV, el tratamiento se basa fundamentalmente en alentar los pacientes a controlar ese comportamiento deletéreo. Es en estos casos donde es aconsejable aplicar una estrategia cognitivo-conductual y una técnica de biorretroalimentación⁴².

Yoga: para el complemento de un tratamiento integral, favorece al cuerpo por sus funciones y los centros de energía (chakras). Permite por medio de las técnicas de relajación y posiciones corporales un mayor estiramiento sostenido, fortalece la mente, el cuerpo y evita la tensión por estrés y ansiedad⁴⁰.

Sistemas de Biofeedback: consiste en que el paciente aprende a cambiar actividades fisiológicas acompañado de instrumentos de gran precisión. Por lo cual, el sistema en respuesta permite medir diferentes acciones fisiológicas, como las actividades neuromusculares, la función cardíaca, ondas cerebrales, respiración y temperatura corporal⁴⁰.

Fonoaudiológica: esta terapia miofuncional puede corregir el desequilibrio muscular orofacial y los puntos anormales de la deglución, permite estudiar los aspectos estructurales, cervicales y funcionales⁷⁸.

Existe suficiente evidencia científica y consenso internacional respecto a la utilidad del manejo psico-conductual en el bruxismo. El autor cree que estas técnicas se adaptan a las nuevas concepciones que se tienen del bruxismo al considerar su etiología central, desplazada de la oclusión dentaria. No existe tratamiento más viable que su uso, siempre formando parte de los pilares que además el autor considera notables para organizar y estandarizar el tratamiento del bruxismo: psico-conductual, dental y farmacológico.

Dental

Las férulas oclusales son altamente efectivas para evitar las repercusiones del bruxismo en la estructura dentaria; sin embargo, no eliminan el bruxismo propiamente dicho⁷⁹. Autores como Cunalata et al.,⁵³ y Fernández⁵⁵ reportan que las férulas oclusales en niños no han demostrado efectividad clara y podrían tener efectos nocivos en el crecimiento maxilar y en la erupción de los dientes permanentes.

Su uso queda limitado para aquellos casos más graves y cuando exista un adecuado control del paciente. La pérdida excesiva de tejido dental, hace necesaria la utilización de restauraciones temporales o definitivas usando técnicas directas, indirectas o coronas pediátricas³⁵.

Díaz, Díaz⁸⁰ recomiendan para el tratamiento oclusal en niños y adolescentes el uso de aparatología oclusal cuyo propósito es disminuir los episodios de hiperactividad muscular, recuperar la dimensión vertical oclusal, proteger los dientes de desgaste por atrición y disminuir la presión intraarticular.

Pinos et al.,⁵¹ enfatizan que las férulas o protectores bucales pueden ayudar significativamente en el tratamiento al disminuir el apretamiento y rechinar dental; aunque no hay evidencia de su efectividad para resolver completamente la actividad parafuncional. Por otro lado, en la ortopedia funcional para aparatología bimaxilar en forma indirecta mitigaría el efecto del bruxismo. La literatura científica indica además que el fenómeno en el que se centra el estudio y la postura cervical están relacionados, pues los niños bruxópatas usualmente muestran una posición de la cabeza adelantada respecto a su cuerpo.

La placa rígida oclusal (biteplate) con dos o tres milímetros de grosor es la más utilizada. Permite estabilizar y estimular la función de la ATM y los músculos masticatorios, además de minimizar la actividad muscular repetitiva y proteger los dientes de un desgaste más severo. El uso de las placas en la dentición primaria es exclusivo cuando el desgaste puede causar daño patológico para el niño, a diferencia cuando presenta dentición mixta que es contraindicado por el desarrollo y crecimiento de los arcos dentarios⁸¹.

Restrepo et al.,⁸² realizaron un estudio para evaluar la efectividad del uso de férulas oclusales rígidas para reducir signos y síntomas de trastornos temporomandibulares y desgaste dentario en niños de tres a seis años con altos niveles de ansiedad, con un seguimiento de dos años. Concluyeron que estos planos no eran eficientes para reducir los signos de bruxismo en conjunto, pero que se lograba una normalización en el patrón de apertura mandibular en aquellos pacientes que tenían el patrón alterado. En adolescentes es más factible el uso de férulas oclusales. Guzmán⁴⁰ en su obra cita un estudio realizado por Dubé et al., donde obtuvieron que mediante el uso nocturno de férula oclusal en el maxilar superior por dos semanas, disminuyó la actividad muscular en un 40 %.

Para el autor es apreciable la existencia de opiniones diversas en la literatura científica sobre el uso de férulas en niños por la posible interferencia en el crecimiento y desarrollo de los maxilares. A partir de la experiencia acumulada en la consulta de Oclusión dentaria y ATM de la provincia Ciego de Ávila se cree más adecuado el uso de férulas blandas durante etapas agudas de alta actividad muscular, evitar largos períodos de uso continuado y se concuerda con Bustos⁸³ en cuanto a la realización de controles clínicos e imagenológicos quincenales, que permita evaluar el brote dentario, así como interferencias en el crecimiento y desarrollo. Su uso protegería las coronas dentales, aliviaría la ATM de fuerzas exageradas y contribuiría a la relajación muscular.

El tratamiento ortopédico-ortodóncico está indicado al presentarse junto a anomalías dentomaxilares. La expansión del complejo nasomaxilar ha mostrado éxito en el tratamiento de desórdenes respiratorios durante el sueño al tener un efecto positivo en el bruxismo⁹. Hermida et al.,⁸¹ en un artículo de revisión “Tratamiento del bruxismo del sueño en niños” reflejan que basado en la evidencia científica disponible, los ajustes oclusales no están indicados en el abordaje clínico del bruxismo pues esta condición es de etiología central y no periférica. El entendimiento actual sobre la etiopatogenia del bruxismo no avala ese procedimiento clínico como correcto. Si fuese necesario un ajuste oclusal por tallado selectivo, sólo se realiza a partir de los 13 años ya que antes el paciente no se encuentra muscularmente maduro⁴². No obstante, el desgaste selectivo para posicionamiento y alineado de la guía anterior de la oclusión con discrepancia hueso diente de leve a moderada impone desgaste selectivo, que se interpreta como una forma de ajuste dentario.

Farmacológico

Deben evitarse tratamientos invasivos en pacientes pediátricos, iniciando con una estrategia psico-conductual, restringiendo el uso farmacológico que se reservará para aquellos casos más complejos. El autor resalta la importancia de la atención interdisciplinaria entre el pediatra, estomatólogo, psicólogo, psiquiatra, fonoaudiólogo, padres y el propio paciente motivado.

Algunos estudios: Fernández⁵⁵, Firmani et al.,⁹ Mostafavi et al.,⁸⁴ han reportado que el uso de benzodiazepinas (diazepam), relajantes musculares (metocarbamol), precursores de catecolaminas (L-dopa), antagonistas betaadrenérgicos (propranolol), clonidina, clonazepam y toxinas botulínicas que reducen la frecuencia del BS en adultos. Hermida et al.,⁸¹ en el año 2021 manifestaron que los resultados de un ensayo clínico que utilizó diazepam no respalda su uso para el manejo del BS en niños sanos, debido al escaso beneficio obtenido y la presencia de eventos adversos. Se sugiere que el uso de benzodiazepinas tales como diazepam podrían ser más efectivo en combinación con otras modalidades de tratamiento del BS, pero esto debería ser evaluado en estudios posteriores.

También se reporta el uso de hidroxicina; sin embargo, la evidencia científica aún no es concluyente sobre su eficacia. Por este motivo, tales fármacos deben utilizarse con cautela priorizando otros manejos más conservadores³⁷.

La medicina como rama de la ciencia actualmente se orienta cada vez más a los tratamientos complementarios, a partir de una mirada integral sobre la salud y bienestar del ser humano. En este sentido, debe tomarse en cuenta el tipo de alimentación, los hábitos de higiene del sueño, el ejercicio y las técnicas de control del estrés. Los fármacos biorreguladores son de ayuda para que el propio organismo restablezca su equilibrio hemodinámico, no se han reportado efectos adversos. Impera más investigación de calidad para determinar la efectividad de las terapias complementarias en medicina

en general y su potencial rol en niños, que permita a los clínicos informar a los pacientes y sus familiares sobre sus beneficios⁹.

La medicina homeopática ha sugerido la utilización de *Melissa officinalis* (MO), *Phytolacca decandra* (PD) y una combinación de ambas para el tratamiento del bruxismo. MO se ha empleado como una terapia natural debido a las propiedades sedativas, ansiolíticas, antiinflamatorias y antiespasmódicas de los aceites esenciales que la componen, sin embargo, Hermida et al.,⁹ en su artículo de revisión plantean que no existe evidencia científica concluyente sobre los beneficios de estos fármacos homeopáticos.

A la fecha, la evidencia científica y los niveles de recomendación para el tratamiento del bruxismo en niños, aún son escasos. Es apreciable la existencia de un amplio espectro de alternativas, el énfasis radica en identificar y controlar los factores causales. Ante la falta de evidencia y la controversia en relación al tema es necesario el trabajo mancomunado de los investigadores sobre este tema⁸¹.

A consideración del autor, dada la variabilidad de resultados y al no existir evidencia científica concluyente sobre el uso de sedantes en niños y su rol en la disminución del bruxismo, es más sensato reservar la terapia farmacológica solo para casos con diagnóstico definitivo de bruxismo severo. La instauración de un plan de tratamiento deberá concebirse en interconsulta con especialistas de pediatría, psiquiatría y psicología, y como se ha explicado en este recuento sobre el bruxismo, enfocado desde los factores de riesgo presentes en el paciente y la valoración integral del mismo.

Conclusiones

La literatura especializada consultada evidencia que el bruxismo en niños y adolescentes se vincula a factores psicosociales y alteraciones del sueño, aunque persisten debates sobre su asociación con el uso de dispositivos electrónicos. Se identificaron brechas clave, como la falta de criterios diagnósticos estandarizados y estudios longitudinales que evalúen la progresión del trastorno. A pesar de existir múltiples alternativas de tratamiento, no existe consenso internacional respecto al uso de determinadas terapias. Futuras investigaciones deberían priorizar diseños mixtos, tecnologías de monitoreo objetivo y enfoques desde una óptica interdisciplinaria, colaborativa y multisectorial. Estos hallazgos subrayan la necesidad de integrar evaluaciones psicoemocionales en la práctica clínica y promover políticas educativas para mitigar factores estresantes, mejorando así la atención integral y la calidad de vida de estos pacientes.

Author Contributions: Haider Hernández Rocha y Silvia María Díaz Gómez contribuyeron de manera similar en la preparación del artículo. Los dos autores redactaron, leyeron y configuraron las figuras del presente trabajo.

Conflicts of Interest: Los autores declaran no tener conflictos de interés

Referencias

1. Alcolea Rodríguez JR, Herrero Escobar P, Ramón Jorge M, Labrada Sol ET, Pérez Téllez M, Garcés Llauger D. Asociación del bruxismo con factores biosociales. *Correo Científico Méd* [Internet]. junio de 2014 [citado 2 de marzo de 2025];18(2):190-202. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1560-43812014000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Interventions to reduce bruxism in children and adolescents: a systematic scoping review and critical reflection | *European Journal of Pediatrics* [Internet]. [citado 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00431-019-03549-8>
3. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2018 [citado 2 de marzo de 2025];45(11):837-44. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joor.12663>
4. Lavigne GJ, Rompré PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism: validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *J Dent Res* [Internet]. enero de 1996;75(1):546-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8655758/>
5. Leavell HR. Preventive medicine for the doctor in his community: an epidemiologic approach [by] Hugh Rodman Leavell, E. Gurney Clark, and 19 contributors. 2d ed. New York: McGraw-Hill; 1958. 689 p.
6. Olivero IV. Los niveles de prevención y su relación con el Proceso Salud-Enfermedad: Proceso Salud-Enfermedad-Prevención. *Educ Salud Bol Científico Inst Cienc Salud Univ Autónoma Estado Hidalgo* [Internet]. 5 de junio de 2024 [citado 2 de marzo de 2025];12(24):73-87. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/10856>
7. Nápoles Salas AM, Nápoles González I de J, Nápoles Salas AM, Nápoles González I de J. Algunas consideraciones sobre el tratamiento precoz en pacientes con bruxismo. *MEDISAN* [Internet]. junio de 2022 [citado 3 de marzo de 2025];26(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30192022000300016&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Manfredini D, Restrepo C, Diaz-Serrano K, Winocur E, Lobbezoo F. Prevalence of sleep bruxism in children: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil* [Internet]. agosto de 2013;40(8):631-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23700983/>
9. Firmani M, Reyes M, Becerra N, Flores G, Weitzman M, Espinosa P. Bruxismo de sueño en niños y adolescentes. *Rev Chil Pediatría* [Internet]. septiembre de 2015 [citado 2 de marzo de 2025];86(5):373-9. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0370410615000388>
10. Suárez González M de la C, Núñez Oduardo EA, Gutiérrez Olives Y. Bruxismo en adolescentes, clínica “3 de Octubre”. Las Tunas 2021-2023. En: Congreso Internacional Odontosantiago [Internet]. Santiago de Cuba, Cuba; 2023. Disponible en: <https://odontosantiago2023.sld.cu/index.php/odontosantiago/2023/paper/viewFile/131/84>
11. Köstner Uribe S, Brunet Echavarría J, Tapia Vargas A. Trastornos de sueño asociados a bruxismo de sueño en niños entre 3 y 6 años de edad atendidos en la Clínica Odontológica de la Universidad Mayor de Santiago, Chile. *Av En Odontoestomatol* [Internet]. abril de 2019 [citado 2 de marzo de 2025];35(2):83-91. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852019000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
12. Alves EG, Fagundes DM, Ferreira MC. Sleep bruxism in children and its association with clinical and sleep characteristics: cross-sectional study. *RGO - Rev Gaúcha Odontol* [Internet]. 2022 [citado 2 de marzo de 2025];70:e20220011. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-86372022000100302&tlng=en
13. Kanhouche N, Pizzi GG, Bim NA, De Souza RC, Calvo AFB, Floriano I, et al. Prevalence of Bruxism in Children and Adolescents with Cerebral Palsy: Systematic Review and Meta-analysis.

Curr Pediatr Rev [Internet]. mayo de 2025 [citado 2 de marzo de 2025];21(2):166-73. Disponible en: <https://www.eurekaselect.com/225582/article>

14. Secrieru A. Prevalência do desgaste dentário em pacientes odontopediátricos na clínica dentária Egas Moniz [Internet] [masterThesis]. 2023 [citado 3 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/48212>

15. Zielński G, Pająk A, Wójcicki M. Global Prevalence of Sleep Bruxism and Awake Bruxism in Pediatric and Adult Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med [Internet]. 22 de julio de 2024 [citado 2 de marzo de 2025];13(14):4259. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/14/4259>

16. Castañer Roch E, Daudinot Cos L. BRUXISMO EN PACIENTES DEL CONSULTORIO 23 DEL MUNICIPIO PLAZA DE LA REVOLUCION. 2022-2023. En: CISALUD 2023 [Internet]. La Habana, Cuba; 2023 [citado 3 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://cisalud-ucmh.sld.cu/index.php/cisalud/2023/paper/view/466>

17. Hernández YT, Olivares Paizan G, Nuñez Peña LC, Balleuxs Pereira M, Peralta Agramonte L. Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes con bruxismo. MEDISAN [Internet]. 2024 [citado 3 de marzo de 2025];28(3):5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9852843>

18. Lazo Nodarse R, de León Gutiérrez OE. Comportamiento del bruxismo en adolescentes de 12 a 18 años en Los Ángeles, Vertientes, Camagüey. En: I Jornada Virtual de Medicina Familiar en Ciego de Ávila [Internet]. Ciego de Ávila; 2021. Disponible en: <https://mefavila.sld.cu/index.php/mefavila/2021/paper/viewFile/118/254>

19. Docando González YE, Docando González RM, Hermida Rojas M, Farrey Gúzman Y. Bruxismo, su comportamiento en una comunidad del área norte de Ciego de Ávila. Mediciego [Internet]. 2007 [citado 3 de marzo de 2025];13(1). Disponible en: <https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/2791>

20. Fernández Castellanos G. Bruxismo y factores biopsicosociales en niños [Tesis en opción a Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral]. [Cuba]: Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila; 2017.

21. Soto Morales Y, Giance Paz L, Pérez Morales VS, Torres Armas N de la C. FACTORES BIOPSICOSOCIALES ASOCIADOS AL BRUXISMO INFANTIL. En: Congreso Internacional de Estomatología 2020 [Internet]. 2020 [citado 3 de marzo de 2025]. Disponible en: <http://www.estomatologia2020.sld.cu/index.php/estomatologia/2020/paper/view/569>

22. Díaz-Gómez SM, Hernández MEG, Grau-León IB, Díaz-Miralles M, Puerto-Pérez TV, Vara-Delgado AE, et al. Procedimientos clínicos interdisciplinarios para un nuevo enfoque del bruxismo desde la integración médica en Cuba. Rev Arch Méd Camagüey [Internet]. octubre de 2021 [citado 3 de marzo de 2025];25(5). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-02552021000500003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

23. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio M del P. Recolección de datos cuantitativos. En: Metodología de la Investigación [Internet]. sexta edición. México: McGraw-Hill; 2014. Disponible en: <https://highered.mheducation.com/sites/dl/free/1456260960/1106855/cap09sampieri.pdf>

24. Chaple Gil AM. Manejo psicológico del niño en la atención estomatológica. En: ResearchGate [Internet]. Universidad Autónoma de Chile; 2006 [citado 3 de marzo de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/278244257_Manejo_psicologico_del_nino_en_la_atencion_estomatologica

25. Benítez-Ortega JL, Riquelme-Viñas M, Olivencia-Varón N, López-Pérez-Díaz ÁG, Martínez de Salazar-Arboleas A. Hacia la creación de la especialidad sanitaria de Psicología Clínica de la Infancia y la Adolescencia. Rev Asoc Esp Neuropsiquiatría [Internet]. junio de 2022 [citado 3 de marzo de 2025];42(141):115-36. Disponible en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0211-57352022000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

26. Bustamante Espinosa LK, Luzuriaga Calle MA, Rodríguez Rodríguez PE, Espadera RG. Desarrollo psicológico del adolescente: una revisión sistemática | Request PDF. ResearchGate [Internet]. 17 de febrero de 2025 [citado 3 de marzo de 2025];6(42):389-98. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/360510203_Desarrollo_psicologico_del_adolescente_una_revision_sistemica
27. Pizaña Sanchez JM, Torres Velázquez LE, Rivera González IR. Dinámica familiar, interacción cuidador-niño y desarrollo infantil en un programa de intervención temprana: estudio transversal. Acta Pediátrica México [Internet]. 14 de marzo de 2024 [citado 3 de marzo de 2025];45(2):83-99. Disponible en: <https://ojs.actapediatrica.org.mx/index.php/APM/article/view/2654>
28. Rodríguez Calzadilla A, Delgado Méndez L. Programa Nacional de Atención Estomatológica Integral a la población. Rev Cuba Estomatol [Internet]. 30 de abril de 1995 [citado 3 de marzo de 2025];32(1):60-76. Disponible en: <https://revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/2840>
29. Alor Serrano APJ. Nivel de conocimiento sobre bruxismo en niños en estudiantes de estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2022 Trujillo [Internet]. [TRUJILLO - PERÚ]: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE MEDICINA HUMANA; 2024 [citado 3 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/17231>
30. Fernández Rey LI, Charquero Conti ME, Bareño Lemos M, Caetano Costa L, Kreiner M, Fernández Rey LI, et al. Bruxismo de la vigilia. Odontostomatología [Internet]. 2023 [citado 3 de marzo de 2025];25(41). Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-93392023000101323&lng=es&nrm=iso&tlng=es
31. Carra MC, Huynh N, Morton P, Rompré PH, Papadakis A, Remise C, et al. Prevalence and risk factors of sleep bruxism and wake-time tooth clenching in a 7- to 17-yr-old population. Eur J Oral Sci. octubre de 2011;119(5):386-94.
32. Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, Kato T, Koyano K, Lavigne GJ, et al. Bruxism defined and graded: an international consensus. J Oral Rehabil. enero de 2013;40(1):2-4.
33. Juan Ortiz AS, Nápoles Rodríguez N de la C. Efectividad de la fisioterapia como tratamiento coadyuvante del bruxismo. Opuntia Brava [Internet]. 2022 [citado 4 de marzo de 2025];14(2):224-36. Disponible en: <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1579/1786>
34. Mena SN, Tiscareño H, Castellanos JL. Neurofisiología y bruxismo. Rev ADM [Internet]. 2018 [citado 4 de mayo de 2024];75(4):202-13. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2018/od184f.pdf>
35. Alvarez Gastañaga VA, Baldeón López MC, Malpartida Carrillo V, Alvarez Gastañaga VA, Baldeón López MC, Malpartida Carrillo V. Bruxismo en niños y adolescentes: Revisión de la literatura. Odovtos Int J Dent Sci [Internet]. agosto de 2020 [citado 4 de marzo de 2025];22(2):53-61. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-34112020000200053&lng=en&nrm=iso&tlng=es
36. Velasco Vélez ML. Bruxismo de vigilia y sueño de niños y adolescentes. Revisión de la literatura. 2021 [citado 4 de marzo de 2025]; Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11387>
37. Witt Rodríguez PDL, Pozo Rodríguez AJ, Sánchez Valdiviezo MN, Pacajá Ruiz PR. El bruxismo o rechinamiento de dientes: síntomas y tratamiento. RECIAMUC [Internet]. 30 de septiembre de 2023 [citado 2 de marzo de 2025];7(3):68-75. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1204>
38. Saulue P, Carra MC, Lалуque J, d'Incau E. Understanding bruxism in children and adolescents. 2015 [citado 4 de marzo de 2025];13(4):1-18. Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/283220352_Understanding_bruxism_in_children_and_adolescents
39. Fuentes Casanova. Conocimientos actuales para el entendimiento del bruxismo. Revisión de la literatura. Revista ADM [Internet]. 2018 [citado 4 de marzo de 2025];75(4):180-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=81744&IDPUBLICACION=7869&NOMBRE=Revista%20ADM%20C3%93rgano%20Oficial%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Dental%20Mexicana>
40. Guzmán Guillén Millú K. FACTORES DE RIESGO DE BRUXISMO DE SUEÑO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. AUTORA: [Internet] [TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGA]. [Ecuador]: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL; 2021 [citado 10 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.bing.com/search?q=Factores%20de%20riesgo%20de%20bruxismo%20de%20sue%C3%B1o%20en%20ni%C3%B1os%20y%20adolescentes%2B2021&qs=n&form=QBRE&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=factores%20de%20riesgo%20de%20bruxismo%20de%20sue%C3%B1o%20en%20ni%C3%B1os%20y%20adolescentes%2B2021&sc=0-68&sk=&cvid=531496FAC14A40539E8389ED32506525&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=>
41. Gaviria Arenas LA. Caracterización del Bruxismo [Internet] [Especialización en Ortodoncia]. [Colombia]: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud.; 2022 [citado 4 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/47358>
42. Soloa C. Bruxismo en niños y adolescentes [Internet] [TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN ODONTOLOGÍA PARA NIÑOS Y ADOLESCENTES]. [Argentina]: Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Odontología; 2020 [citado 4 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/>
43. Okeson JP. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares Ed.8 por - 9788491135197 - Journal [Internet]. octava. Elsevier; 2019 [citado 4 de marzo de 2025]. 504 p. Disponible en: <https://www.edicionesjournal.com/Papel/9788491135197/Tratamiento+De+Oclusi%C3%B3n+Y+Afecciones+Temporomandibulares+Ed+8%C2%BA>
44. Guevara Gómez SA, Ongay Sánchez E, Castellanos JL. Avances y limitaciones en el tratamiento del paciente con bruxismo. Rev ADM [Internet]. 2015 [citado 4 de marzo de 2025];72(2):106-14. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6255482/avances-y-limitaciones-en-el-tratamiento-del-paciente-con...>
45. Carmona Belda M, Caner Faig M, Rúbies Olives J, Miravet Fuster E. Trastornos de sueño en niños. Protoc diag ter pediátr [Internet]. 2022 [citado 12 de enero de 2025];1:93-101. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/10.pdf>
46. Bulanda S, Ilczuk-Rypuła D, Nitecka-Buchta A, Nowak Z, Baron S, Postek-Stefańska L. Sleep Bruxism in Children: Etiology, Diagnosis, and Treatment-A Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 10 de septiembre de 2021;18(18):9544.
47. Calvano Küchler E, Arid J, Palinkas M, Ayumi Omori M, de Lara RM, Napolitano Gonçalves LM, et al. Genetic Polymorphisms in ACTN3 Contribute to the Etiology of Bruxism in Children. J Clin Pediatr Dent. 2020;44(3):180-4.
48. Lamenha Lins RM, Cavalcanti Campêlo MC, Mello Figueiredo L, Vilela Heimer M, Dos Santos-Junior VE. Probable Sleep Bruxism in Children and its Relationship with Harmful Oral Habits, Type of Crossbite and Oral Breathing. J Clin Pediatr Dent. 2020;44(1):66-9.
49. Serra-Negra JM, Lobbezoo F, Martins CC, Stellini E, Manfredini D. Prevalence of sleep bruxism and awake bruxism in different chronotype profiles: Hypothesis of an association. Med Hypotheses. abril de 2017;101:55-8.

50. Restrepo C, Santamaría A, Manrique R. Sleep bruxism in children: relationship with screen-time and sugar consumption. *Sleep Med X* [Internet]. diciembre de 2021 [citado 2 de marzo de 2025];3:100035. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2590142721000045>
51. Pinos Robalino PJ, Gonzabay Bravo EM, Cedeño Delgado MJ. El bruxismo conocimientos actuales. Una revisión de la literatura. *RECIAMUC* [Internet]. 2020 [citado 4 de marzo de 2025];4(1):49-58. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/2f2e1978-e12b-3f8d-ab79-0af79d599b47/>
52. Inga Morocho HA, Cárdenas Vidal FDL. Bruxismo en niños panorama actual: revisión de la literatura. *Res Soc Dev* [Internet]. 11 de agosto de 2022 [citado 2 de marzo de 2025];11(10):e581111033109. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33109>
53. Cunalata Coba DE, Sánchez Lascano MA, Sánchez Sánchez SS. Vista de Formas de tratamiento de bruxismo del sueño en niños. *Gac Médica Estud* [Internet]. 2023 [citado 4 de marzo de 2025];4(1):e273. Disponible en: <https://revgacetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/view/82/182>
54. Lobbezoo F, Naeije M. Etiology of bruxism: morphological, pathophysiological and psychological factors. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. julio de 2000;107(7):275-80.
55. Fernández Martínez B. Tratamiento del bruxismo del sueño en niños y adolescentes [Internet] [Trabajo Fin de Grado]. [España]: Universidad de Sevilla; 2021 [citado 4 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/134607>
56. Paloma Baiardi G, Rodrigo Abensur A, Vieira Bitencourt AG, Flávia Branco Cerqueira SN, Terse R, Hora F. Symptoms of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome in children. *J Bras Pneumol Publicacao Of Soc Bras Pneumol E Tisiologia*. junio de 2008;34(6):356-61.
57. Léger J, Carel JC. Diagnosis and management of hyperthyroidism from prenatal life to adolescence. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. agosto de 2018;32(4):373-86.
58. Malki GA, Zawawi KH, Melis M, Hughes CV. Prevalence of bruxism in children receiving treatment for attention deficit hyperactivity disorder: a pilot study. *J Clin Pediatr Dent*. 2004;29(1):63-7.
59. Restrepo C, Manfredini D, Castrillon E, Svensson P, Santamaria A, Alvarez C, et al. Diagnostic accuracy of the use of parental-reported sleep bruxism in a polysomnographic study in children. *Int J Paediatr Dent*. septiembre de 2017;27(5):318-25.
60. Fulgencio LB, Corrêa-Faria P, Lage CF, Paiva SM, Pordeus IA, Serra-Negra JM. Diagnosis of sleep bruxism can assist in the detection of cases of verbal school bullying and measure the life satisfaction of adolescents. *Int J Paediatr Dent*. julio de 2017;27(4):293-301.
61. Chisini LA, San Martin AS, Cademartori MG, Boscato N, Correa MB, Goettems ML. Interventions to reduce bruxism in children and adolescents: a systematic scoping review and critical reflection. *Eur J Pediatr*. febrero de 2020;179(2):177-89.
62. Samillán Simarra GA, Valencia Aldui JL. Relación del bruxismo y estrés en adolescentes de una institución educativa de Chiclayo en el 2022 [Internet] [Tesis para obtener el título profesional de cirujano dentista]. [Perú]: Universidad César Vallejo; 2022 [citado 5 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109593>
63. Gamboa Arrieta CG, Navarro Betetta R, Campos Campos KJ, Aguilar-Gálvez D, Alvarez Vidigal E. Bruxismo y su asociación con la disfunción temporomandibular en niños. Revisión de literatura. *Odontol Vital* [Internet]. 31 de julio de 2023 [citado 2 de marzo de 2025];2(39):40-55. Disponible en: <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/odontologiavital/article/view/558>
64. Segura Cueva KA, Sierra Zambrano JM, Endara Abbot ML, Samaniego Vera LK. (PDF) Bruxismo: síntomas, causas y tratamiento. *RECIMUAK* [Internet]. 22 de octubre de 2024 [citado 5 de marzo de 2025];7(2):91-100. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/370514836_Bruxismo_sintomas_causas_y_tratamiento

65. Medizza AB. Relación entre bruxismo y enfermedad periodontal en niños [Internet] [Tesis en opción a Especialista en Periodoncia]. [Argentina]: UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA; 2022 [citado 21 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://dspaceapi.uai.edu.ar/server/api/core/bitstreams/06259312-e76e-4a76-bbb6-73a2f170be61/content>
66. Mollo López J, Virreyra Bloomfield JV. Bruxismo: un panorama actualizado de un viejo problema. *Rev Investig E Inf En Salud* [Internet]. 30 de abril de 2019 [citado 5 de marzo de 2025];14(35):39-46. Disponible en: <https://revistas.univalle.edu/index.php/salud/article/view/484>
67. Peláez Gonzales E, Campos Campos K, Alvarez Vidigal E. Factores de riesgo relacionados al bruxismo del sueño en niños de 3 a 12 años: revisión de literatura. *Odontol Vital* [Internet]. 4 de mayo de 2022 [citado 2 de marzo de 2025];1(36):76-91. Disponible en: <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/odontologiavital/article/view/474>
68. Oyarzo JF, Valdés C, Bravo R. Etiología, diagnóstico y manejo de bruxismo de sueño. *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 1 de septiembre de 2021 [citado 5 de marzo de 2025];32(5):603-10. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-etilogia-diagnostico-manejo-bruxismo-sueno-S0716864021000882>
69. Restrepo C, Lobbezoo F, Castrillon E, Svensson P, Santamaria A, Alvarez C, et al. Agreement between jaw-muscle activity measurement with portable single-channel electromyography and polysomnography in children. *Int J Paediatr Dent*. enero de 2018;28(1):33-42.
70. Cifuentes Harris CB, Véjar Véjar N, Salvado Robles B, Gómez Pastene F, Azocar Hemmerdinger A. Bruxismo: etiología, diagnóstico y sus repercusiones en adultos. Revisión de la literatura. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 21 de octubre de 2022 [citado 2 de marzo de 2025];25(4):e23839. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/23839>
71. Manfredini D, Colonna A, Bracci A, Lobbezoo F. Bruxism: a summary of current knowledge on aetiology, assessment and management. *Oral Surg* [Internet]. noviembre de 2020 [citado 5 de marzo de 2025];13(4):358-70. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=85075018540&partnerID=8YFLogxK>
72. Sateia MJ. International Classification of Sleep Disorders-Third Edition. *CHEST* [Internet]. 1 de noviembre de 2014 [citado 5 de marzo de 2025];146(5):1387-94. Disponible en: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)52407-0/abstract](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)52407-0/abstract)
73. Mendiburu Zavala CE del PS, Naal Canto AA, Peñaloza Cuevas R, Carrillo Mendiburu J, Mendiburu Zavala CE del PS, Naal-Canto AA, et al. Probable bruxismo y calidad de vida relacionada con la salud oral. *Odovtos Int J Dent Sci* [Internet]. agosto de 2022 [citado 5 de marzo de 2025];24(2):164-75. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-34112022000200164&lng=en&nrm=iso&tlng=es
74. Fajardo Cordero G del R, Saltos Noboa RA, Cedeño-Sánchez L, Sánchez Arteaga BA. Tecnologías emergentes para el diagnóstico y tratamiento del Bruxismo. Un enfoque Multidisciplinario. *RECIMUNDO* [Internet]. 21 de julio de 2023 [citado 5 de marzo de 2025];7(2):259-69. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2047>
75. Rodríguez Jiménez ML. BRUXISMO EN LA TERCERA EDAD EN UN CONSULTORIO DE LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA “HÉROES DE BOLIVIA”. 2019-2020. En: Congreso Internacional de Estomatología 2020 [Internet]. La Habana, Cuba; 2020 [citado 21 de marzo de 2024]. Disponible en: <http://estomatologia2020.sld.cu/index.php/estomatologia/2020/paper/view/597/80>
76. Morales Flores EA, Lizcano Sánchez M, Torres Vázquez JA, Gafford Soto A. El método clínico como estrategia de aprendizaje de estudiantes en medicina del Centro Universitario de la Costa, México. *Rev Cienc Soc* [Internet]. 1 de mayo de 2024 [citado 5 de marzo de 2025];4(2):164-77. Disponible en: <https://www.cienciaysociedaduatf.com/index.php/ciesocieuatf/article/view/134>

77. Figueredo Carnaúba de Araújo A, Barros Dorvillé GS, Guerra Sales NM da S, Barros de Sá Freitas NB, Barros de Sá Cota ALS. Bruxismo en la infancia: ¿cómo tratar? Rev Odontopediatría Latinoam [Internet]. 11 de enero de 2021 [citado 5 de marzo de 2025];11(1). Disponible en: <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/206>
78. Contreras Manrique L, Contreras Manrique R de B, Ovalle Lizcano TV. Asociación entre Fonoaudiología, Psicología, y Odontología en la Patología del Bruxismo: en jóvenes universitarios de Cúcuta. Areté [Internet]. 5 de agosto de 2019 [citado 5 de marzo de 2025];19(1):17-24. Disponible en: <https://arete.iberu.edu.co/index.php/arete/article/view/art19107>
79. Carrillo Jácome HD. IDENTIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE BRUXISMO EN NIÑOS [Internet] [ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGO]. [Ecuador]: Universidad Regional Autónoma de los Andes “UNIANDES”; 2022 [citado 2 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/15593/1/UA-ODO-EAC-062-2022.pdf>
80. Gómez SM, Díaz Miralles M. Algoritmo de trabajo para el paciente con bruxismo. Arch Méd Camagüey [Internet]. 2017 [citado 5 de marzo de 2025];21(4):487-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211152085007>
81. Hermida ML, Cortese SG, Kalil Bussadori S, Ferreira R, Spatakis L. Tratamiento del bruxismo del sueño en niños. Rev Odontopediatría Latinoam [Internet]. 17 de enero de 2021 [citado 2 de marzo de 2025];10(1):8. Disponible en: <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/185>
82. Restrepo CC, Medina I, Patiño I. Effect of occlusal splints on the temporomandibular disorders, dental wear and anxiety of bruxist children. Eur J Dent. agosto de 2011;5(4):441-50.
83. Bustos Vargas M, Lucavechi Alcajaya T. Revisión narrativa sobre tratamiento farmacológico y terapias alternativas del bruxismo en niños [Tesis en opción a Cirujano Dentista]. [Santiago, Chile]: Universidad Finis Terrae; 2018.
84. Mostafavi SN, Jafari A, Hoseini SG, Khademian M, Kelishadi R. The efficacy of low and moderate dosage of diazepam on sleep bruxism in children: A randomized placebo-controlled clinical trial. J Res Med Sci [Internet]. 2019 [citado 5 de marzo de 2025];24(1):8. Disponible en: https://journals.lww.com/jrms/fulltext/2019/24000/the_efficacy_of_low_and_moderate_dosage_of_8.aspx

| Received: [12 enero 2025] | Accepted: [2 febrero 2025] | Published: [15 marzo 2025] |

Citation: Haider Hernández-Rocha, H. Silvia María Díaz-Gómez, S. Bruxismo infantil: actualización en criterios diagnósticos y terapias desde la evidencia científica. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.13

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

14 Almacenamiento de carbono en huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Carbon storage in urban plot gardens in Tarapoto, La Banda de Shilcayo and Morales

Luis Alberto Ordóñez Sánchez ¹, Karina Milagros Ordóñez Ruiz * ², Ana Noemí Sandoval-Vergara ³, Jorge Max Navarro- Reátegui ⁴, Karla Luz Mendoza-López ⁵

¹ Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. lordonezs@ucvvirtual.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0003-3860-4224>.

² Universidad Nacional Autónoma de Huanta/Huanta/Perú; kordonez@unah.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-5957-2447>

³ Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. svergara16@ucvvirtual.edu.pe <https://orcid.org/0000-0002-9702-8434>

⁴ Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. jorgemaxnavarror@alumno.unsm.edu.pe <https://orcid.org/0000-0001-8621-9414>

⁵ Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. klmendozam@ucvvirtual.edu.pe <https://orcid.org/0000-0003-4041-7890>

*kordonez@unah.edu.pe;

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.14

Resumen

Las huertas de lotes urbanos, almacenan carbono en biomasa y suelo, cumpliendo objetivos de desarrollo sostenible de acción por el clima. El objeto de la investigación fue determinar la cantidad de carbono que almacenan las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales que pertenecen a la región de San Martín, Perú. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, tipo aplicada, diseño no experimental, transversal descriptivo. Población fue 47000 familias, muestra 40, muestreo probabilístico. Técnica utilizada por el Centro internacional de investigación en agroforestería. Se tomaron datos de huertas: árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillos, raíces, lombrices, suelos. Se obtuvieron pesos frescos; luego, se obtuvo pesos secos. Los almacenamientos de carbonos de volúmenes vegetales se obtuvieron multiplicando por el factor 0,45: $CBV (t/ha) = BVT \times 0,45$. Como resultados, la superficie promedio de una huerta de lotes urbanos es $56 m^2$. La superficie de huertas de las tres ciudades es 258 has. La biomasa promedio general en peso seco es 17746 t. La correlación de Pearson entre carbono orgánico (CO %) y peso seco de biomasa es de - 0,3, negativa débil. Conclusiones, el 76 % del carbono es de biomasa; y, el 24 % del suelo, generando \$104236, de 10561 t de carbono.

Palabras clave: almacenamiento de carbono de biomasa 1; biomasa de huertas urbanas 2; huertas de lotes urbanos 3; suelos 4.

Abstract

The gardens of urban lots store carbon in biomass and soil, fulfilling sustainable development objectives of climate action. The objective of the research was to determine the amount of carbon stored by the gardens of urban lots in the cities of Tarapoto, La Banda de Shilcayo and Morales, which belong to the San Martín region, Peru. The research approach was quantitative, applied type, non-experimental design, descriptive cross-sectional. Population was 47,000 families, sample 40, probability sampling. Technique used by the International Center for Research in Agroforestry. Data from gardens was taken: trees, shrubs, herbs, leaf litter, mulch, roots, worms, soils. Fresh weights were received; then, dry weights were obtained. Carbon storage of plant volumes was obtained by multiplying by the factor 0.45: $CBV (t/ha) = BVT \times 0.45$. As a result, the average surface of an urban lot garden is 56 m². The surface of gardens in the three cities is 258 hectares. The overall average biomass in dry weight is 17,746 t. The Pearson classification between organic carbon (CO %) and dry weight of biomass is -0.3, weakly negative. Conclusions: 76% of the carbon is from biomass; and 24% from the soil, generating \$104,236, from 10,561 t of carbon.

Keywords: carbon storage of biomass 1; biomass from urban gardens 2; urban lot gardens 3; soils 4.

Introducción

Más de 4 mil millones de personas viven actualmente en zonas urbanas. Esto significa que, más de la mitad del mundo vive en zonas urbanas. La ONU estima que, este hito ocurrió en 2007 ⁽¹⁾. La reforestación urbana mitiga el cambio climático mediante el secuestro de carbono, pero cuantificar las ganancias de carbono requiere una estimación precisa de la biomasa aérea ⁽²⁾. Las zonas urbanas desempeñan un papel crucial en la absorción de carbono, al tiempo que producen una cantidad considerable de emisiones de carbono ⁽³⁾. Los árboles son una característica destacada de los ecosistemas urbanos. La productividad de los árboles urbanos es un componente clave de la energía de los ecosistemas urbanos y ha sido identificada como una posible vía para reducir las concentraciones globales de gases de efecto invernadero ⁽⁴⁾. Los estudios de biomasa de árboles urbanos son importantes para estimar el rendimiento de desechos de madera urbana, el secuestro de carbono y otros bienes ecosistémicos proporcionados por los bosques urbanos ⁽⁵⁾. Las áreas urbanas ahora lidian con muchos problemas que abarcan el cambio climático, el agotamiento de los recursos, los aumentos demográficos y el aumento de los niveles de contaminación ⁽⁶⁾. El bosque de la Iglesia Ortodoxa Etíope Tewahido desempeña un papel importante en la conservación de especies nativas, el secuestro de carbono y la mitigación del cambio climático ⁽⁷⁾. Las distintas formas de espacios verdes urbanos, con poblaciones, comunidades vegetales y funciones variables, ofrecen distintas ventajas ecológicas urbanas ⁽⁸⁾. La urbanización es una preocupación actual, particularmente en África, donde se espera que continúe y amenace cada vez más la eficacia de la biodiversidad vegetal, los sumideros naturales de carbono y la sostenibilidad de las ciudades ⁽⁹⁾. “Los árboles urbanos desempeñan un papel importante en la planificación urbana y están directamente vinculados a los espacios urbanos que promueven servicios ecosistémicos como la conservación de la biodiversidad y las reservas de carbono ⁽¹⁰⁾. Las actividades antropogénicas pueden provocar la pérdida de carbono orgánico del suelo (SOC) o mejorar su almacenamiento, por lo que tienen el potencial de exacerbar o ayudar a mitigar el cambio climático ⁽¹¹⁾. Los impulsores socioeconómicos del carbono orgánico

del suelo (SOC) en áreas urbanas pueden diferir entre regiones debido a las diferentes tenencias de la tierra y sus regímenes derivados de gestión de espacios verdes ⁽¹²⁾. Los espacios verdes urbanos desempeñan un papel fundamental en el secuestro de carbono al absorber carbono de la atmósfera ⁽¹³⁾. Los espacios verdes urbanos son una extensión eficaz de los sumideros de carbono en paisajes dominados por el hombre para complementar la mitigación del cambio climático ⁽¹⁴⁾. La baja temperatura de los jardines durante el día y la alta temperatura durante la noche, lo que confirmó el efecto moderador de la temperatura de los jardines urbanos ⁽¹⁵⁾. La huerta de un lote urbano del distrito, captura en promedio 0,63 t de carbono. ⁽¹⁶⁾

Materiales y métodos

Preparación para el estudio de pre campo: Se solicitó, mediante documento, a las municipalidades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, el plano catastral urbano, donde se evidencian los barrios y los lotes urbanos correspondientes. Las muestras de estudio fueron determinadas con la técnica estadística del valor de Z. Al azar, con balotas, se identificaron los lotes urbanos de las tres ciudades. Selección y delimitación de las circunscripciones de indagaciones: Las personas propietarias de los lotes urbanos, proveyeron de pertrechos, materia prima a efectos de conquistar averiguaciones en huertos. Estimación de flora con el procedimiento barométrico: La técnica utilizada fue la del Centro internacional de investigación en agroforestería. Se tomaron datos de las huertas de las porciones urbanas que fueron las muestras: árboles, arbustos, hierbas, hojarasca, mantillos, raíces, lombrices, suelos. Los datos de árboles y arbustos, se hicieron a todos los individuos de las huertas, evaluando sus diámetros a la altura del pecho (DAP), a 1,30 metros desde el suelo, con forcípula. Con aquellas averiguaciones se establecieron pesos y volúmenes vegetales, utilizando la subsiguiente técnica $BA=0,1184 \ast \{DAP\}^{\wedge\{2,53\}}$. Con estos pesos frescos, se establecieron los pesos secos (32 % del peso fresco) ⁽¹⁶⁾. Con los pesos secos se establecieron los almacenamientos de carbonos de estos volúmenes vegetales (45 % del peso seco, aunque otros autores indican que sería el 50 %). El carbono constituye aproximadamente 40,8 % de la biomasa leñosa de la especie estudiada ⁽¹⁷⁾. Se multiplicó la biomasa vegetal total por el factor 0,45 (45 % de la materia seca es C). La biomasa vegetal total seca de cada árbol fue determinada sumando la biomasa seca de cada uno de sus componentes: $CBV (t/ha) = BVT \times 0,45$ ⁽¹⁸⁾. Biomasa de las huertas de lotes urbanos. Registro de árboles y arbustos. Se contaron los árboles y arbustos existentes en la huerta. Se tomaron medidas DAP a cada individuo. Registro de hierbas, hojarasca, mantillo, raíces y lombrices. Análisis de suelos: Se tomaron registros de coordenadas de cada huerta. Se seccionó 1 m² con rafia. Las hierbas se extrajeron a mano. Se colocaron en bolsas plásticas transparentes y se hizo el pesaje fresco. Seguidamente, se juntó a mano, toda la hojarasca; y, se colocó en bolsa plástica. Se hizo el pesaje fresco. A continuación, se recogió a mano, todo el mantillo; y, se colocó en bolsa plástica. Se hizo el pesaje fresco. En el centro del metro cuadrado, se hizo una calicata de 0,25 m² x profundidad del suelo. Se extrajo 1 kg de muestra

de suelo. Las muestras de cada distrito se mezclaron y se secaron durante una semana, bajo sombra. Se molió en mortero y se tamizó. Se extrajo una muestra de 1 kg de cada distrito y llevó al laboratorio (Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto). Las derivaciones de los exámenes de suelos mostraron macro elementos N, P, K, Mg, Ca, también la textura, pH, CIC, materia orgánica, densidad aparente y carbono orgánico. Las raíces encontradas en la excavación, se recogieron a mano. Se colocaron en bolsa plástica y se hizo pesaje fresco. También se cogieron lombrices. Se hizo pesaje fresco. Las lombrices aumentan la mineralización del material vegetal y animal, aumentando así la cuantía de nitrógeno utilizable en la tierra. Se estima que alrededor de 60 a 70 kg de nitrógeno han sido devueltos al suelo cada año en English Lumberland, bosques en Inglaterra por medio de la descomposición de *Lumbricus Terrestris* (19). Se obvió determinar la pendiente del terreno (Pitágoras) junto a la calicata, debido a que todas las huertas ostentaban estar planas. Almacenamiento de carbono: Los datos de campo fueron procesados por softwares Excel y SPSS, donde se plasmaron los pesos secos de los árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillos, raíces y lombrices. También, mediante laboratorio, se determinó el peso del suelo de cada huerta, tomando en cuenta la densidad aparente, la profundidad y la superficie, así como, la cantidad de carbono orgánico almacenada. De esta manera, mediante fórmula, se determinaron las cantidades de carbono almacenados en las biomásas (45 %) y los suelos de las huertas de las respectivas jurisdicciones.

Resultados

1. Lotes urbanos existentes en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, Perú

1.1. En las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales juntos hay 47 000 lotes urbanos; de los cuales, el 45 % está en Tarapoto (21 000), 34 % en La Banda de Shilcayo (16000) y 21 % en Morales (10 000); mientras que, en España, se estima que existen más de 20 huertos urbanos⁽²⁰⁾. La superficie promedio conjunta de una huerta de los lotes urbanos de las tres ciudades es 56 metros cuadrados (m²); siendo las huertas de Tarapoto de 41 m², de La Banda de Shilcayo 77 m² y de Morales 50 m². La suma de las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, es de 258 has; de las cuales, el 33 % corresponde a Tarapoto (85 has); el 48 % a La Banda de Shilcayo (123 has) y el 19 % a Morales (50 has) (tabla 1).

Tabla 1. Lotes urbanos existentes en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	N° lotes urbanos	%	Área promedio de huertas (M ²)	Área total de huertas (has)	% de distrito
Tarapoto	21000	45	41	85.18	33

La Banda de Shilcayo	16000	34	77	123.31	48
Morales	10000	21	50	50.00	19
Total -promedio	47000	100	56	258.50	100

1.2. La calidad del suelo es uno de los tres componentes de la calidad ambiental, junto con la calidad del agua y el aire ⁽²²⁾. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto y de La Banda de Shilcayo tienen clase textural franca arenosa; y, el suelo de las huertas de los lotes urbanos de Morales es, franca arcillosa arenosa. La textura dominante de los suelos fue franco arcilloso arenoso y franco arenoso ⁽²⁰⁾. El 55 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto es arena; el 18 % arcilla; y, el 28 % limo. El 53 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo es arena; el 19 % arcilla; y, el 28 % limo. El 48 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Morales es arena; el 32 % arcilla; y, el 20 % limo (tabla 2).

Tabla 2. Clase textural, arena, arcilla y limo de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	% arena	% arcilla	% limo	Clase textural
Tarapoto	55	18	28	Franco arenoso
La Banda de Shilcayo	53	19	28	Franco arenoso
Morales	48	32	20	Franco arcilloso arenoso
Promedio	52	23	25	

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024.

1.3. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen pH 7,8; de La Banda de Shilcayo pH 7,5; de Morales pH 7,3 (promedio pH 7,5). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 216,56 $\mu\text{S/cm}$ de Conductividad eléctrica (CE); de La Banda de Shilcayo 242,4 $\mu\text{S/cm}$ de Conductividad eléctrica (CE); de Morales 195 $\mu\text{S/cm}$ de Conductividad eléctrica (CE) (promedio 218 $\mu\text{S/cm}$). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 2,05 % de materia orgánica; de La Banda de Shilcayo 1,9 % de materia orgánica; de Morales 2,3 % de materia orgánica (promedio 2,1 %). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,5 t/m^3 de densidad aparente (DA); de La Banda de Shilcayo 1,44 t/m^3 de densidad aparente (DA); de Morales 1,4 t/m^3 de densidad aparente (DA) (promedio 1,4 t/m^3). “Las densidades aparentes del suelo fueron significativamente mayores en los paisajes más nuevos ($1,7 \text{ g cm}^{-3}$) en comparación con suelos urbanos más antiguos ($1,4 \text{ g cm}^{-3}$) ⁽²⁴⁾ (tabla 3).

Tabla 3. pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y densidad aparente de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	pH	Conductividad eléctrica (CE) $\mu\text{S/cm}$	Materia orgánica %	Densidad aparente (DA) t/m^3
Tarapoto	7,6	216,6	2,1	1,5

La Banda de Shilcayo	7,5	242,4	1,9	1,4
Morales	7,3	195,2	2,3	1,4
Promedio	7,5	218	2,1	1,4

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024.

1.4. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen 0,1 % de nitrógeno (promedio N 0,1 %). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 12,3 ppm de P₂O₅; de La Banda de Shilcayo 10,2 ppm de P₂O₅; de Morales 11,3 ppm de P₂O₅ (promedio 11,2 ppm de P₂O₅). Los suelos urbanos más antiguos tenían significativamente más fósforo extraíble, P Bray débil (24%), P Bray fuerte (51%) y K (45%) que los suelos urbanos más nuevos ⁽²⁴⁾. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 160,2 ppm de K₂O; de La Banda de Shilcayo 145,2 ppm de K₂O; de Morales 152,3 ppm de K₂O (promedio 152,6 ppm de K₂O). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,2 % de carbono orgánico; de La Banda de Shilcayo 1,1 % de carbono orgánico; de Morales 1,4 % de carbono orgánico (promedio 1,2 % de carbono orgánico. (tabla 4).

Tabla 4. Nitrógeno, fósforo y potasio de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio ppm	Carbono orgánico %
Tarapoto	0,1	12,3	160,2	1,2
La Banda de Shilcayo	0,1	10,2	145,2	1,1
Morales	0,1	11,3	152,3	1,4
Promedio	0,1	11,2	152,6	1,2

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

1.5. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 17 meq/100g de capacidad de intercambio catiónico (CIC); de La Banda de Shilcayo 14 meq/100g; de Morales 14 meq/100g (promedio 15 meq/100g). Las fracciones de arcilla y limo fino fueron responsables del 76 % – 90 % de la CIC del suelo a pH 5,8. La contribución de la fracción de limo fino a la CIC a pH 5,8 varió del 35 % al 50 %, lo que destacó la importancia de la fracción de limo fino para las propiedades fisicoquímicas del suelo ⁽²⁶⁾. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 14,6 meq/100g de catión cambiante de calcio; de La Banda de Shilcayo 12 meq/100g de catión cambiante de calcio; de Morales 12,3 meq/100g de catión cambiante de calcio (promedio 13 meq/100g de catión cambiante de calcio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 1,6 meq/100g de catión cambiante de magnesio; de La Banda de Shilcayo 1,1 meq/100g de catión cambiante de magnesio; de Morales 1,1 meq/100g de catión cambiante de magnesio (promedio 1,3 meq/100g de catión cambiante de magnesio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, de La Banda de Shilcayo y de Morales, tienen 0,4 meq/100g de catión cambiante de potasio cada uno

(promedio 0,4 meq/100g de catión cambiante de potasio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 0,3 meq/100g de catión cambiante de sodio; de La Banda de Shilcayo 0,2 meq/100g de catión cambiante de sodio; de Morales 0,2 meq/100g de catión cambiante de sodio (promedio 0,2 meq/100g de catión cambiante de sodio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, de La Banda de Shilcayo y de Morales, tienen 100 % de saturación de bases (tabla 5).

Tabla 5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes cambiables, porcentaje de saturación de bases de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Catión cambiante calcio (meq/100g)	Catión cambiante magnesio (meq/100g)	Catión cambiante potasio (meq/100g)	Catión cambiante sodio (meq/100g)	Porcentaje de saturación de bases %
Tarapoto	17	14,6	1,6	0,4	0,3	100
La Banda de Shilcayo	14	12,4	1,1	0,4	0,2	100
Morales	14	12,3	1,1	0,4	0,2	100
Promedio	15	13,1	1,3	0,4	0,2	100

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

1.6. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto ostentan 1,2 % de carbono orgánico (CO); de La Banda de Shilcayo 1,1 % de CO; de Morales 1,4 % de CO. Promedio 1,2 % de CO. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,5 t/M3 de densidad aparente (DA); de La Banda de Shilcayo 1,4 t/m³ de DA; de Morales 1,4 t/m³ de DA. Promedio 1,4 t/m³ de DA. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 6,2 cm de profundidad; de La Banda de Shilcayo 5 cm de profundidad; de Morales 7,7 cm de profundidad. Promedio 6,2 cm de profundidad. Las capas arables de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto pesan 891,8 t ha⁻¹; de La Banda de Shilcayo pesan 696 t ha⁻¹; de Morales pesan 1038 t ha⁻¹. Promedio 875 t ha⁻¹. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto ostentan 11 t ha⁻¹ de carbono; de La Banda de Shilcayo 8 t ha⁻¹ de carbono; de Morales 14 t ha⁻¹ de carbono. Promedio 11 t ha⁻¹ de carbono. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 904 t de carbono; de La Banda de Shilcayo 970 t de carbono; de Morales 701 t de carbono. Total, de las tres ciudades 2 575 t de carbono. La correlación entre peso de la capa arable (PCA) y densidad aparente (DA) muestra el coeficiente de Pearson alto negativo de - 0.8; lo cual indica, una fuerte correlación negativa. Esto significa que, en general, a medida que aumenta la densidad aparente del suelo, el peso de la capa arable tiende a disminuir, y viceversa. Estas dos variables están inversamente relacionadas de manera significativa. Una densidad aparente más alta puede estar asociada con una mayor compactación del suelo, lo que podría reducir la porosidad y, en consecuencia, afectar negativamente el peso de la capa arable debido

a la menor capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes en el suelo. La baja relación entre estas dos variables indica que, a mayor peso de la capa arable (PCA) hay menor densidad aparente (DA), o viceversa, debido a la relación peso y volumen de las partículas del suelo. En cambio, hay una correlación positiva extremadamente alta entre el peso de la capa arable (PCA) y la profundidad de suelo (cm) con coeficiente con 0.99, sugiere que, la profundidad del suelo es un factor determinante para el peso de la capa arable (tabla 6).

Tabla 6. Carbono en los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales (has) 2024

Ciudades	CO %	DA t/M ³	Profundidad cm	Peso capa arable t/ha ⁻¹	C t/ha	% C ciudades	C ciudades ha ⁻¹	total C ciudades t	% C por ciudades
Tarapoto	1,2	1,5	6,2	892	11	33	904	35	
La Banda de Shilcayo	1,1	1,4	5	696	8	24	970	38	
Morales	1,4	1,4	7,7	1038	14	43	701	27	
Total	4	4	19	2626	32	100	2575	100	
Promedio	1,2	1,4	6,2	875	11				

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

2. Biomosas de las huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

2.1. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 12 517 kg de hierba en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 73 % (9 086 kg), La Banda de Shilcayo el 12 % (1 447 kg) y Morales el 16 % (1 984 kg). El 44 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene hierbas; el 29 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene hierbas; el 10 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene hierbas. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 107 kg PS de hierbas por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 12 kg PS de hierbas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 40 kg PS de hierbas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 53 kg PS de hierbas por hectárea. (tabla 7).

Tabla 7. Hierbas en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Hierbas PS ciudad kg	%	% huertas con hierbas	PS prom hierbas ha kg
Tarapoto	9086	73	44	107
La Banda de Shilcayo	1447	12	29	12
Morales	1984	16	10	40
Total	12517	100		53

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

2.2. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 104827 kg de hojarascas en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 37 % (38 506 kg), La Banda de Shilcayo el 34 % (35 745 kg) y Morales el 29 % (30 576 kg). El 88 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene hojarascas; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene hojarasca; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene hojarasca. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 452 kg PS de hojarasca por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 290 kg PS de hojarasca por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 612 kg PS de hojarascas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 451 kg PS de hojarasca por hectárea (tabla 8).

Tabla 8. Hojarascas en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Hojarascas ciudad kg	PS %	% huertas con PS hojarasca	promedio hojarasca ha kg
Tarapoto	38506	37	88	452
La Banda de Shilcayo	35745	34	100	290
Morales	30576	29	100	612
Total	104827	100		451

2.3. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 24 217 kg de mantillo en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 27 % (6 506 kg), La Banda de Shilcayo el 49 % (11 871 kg) y Morales el 24 % (5 840 kg). El 88 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene mantillo; el 93 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene mantillo; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene mantillo. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 76 kg PS de mantillo por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 117 kg PS de mantillo por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea (tabla 9).

Tabla 9. Mantillo en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Mantillo ciudad kg	PS %	% huertas con PS mantillo	promedio mantillo ha kg
Tarapoto	6506	27	88	76
La Banda de Shilcayo	11871	49	93	96
Morales	5840	24	100	117
Total	24217	100		96

2.4. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 45 307 kg de raíces en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 26 % (11 848 kg); La Banda de Shilcayo el 41 % (18 546 kg) y Morales el 33 % (14 912 kg). El 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene raíces; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene raíces; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene raíces. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 139 kg PS de raíces por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 150 kg PS de raíces por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 298 kg PS de

raíces por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 196 kg PS de raíces por hectárea (tabla 10).

Tabla 10. Raíces en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Raíces ciudad kg	PS %	% huertas con raíces	PS promedio raíces ha kg
Tarapoto	11848	26	100	139
La Banda de Shilcayo	18546	41	100	150
Morales	14912	33	100	298
Total	45307	100		196

2.5. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 72 688 kg de lombrices en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 100 % (72 688 kg). El 6 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene lombrices. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 853 kg PS de lombrices por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 284 kg PS de lombrices por hectárea (tabla 11).

Tabla 11. Lombrices en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Lombrices ciudad kg	PS %	% huertas con lombrices	PS promedio lombrices ha kg
Tarapoto	72688	100	6	853
La Banda de Shilcayo	0	0	0	0
Morales	0	0	0	0
Total	72688	100		284

2.6. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 15269 t de árboles frutales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 17 % (2 662 t); La Banda de Shilcayo el 20 % (3 014 t) y Morales el 63 % (9 593 t). El 63 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene árboles frutales; el 71 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene árboles frutales; el 90 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene árboles frutales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 31 t PS de árboles frutales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 24 t PS de árboles frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 192 t PS de árboles frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las

tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 83 t PS de árboles frutales por hectárea (tabla 12). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m² en promedio, en donde existen 1,8 árboles frutales (368 árboles frutales por hectárea), de 21,63 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m² en promedio, en donde existen 1,6 árboles frutales (401 árboles frutales por hectárea), de 24,31 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m² en promedio, en donde existen 2,3 árboles frutales (509 árboles frutales por hectárea), de 33,24 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m², en donde existen 1,9 árboles frutales (426 árboles frutales por hectárea), de 26,4 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 13).

Tabla 12. Árboles frutales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Árboles frutales PS ciudad t	%	% huertas con árboles frutales	Árboles frutales PS prom ha t
Tarapoto	2662	17	63	31
La Banda de Shilcayo	3014	20	71	24
Morales	9593	63	90	192
Total	15269	100		83

Tabla 13. Número de árboles frutales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° árboles huerta	N° árboles ha	DAP cm	M2 huerta
1.8	368.4	21.63	41
1.6	401.0	24.31	77
2.3	509.2	33.24	50
1.9	426.2	26.4	56

2.7. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 514 t de arbustos frutales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 43 % (219 t); La Banda de Shilcayo el 40 % (204 t) y Morales el 18 % (91 t). Los árboles jóvenes con diámetro de 2 a 9,9 cm registraron 390,4 toneladas con un rango entre caseríos de 3,9 a 12,9 toneladas ha⁻¹ y la media por caserío de 9,5 ± 3,7 toneladas/ha (38). El 94 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene arbustos frutales; el 86 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene arbustos frutales; el 80 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene arbustos frutales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 3 t PS de arbustos frutales

por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea (tabla 14). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m² en promedio, en donde existen 3 arbustos frutales (1299 arbustos frutales por hectárea), de 4,56 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m² en promedio, en donde existen 2,5 arbustos frutales (829 arbustos frutales por hectárea), de 4,96 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m² en promedio, en donde existen 2,4 arbustos frutales (854 arbustos frutales por hectárea), de 5,8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m², en donde existen 2,6 arbustos frutales (994 arbustos frutales por hectárea), de 5,1 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 15).

Tabla 14. Arbustos frutales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Arbustos frutales PS ciudad t	%	% huertas con arbustos frutales	PS prom arbustos frutales ha t
Tarapoto	219	43	94	3
La Banda de Shilcayo	204	40	86	2
Morales	91	18	80	2
Total	514	100		2

Tabla 15. Número de arbustos frutales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° arbustos huerta	N° arbustos ha	DAP cm	M ² huerta
3.0	1298.9	4.56	41
2.5	828.8	4.96	77
2.4	854.2	5.82	50
2.6	994.0	5.1	56

2.8. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 1 293 t de árboles forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 42 % (537 t); La Banda de Shilcayo el 8 % (101 t) y Morales el 51 % (655 t). El 44 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene árboles forestales; el 21 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene árboles forestales; el 50 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene árboles forestales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 6 t

PS de árboles forestales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 1 t PS de árboles forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 13 t PS de árboles forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 7 t PS de árboles forestales por hectárea (tabla 16). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m² en promedio, en donde existen 1,3 árboles frutales (149 árboles frutales por hectárea), de 16,5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m² en promedio, en donde existe 1 árbol frutal (22 árboles frutales por hectárea), de 17 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m² en promedio, en donde existen 1,2 árboles frutales (173 árboles frutales por hectárea), de 23,9 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m², en donde existen 1,2 árboles frutales (115 árboles frutales por hectárea), de 19 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 17).

Tabla 16. Árboles forestales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Árboles forestales PS ciudad t	%	% huertas con árboles forestales	Árboles forestales PS promedio ha t
Tarapoto	537	42	44	6
La Banda de Shilcayo	101	8	21	1
Morales	655	51	50	13
Total	1293	100		7

Tabla 17. Número de árboles forestales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° huerta	N° árboles	N° árboles ha	DAP cm	M ² huerta
1.3	149		16,5	41
1.0	22		17,2	77
1.2	173		23,9	50
1.2	115		19,2	56

2.9. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 411 t de arbustos forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 46 % (187 t); La Banda de Shilcayo el 48 % (198 t) y Morales el 6 % (26 t). El 94 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene arbustos forestales; el 79 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene arbustos forestales; el 60 % de las huertas de los lotes urbanos de

Morales tiene arbustos forestales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 2 t PS de arbustos forestales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 2 t PS de arbustos forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 1 t PS de arbustos forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 1 t PS de arbustos forestales por hectárea (tabla 18). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m² en promedio, en donde existen 2,8 arbustos forestales (1 157 arbustos forestales por hectárea), de 4,7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m² en promedio, en donde existe 1,9 arbustos forestales (661 arbustos forestales por hectárea), de 4,9 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m² en promedio, en donde existen 2,7 arbustos forestales (247 arbustos forestales por hectárea), de 4,7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m², en donde existen 2,5 arbustos forestales (688 arbustos forestales por hectárea), de 4,8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 19).

Tabla 18. Arbustos forestales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Arbustos forestales ciudad t	PS %	% huertas con arbustos forestales	Arbustos forestales PS promedio ha t
Tarapoto	187	46	94	2
La Banda de Shilcayo	198	48	79	2
Morales	26	6	60	1
Total	411	100		1

Tabla 19. Número de arbustos forestales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° arbustos huerta	N° arbustos ha	DAP cm	m ² huerta
2.8	1156.6	4.71	41
1.9	661.1	4.87	77
2.7	246.7	4.74	50
2.5	688.1	4.8	56

2.10. La biomasa de las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, pesa en seco 17 746 t; de la cual, Tarapoto genera el 21 % (3 774 t

PS); La Banda de Shilcayo el 20 % (3 584 t PS), y Morales el 59 % (10 418 t PS). Los componentes que conforman la biomasa en las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, son nueve (9): hierba, hojarasca, mantillo, raíces, lombrices, árboles frutales, arbustos frutales, árboles forestales, arbustos forestales. El componente que genera mayor cantidad de biomasa es el árbol frutal (86 %), El componente que genera menor cantidad de biomasa es la hierba (0,07 %). La correlación de Pearson entre carbono orgánico del suelo (CO %) y peso seco de biomasa de $-0,34$, indica una correlación negativa débil, significa que, en general, a medida que el contenido de carbono orgánico en el suelo aumenta, el peso seco de la biomasa tiende a disminuir ligeramente, y viceversa. Sugiere que, aunque existe una tendencia a la relación inversa entre estas dos variables, no es muy fuerte, ni necesariamente consistente. Podría indicar que, en ciertos suelos, un mayor contenido de carbono orgánico no se traduce directamente en un mayor peso seco de la biomasa, posiblemente debido a otros factores limitantes en el suelo o en las condiciones de crecimiento que influyen en la producción de biomasa. Mientras hay una relación entre el carbono orgánico y la biomasa, no es lo suficientemente fuerte como para ser un predictor confiable del peso seco de la biomasa, solo con base en el contenido de carbono orgánico del suelo. Por su parte, la correlación entre el peso seco de hierbas y peso seco de árboles es baja de $-0,44$, indica una correlación negativa moderada, significa que, en términos generales, cuando el peso seco de las hierbas aumenta, el peso seco de los árboles tiende a disminuir, y viceversa. Puede haber cierta competencia entre hierbas y árboles por recursos limitados como luz, agua y nutrientes. A medida que las hierbas se desarrollan y acumulan más biomasa, es posible que los árboles en el mismo entorno no logren desarrollar tanto peso seco, quizás debido a la competencia por estos recursos esenciales. O también indica que, a mayor peso seco de árboles menor será el peso seco de hierbas, debido a que los árboles tienen la capacidad de absorber mayor los nutrientes; y a la vez, hay marcada competencia contra las hierbas, a causa de la sombra de su follaje que, induce menor desarrollo, por ende, menor peso seco de hierbas (tabla 3). La correlación de Pearson entre la profundidad del suelo (cm) y el peso seco de la biomasa tiene coeficiente $-0,13$, indica una correlación negativa muy débil, significa que, a medida que la profundidad del suelo aumenta, el peso seco de la biomasa tiende a disminuir ligeramente, y viceversa. La relación entre las dos variables es mínima y que hay poca o ninguna tendencia clara de que una variable afecte significativamente a la otra. Es probable que la profundidad del suelo no sea un factor determinante en el peso seco de la biomasa. Existen otros factores: calidad del suelo, disponibilidad de nutrientes, especies de plantas, condiciones climáticas, entre otros, podrían tener un impacto mucho más significativo. Los cambios en la profundidad del suelo no predicen de manera consistente modificaciones en el peso seco de la biomasa. La correlación de Pearson entre densidad aparente (DA) del suelo y el peso seco de biomasa de $0,64$, indica una

correlación positiva moderada a fuerte, significa que, en general, a medida que la densidad aparente del suelo aumenta, también tiende a aumentar el peso seco de la biomasa. Sugiere que, una mayor densidad aparente del suelo está asociada con una mayor cantidad de biomasa seca. Podría deberse a que, los suelos más densos, generalmente menos porosos, pueden tener ciertas características que favorecen la retención de nutrientes o el apoyo físico necesario para el crecimiento de la biomasa, dependiendo del tipo de vegetación y condiciones específicas. Aunque también, una densidad muy alta puede ser perjudicial, limitando la infiltración de agua y el crecimiento de las raíces. Entonces, la interpretación podría variar según las condiciones específicas del suelo y las plantas involucradas (tabla 20).

Tabla 20. Biomasa en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Biomasa, componentes	Tarapoto PS t	La Banda de Shilcayo PS t	Morales PS t	Total, PS t	% PS
Hierbas	9	1	2	13	0.07
Hojarasca	39	36	31	105	0.59
Mantillo	7	12	6	24	0.14
Raíces	12	19	15	45	0.26
Lombrices	73	0	0	73	0.41
Árboles frutales	2662	3014	9593	15269	86.04
Arbustos frutales	219	204	91	514	2.90
Árboles forestales	537	101	655	1293	7.28
Arbustos forestales	187	198	26	411	2.32
Total	3744	3584	10418	17746	100.00
Porcentaje	21	20	59		
Por ha	44	29	208	281	

3. Almacenamiento de carbono en las huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

3.1. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, almacenan 10 561 t de carbono; el 76 % (7 982 t) corresponde a biomasa y 24 % al suelo (2 575 t). La ciudad de Tarapoto almacena el 25 % (2 589 t); La Banda de Shilcayo almacena el 24 % (2 583 t); Morales almacena el 51 % (5 389 t). La correlación entre área total de las huertas de los lotes urbanos (ha) y carbono total es -0,96, indica una correlación negativa muy fuerte. Esto significa que, a medida que aumenta el área total del terreno, el carbono total almacenado en la biomasa y el suelo tiende a disminuir significativamente. Los terrenos más pequeños podrían estar manejados de manera más intensiva o con técnicas que, maximicen el almacenamiento de carbono, como la

agroforestería o cultivos de alta densidad. En cambio, terrenos más grandes podrían no estar tan intensamente manejados o podrían incluir áreas con menos cobertura vegetal, reduciendo el carbono total. Esta correlación negativa muy fuerte sugiere que, el tamaño del terreno tiene un impacto considerable en la cantidad de carbono almacenado, posiblemente debido a las diferencias en el manejo del suelo y la vegetación entre terrenos de diferentes tamaños. La suma de carbono almacenado en una hectárea de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 159 t de carbono (promedio 53 t C ha⁻¹). Una hectárea de huertas en Tarapoto almacena 30 t de C, en La Banda de Shilcayo una hectárea huertas almacena 21 t de C, en Morales una hectárea de huertas urbanas almacena 108 t de C. La suma de carbono almacenado de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 2,7 t de carbono (promedio 0,3 t C huerta⁻¹). Una huerta en Tarapoto almacena 0,12 t de C, en La Banda de Shilcayo una huerta almacena 0,16 t de C, en Morales una huerta urbana almacena 0,5 t de C (tabla 21).

Tabla 21. Almacenamiento de carbono (biomasa y suelo) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	C biomasa t	C suelo t	Total, t	%	Áreas de huertas ha	C t ha	Áreas prom huertas ha	C t huerta
Tarapoto	1685	904	2589	25	85	30	0.004	0.12
La Banda de Shilcayo	1613	970	2583	24	123	21	0.008	0.16
Morales	4688	701	5389	51	50	108	0.005	0.54
Total	7986	2575	10561	100	258	159	0.017	2.67
Porcentaje	76	24	100			53	0.006	0.30

3.2. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, generan \$104236 del almacenamiento de 10 561 t de carbono. La ciudad de Tarapoto generaría \$25552 del almacenamiento de 2589 t de carbono. La Banda de Shilcayo generaría \$25 495 del almacenamiento de 2 583 t de carbono. La ciudad de Morales generaría \$53 189 del almacenamiento de 5 389 t de carbono (tabla 22).

Tabla 22. Valoración económica (\$) del almacenamiento de carbono (biomasa y suelo) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Carbono t	Valor \$/t *	Total \$
Tarapoto	2589	9.87	25552
La Banda de Shilcayo	2583	9.87	25495
Morales	5389	9.87	53189
Total	10561		104236

Nota: * <https://es.linkedin.com/pulse/evidencia-de-precios-diferenciados-en-el-mercado-2023-lic-ronny>

Discusión

El mundo se está convirtiendo rápidamente en un lugar urbano; pues, se espera que, casi dos tercios de la población mundial viva en áreas urbanas en el 2025 (14). Los huertos son un componente importante del paisaje, especialmente en la ribera del río Bogacay (21). La calidad del suelo es uno de los tres componentes de la calidad ambiental, junto con la calidad del agua y el aire (22).

Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto y de La Banda de Shilcayo tienen clase textural franca arenosa, al igual que la textura dominante de los suelos fue franco arcilloso arenoso y franco arenoso de las huertas ⁽²⁰⁾. Además, las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales juntos hay 47000 lotes urbanos; de los cuales, el 45 % está en Tarapoto (21 000), 34 % en La Banda de Shilcayo (16 000) y 21 % en Morales (10 000); mientras que, en España, se estima que existen más de 20 huertos urbanos ⁽²⁰⁾; por otro lado, en España el pH fue en general alto, entre 7,9 y 8,4, claramente carbonatado, siendo el Ca en general el catión intercambiable dominante (20), mientras que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen pH de 7,8; de La Banda de Shilcayo pH 7,5; de Morales pH de 7,3 (promedio pH = 7,5).

La materia orgánica del suelo (MOS) es fundamental para el desarrollo sostenible de agroecosistemas intensivos como los sistemas de producción de huertos ⁽²³⁾, es así que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 2,1 % de MOS. El contenido de carbono orgánico del suelo (SOC) fueron significativamente más altos en las áreas urbanas en comparación con las áreas no urbanas (3,3 sobre 2,7 %) ⁽²⁵⁾, por el contrario, el área de estudio estima 1,2 %. Lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 1,4 t/m³ de DA, mientras que, los suelos urbanos de Gran Bretaña, eran de alta calidad: baja densidad aparente (0,9 g cm⁻³) y alta concentración y densidad de carbono orgánico en el suelo (58 mg/g y 58 mg/cm³ la producción hortícola. La concentración de carbono orgánico en el suelo de las parcelas fue un 250 % mayor que en las tierras cultivables y hortícolas circundantes ⁽²⁷⁾.

Un suelo más profundo, generalmente puede almacenar más materia orgánica y nutrientes, lo que contribuye a un mayor peso de la capa arable. Sin embargo, ocurre también que la mayoría de los suelos han perdido horizontes de suelo naturales con características morfológicas de materiales de relleno, como estructura deficiente y estratificación artificial ⁽²⁸⁾, mientras que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales ostentan una profundidad promedio 6,2 cm. Por otro lado, Morales, Tarapoto y La Banda de Shilcayo tienen en promedio 53 kg PS de hierbas por hectárea, muy similar, a la biomasa más alta en 2013 el 3 de mayo (47,05 g

g/m²), y la más baja el 30 de octubre de 2015 (4,69 g/m²)⁽²⁹⁾. Las decisiones de gestión afectan a la vegetación urbana y podrían usarse para guiar la planificación futura de los espacios verdes urbanos en Haikou⁽³⁰⁾.

En los bosques urbanos, un proceso ecosistémico clave es la descomposición de la hojarasca, que es impulsada por la calidad de la hojarasca y la composición de la fauna de hojarasca⁽³¹⁾. El aumento de la producción de biomasa con abundante retención de residuos es crucial para mejorar la calidad del suelo, estabilizar el alto rendimiento y las ganancias económicas, lo que respalda la hipótesis ecológica del "sistema de cultivo de alta biomasa"⁽³²⁾. Un dato importante encontramos en las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, que tienen en promedio 451 kg PS de hojarasca por hectárea. Asimismo, el mantillo mejora la salud del suelo y las funciones a través de las cuales se puede restaurar la degradación del suelo⁽³³⁾, la realidad del estudio no está lejos, por ejemplo, Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea.

En cuanto a la variación en la biomasa y distribución de las raíces también puede explicarse por las diferencias en el entorno del suelo y las posiciones topográficas⁽³⁴⁾. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 196 kg PS de raíces por hectárea. En cambio, a nivel mundial, la distribución de biomasa de raíces y brotes es una estrategia adaptativa clave para que las plantas de los ecosistemas terrestres mejoren su capacidad de secuestro de carbono⁽³⁵⁾. La eficiencia de la descomposición de los residuos orgánicos durante el vermi compostaje se ve afectada directamente por la biomasa y la estructura poblacional de las lombrices de tierra⁽³⁶⁾. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 284 kg PS de lombrices por hectárea. En ese sentido, los efectos directos de la presencia de lombrices en las plantas disminuyen durante la sucesión debido a los efectos acumulativos de la actividad de las lombrices en las condiciones del suelo⁽³⁷⁾. La biomasa total de árboles con diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm ascendió a 1 081,7 toneladas, varió entre caseríos de 10,1 a 66,7 toneladas ha⁻¹ y la media por caserío de $26,4 \pm 9,9$ toneladas/ha⁽³⁸⁾, es así que, las huertas de los lotes urbanos estudiados tienen en promedio 1,9 árboles frutales (426 árboles frutales por hectárea), de 26,4 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).

Por su parte, el secuestro total de CO₂ en forma de reservas de carbono fue de 18 769,46 Mg C/ha, siendo *Manilkara hexandra* (1 239,20 Mg C/ha), *Ficus benghalensis* (1072,24 Mg C/ha), *Kigelia pinnata* (989,89 Mg C/ha) y *Lagerstroemia floribunda* (716,88 Mg C/ha) los principales contribuyentes⁽⁶⁾, a su vez, las huertas de los lotes urbanos estudiados, en conjunto, ostentan 1 293 t de árboles forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 42 % (537 t); La Banda de

Shilcayo el 8 % (101 t) y Morales el 51 % (655 t). La productividad de los árboles urbanos es un componente clave de la energía de los ecosistemas urbanos y se ha identificado como una posible vía para reducir las concentraciones globales de gases de efecto invernadero ⁽⁴⁾. Los usos de suelo urbano contenían menos de la mitad de la biomasa de las extensiones forestales adyacentes con una densidad de biomasa media a nivel de parcela de $33,5 \pm 8,0$ Mg C/ha ⁽³⁹⁾. La biomasa de las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, pesa en seco 17 746 t. Sobre la base de un rendimiento anual de 10 Mg (megagramo=t)/ha de materia seca, se estima que se podrían recolectar 164 millones de Mg de material de biomasa seca en los EE. UU. de áreas urbanas plantadas ⁽⁴⁰⁾. Pues, algunos sistemas agroforestales basados en frutas en los trópicos secuestran entre 1,5 y 3,5 Mg C/ha año ⁻¹ equivalente a 5,5 a 13 Mg de CO₂ eq/ha año ⁻¹ ^{[38] (41)}. Las reservas totales de carbono sobre el suelo fueron de 540,9 toneladas para los árboles con un rango entre caseríos de 5,1 a 33,4 toneladas/ha, y una media por caserío de $13,2 \pm 4,9$ toneladas/ha ⁽³⁸⁾. El componente que genera menor cantidad de biomasa es la hierba (0,07 %). Con respecto a los árboles forestales, en la gestión de la silvicultura urbana, dos operaciones principales pueden proporcionar grandes cantidades de biomasa de madera: la tala y la poda de árboles ⁽⁴²⁾.

El conocimiento sobre la capacidad de los árboles y los suelos para almacenar carbono en los parques urbanos, especialmente en las latitudes septentrionales, es escaso ⁽⁴³⁾. El almacenamiento de carbono sobre y bajo el suelo para Noida es de 23,95 t/ha. El almacenamiento de carbono en la ciudad aumentó entre 2011 y 2019 en aproximadamente un 67% ⁽⁴⁴⁾. Las áreas urbanas aportan menos del 3 % de la superficie terrestre mundial, pero son responsables del 78 % de las emisiones de carbono, del 60 % del uso residencial de agua y del 76 % de la madera utilizada para fines industriales. Singh y otros, 2010) ⁽¹⁴⁾. El elevado nivel de gases de efecto invernadero (GEI) y, en especial, de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera exige la adopción urgente de medidas para el secuestro de carbono con el fin de mitigar el cambio climático ^{[5] (41)}. La suma de carbono almacenado de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 2,7 t de carbono (promedio 0,3 t C huerta⁻¹). En Gran Bretaña, de hecho, las parcelas albergan una pequeña reserva de carbono que antes no se contabilizaba a nivel nacional. Las tierras urbanas para la horticultura son una parte vital del paisaje urbano con suelos que funcionan de manera eficaz y que deben protegerse ⁽²⁷⁾. Los bosques urbanos tenían diferentes métricas del paisaje entre los distintos tipos de bosques, distritos administrativos y gradientes urbano-rurales; y que, estas diferencias estaban estrechamente asociadas con el secuestro de carbono forestal en la biomasa y los suelos ⁽⁴⁵⁾. Sin embargo, la eficiencia del secuestro de carbono por parte de los diferentes cultivos frutales y sus sistemas de manejo puede variar debido a sus

patrones de crecimiento y desarrollo, comportamiento fisiológico, acumulación de biomasa y factores ambientales ⁽⁴⁶⁾.

El almacenamiento y secuestro de carbono es uno de los servicios más importantes que brindan los ecosistemas forestales, las herramientas más poderosas para la mitigación y adaptación al cambio climático ⁽⁴⁷⁾. Las reservas totales de carbono, el secuestro de CO₂ y los créditos de carbono para los siete tratamientos variaron de 16,57 a 64,6 t ha⁻¹, 60,8 a 237,3 t ha⁻¹ y 3 040,8 a 11 863,9 US\$ ha⁻¹, respectivamente ⁽⁴⁸⁾. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, generan \$10 4236 del almacenamiento de 10 561 t de carbono. Los resultados pueden contribuir al desarrollo de una bioeconomía circular para el biocarbón y la biomasa de huertos en la región de estudio y en otras partes del mundo ⁽⁴⁹⁾.

Conclusiones

- La superficie promedio conjunta de una huerta de los lotes urbanos de las tres ciudades es 56 metros cuadrados (m²); siendo las huertas de Tarapoto de 41 m², de La Banda de Shilcayo 77 m² y de Morales 50 m .
- La suma de las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, es de 258 has; de las cuales, el 33 % corresponde a Tarapoto (85 has); el 48 % a La Banda de Shilcayo (123 has) y el 19 % a Morales (50 has).
- La biomasa promedio general en peso seco es 17 746 t. La correlación de Pearson entre carbono orgánico (CO %) y peso seco de biomasa es de - 0,3, negativa débil.
- El 76 % del carbono es de biomasa; y, el 24 % del suelo, generando \$10 4236, de 10 561 t de carbono.

Contribuciones de autor: Conceptualización, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Jorge Max Navarro-Reátegui; metodología, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; software, Jorge Max Navarro- Reátegui; validación, Ana Noemí Sandoval-Vergara, Karla Luz Mendoza-López y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; análisis formal, X.X.; investigación, Luis Alberto Ordóñez Sánchez; recursos, Jorge Max Navarro- Reátegui; curación de datos, Karina Milagros Ordóñez Ruiz; Escritura: preparación del borrador original, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Jorge Max Navarro-Reátegui; Redacción: revisión y edición, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; visualización, Karina Milagros Ordóñez Ruiz; supervisión, Luis Alberto Ordóñez Sánchez; administración de proyectos, Jorge Max Navarro- Reátegui; adquisición de financiación, Jorge Max Navarro- Reátegui.

Financiación: "Esta investigación no recibió financiación externa".

Declaración del Comité de Revisión Institucional: "No corresponde".

Declaración de consentimiento informado: "No corresponde"

Conflictos de interés: "Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés".

Referencias

1. Ritchie H, Samborska V, Roser M. Urbanization. Our World Data [Internet]. 23 de febrero de 2024 [citado 4 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://ourworldindata.org/urbanization>
2. Matiza C, Mutanga O, Peerbhay K, Odindi J, Lottering R. Assessing above-ground biomass in reforested urban landscapes using machine learning and remotely sensed data. *J Spat Sci.* mayo de 2024;0(0):1-27.
3. Kim J, Kang Y, Kim D, Son S, Kim EJ. Carbon Storage and Sequestration Analysis by Urban Park Grid Using i-Tree Eco and Drone-Based Modeling. *Forests.* abril de 2024;15(4):683.
4. Jenerette GD, Herrmann DL. A global synthesis of reported urban tree carbon production rates and approaches. *Front Ecol Evol* [Internet]. 10 de enero de 2024 [citado 13 de septiembre de 2024];11. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2023.1244418/full>
5. Timilsina N, Staudhammer CL, Escobedo FJ, Lawrence A. Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. *Landsc Urban Plan.* 1 de julio de 2014;127:18-27.
6. Sharma S, Hussain S, Kumar P, Singh A. Urban trees' potential for regulatory services in the urban environment: an exploration of carbon sequestration. *Environ Monit Assess.* 3 de mayo de 2024;196.
7. Bitew Sewagegn G, Fikir Abate D. Church Forests Diversity and Biomass Carbon Stock along Urbanization Continuum in Dangila District, Awi-Zone, Ethiopia. *Int J For Res.* 2024;2024(1):6635230.
8. Tran NS, Doan C. Above Ground Biomass and Carbon Sequestration of Urban Green Spaces in Danang City, Vietnam. *Asian J Biol.* 4 de mayo de 2024;20:1-8.
9. Atchadé AJ, Kanda M, Folega F, Diouf AA, Agbahoungba S, Dourma M, et al. Urban Flora Structure and Carbon Storage Potential of Woody Trees in Different Land Use Units of Cotonou (West Africa). *Urban Sci.* diciembre de 2023;7(4):106.
10. Arratia ALD, Ribeiro AP, Quaresma CC, Rodrigues EA, Lucca EF de, Camargo PB de, et al. Structure And Biomass Analysis Of Urban Vegetation In Squares Of Santa Cecília District, São Paulo, SP. *Rev Árvore.* 28 de septiembre de 2020;44:e4417.

11. Zhang Z, Gao X, Zhang S, Gao H, Huang J, Sun S, et al. Urban development enhances soil organic carbon storage through increasing urban vegetation. *J Environ Manage.* 15 de junio de 2022;312:114922.
12. Du J, Yu M, Cong Y, Lv H, Yuan Z. Soil Organic Carbon Storage in Urban Green Space and Its Influencing Factors: A Case Study of the 0–20 cm Soil Layer in Guangzhou City. *Land.* septiembre de 2022;11(9):1484.
13. Yang Guo, Jiatong Han, Haijun Bao, Yuzhe Wu, Liyin Shen, Xiangrui Xu, et al. A systematic analysis and review of soil organic carbon stocks in urban greenspaces. *Sci Total Environ.* 20 de octubre de 2024;948:174788.
14. Pradhan R, Sarkar B, Shukla G, Manohar. K A, Tamang M, . V, et al. Biomass carbon and soil nutrient status in urban green sites at foothills of eastern Himalayas: Implication for carbon management. *Curr Opin Environ Sustain.* 12 de junio de 2022;4:100168.
15. Shamsipour A, Heidari H, Avatefi R. Estimating of the climate effects of urban gardens with an emphasis on carbon sequestration in Shiraz, Iran. *Int J Environ Sci Technol.* 23 de noviembre de 2023;21.
16. Ordóñez-Ruiz KM, Ordóñez-Sánchez LA. Almacenamiento de biomasa y carbono en huertas urbanas de Yantaló, Perú. *Rev Amaz Cienc Ambient Ecológicas.* 20 de julio de 2022;1(2):e352-e352.
17. Hernández Vásquez E, Campos Ángeles GV, Enríquez del Valle JR, Rodríguez-Ortiz G, Velasco Velasco VA. Captura de carbono por Inga jinicuil Schlttdl: En un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Rev Mex Cienc For.* febrero de 2012;3(9):11-21.
18. Zavala W, Merino E, Peláez P. Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono. *Sci Agropecu.* octubre de 2018;9(4):493-501.
19. Ahmed N, Al-Mutairi KA. Earthworms Effect on Microbial Population and Soil Fertility as Well as Their Interaction with Agriculture Practices. *Sustainability.* enero de 2022;14(13):7803.
20. Dondini C, Úbeda X, Certini G, Francos M. Soil quality in the urban gardens of Barcelona (Spain). *J Soils Sediments.* 1 de abril de 2024;24(4):1652-64.
21. Erdogan R, Mansuroglu S, Oktay E. Importance of orchards in urban planning according to landscape management in Mediterranean: the case of Kon- yaalti region. 2013.
22. Simon T, Moretti M, Le Bayon RC, Mäder P, Zanetta A, Frey D, et al. Urban Soil Quality Assessment—A Comprehensive Case Study Dataset of Urban Garden Soils. *Front Environ Sci.* 13 de noviembre de 2018;6.

23. Fan Y, Zhang Y, Kalkhajeh YK, Hu W, Tian K, Yu D, et al. Effective indicators and drivers of soil organic matter in intensive orchard production systems. *Soil Tillage Res.* 1 de mayo de 2024;238:105999.
24. Scharenbroch BC, Lloyd JE, Johnson-Maynard JL. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. *Pedobiologia.* 1 de agosto de 2005;49(4):283-96.
25. Vasenev VI, Stoorvogel JJ, Vasenev II. Urban soil organic carbon and its spatial heterogeneity in comparison with natural and agricultural areas in the Moscow region. *CATENA.* 1 de agosto de 2013;107:96-102.
26. K Oorts, B Vanlauwe, R Merckx. Cation exchange capacities of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. *Agric Ecosyst Environ.* 1 de diciembre de 2003;100(2-3):161-71.
27. Dobson MC, Crispo M, Blevins RS, Warren PH, Edmondson JL. An assessment of urban horticultural soil quality in the United Kingdom and its contribution to carbon storage. *Sci Total Environ.* 10 de julio de 2021;777:146199.
28. Jim CY. Urban soil characteristics and limitations for landscape planting in Hong Kong. *Landsc Urban Plan.* 1 de mayo de 1998;40(4):235-49.
29. Rawlik K, Rawlik M, Jagodziński AM. Seasonal dynamics of herbaceous layer biomass and its contribution to annual net primary production in an oak–hornbeam forest. *For Ecol Manag.* 15 de septiembre de 2023;544:121195.
30. Zhang H, Nizamani MM, Padullés Cubino J, Guo LY, Zhou JJ, Wang HF. Spatiotemporal Variation of Urban Plant Diversity and above Ground Biomass in Haikou, China. *Biology.* 14 de diciembre de 2022;11:1824.
31. Meyer S, Rusterholz HP, Salamon JA, Baur B. Leaf litter decomposition and litter fauna in urban forests: Effect of the degree of urbanisation and forest size. *Pedobiologia.* 1 de noviembre de 2019;78:150609.
32. Kurmangozhinov A, Xue W, Li X, Zeng F, Sabit R, Tusun T. High biomass production with abundant leaf litterfall is critical to ameliorating soil quality and productivity in reclaimed sandy desertification land. *J Environ Manage.* 1 de junio de 2020;263:110373.
33. Bogunović I, Filipović V. Mulch as a nature-based solution to halt and reverse land degradation in agricultural areas. *Curr Opin Environ Sci Health.* 1 de agosto de 2023;34:100488.
34. Carvalho JI, Carayugan MB, Tran LTN, Hernandez JO, Youn WB, An JY, et al. Variation in Root Biomass and Distribution Based on the Topography, Soil Properties, and Tree Influence Index: The Case of Mt. Duryun in Republic of Korea. *Plants.* enero de 2024;13(10):1340.

35. Qi Y, Wei W, Chen C, Chen LD. Plant root-shoot biomass allocation over diverse biomes: A global synthesis. *Glob Ecol Conserv.* 1 de abril de 2019;18:e00606.
36. Zhou B, Chen Y, Zhang C, Li J, Tang H, Liu J, et al. Earthworm biomass and population structure are negatively associated with changes in organic residue nitrogen concentration during vermicomposting. *Pedosphere.* 1 de junio de 2021;31(3):433-9.
37. Mudrak O, Frouz J. Earthworms increase plant biomass more in soil with no earthworm legacy than in earthworm-mediated soil, and favour late successional species in competition. *Funct Ecol.* 2018;32(3):626-35.
38. Susanto D, Kartawinata K, Nisyawati. Carbon Potentials in Biomass of Fruit Trees in Home Gardens in the Bogor Regency, West Java. *J Trop Ethnobiol.* 22 de julio de 2021;4:118-29.
39. Briber BM, Hutyra LR, Reinmann AB, Raciti SM, Dearborn VK, Holden CE, et al. Tree Productivity Enhanced with Conversion from Forest to Urban Land Covers. *PLoS ONE.* 24 de agosto de 2015;10(8):e0136237.
40. Springer T. Biomass yield from an urban landscape. *Biomass Bioenergy.* 1 de febrero de 2012;37:82-7.
41. Sahoo UK, Nath AJ, Lalnunpuii K. Biomass estimation models, biomass storage and ecosystem carbon stock in sweet orange orchards: Implications for land use management. *Acta Ecol Sin.* 1 de febrero de 2021;41(1):57-63.
42. Biocca M, Gallo P, Sperandio G. Potential Availability of Wood Biomass from Urban Trees: Implications for the Sustainable Management of Maintenance Yards. *Sustainability.* enero de 2022;14(18):11226.
43. Linden L, Riikonen A, Setala H, Yli-Pelkonen V. Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban For Urban Green.* 1 de marzo de 2020;49:126633.
44. Richa Sharma, Lolita Pradhan, Kumari Maya, Producto Bhattacharya, Varun Narayan Mishra, Deepak Kumar. Tierra | Texto completo gratuito | Evaluacion espacio-temporal del almacenamiento de carbono urbano y su dinamica utilizando el modelo InVEST [Internet]. 2024 [citado 15 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/9/1387>
45. Lv H, Wang W, He X, Wei C, Xiao L, Zhang B, et al. Association of urban forest landscape characteristics with biomass and soil carbon stocks in Harbin City, Northeastern China. *PeerJ.* 29 de octubre de 2018;6:e5825.
46. Sharma S, Rana VS, Prasad H, Lakra J, Sharma U. Appraisal of Carbon Capture, Storage, and Utilization Through Fruit Crops. *Front Environ Sci* [Internet]. 2021 [citado 26 de agosto de 2023];9. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.700768>

47. Pache RG, Abrudan IV, Niță MD. Economic Valuation of Carbon Storage and Sequestration in Retezat National Park, Romania. *Forests*. enero de 2021;12(1):43.
48. Gupta H, Sanodiya P, Singh A, Dogra R. Land-use systems for biomass, carbon storage, and carbon credit: implications for climate change mitigation in subtropical pockets of Vindhyan region, India. *Biofuels Bioprod Biorefining*. 10 de julio de 2024;18:n/a-n/a.
49. Nematian M, Keske C, Ng'ombe JN. A techno-economic analysis of biochar production and the bioeconomy for orchard biomass. *Waste Manag*. 1 de noviembre de 2021; 135:467-77.

/ Received: [15 enero 2025] | Accepted: [12 febrero 2025] | Published: [15 marzo 2025] |

Citation: Ordóñez-Sánchez, L. Ordóñez-Ruiz, K., Sandoval-Vergara, A., Navarro- Reátegui, J., Mendoza-López, K. Almacenamiento de carbono en huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.14

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

15 Competencia comunicativa en la educación en el trabajo y profesionalización de estudiantes no hispanohablantes de Medicina***Communicative competence in education at work and professionalization of non-Spanish-speaking students of medicine***

Yadira Zayas Valiente¹, Sandra María Casas Gross^{2*}, Melba Alina Borges Toirac³

¹Universidad Ciencias Médicas Santiago de Cuba. Cuba. Facultad de Medicina No. 1;

yadira.zayas@infomed.sld.cu. <http://orcid.org/0000-0001-6466-6387>

²Universidad Ciencias Médicas Santiago de Cuba. Cuba. Facultad de Medicina No. 1;

sandra.casas@infomed.sld.cu <https://orcid.org/0000-0002-8478-5727>

³Universidad Ciencias Médicas Santiago de Cuba. Cuba. Facultad de Estomatología;

melba.lina@infomed.sld.cu <https://orcid.org/0000-0002-9624-5787>

* Correspondence: sandra.casas@infomed.sld.cu

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.15

Resumen

El desarrollo de la competencia comunicativa resulta vital para la formación del médico en sentido general. Esta competencia es esencial para la profesionalización de médicos no hispanohablantes, por lo que es importante aprovechar el aprendizaje vivencial que proporciona la educación en el trabajo para el desarrollo de la competencia comunicativa de estudiantes no hispanohablantes de Medicina. Se realizó una investigación educativa en la Facultad de Medicina 1 de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba en enero de 2022. Se consideró como unidad de análisis las actividades de la educación en el trabajo. Se definieron dimensiones e indicadores mediante la parametrización de la variable desarrollo de la competencia comunicativa de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina en la educación en el trabajo. Como instrumento de medición, se utilizó una guía de observación a las actividades de la educación en el trabajo. Toda la información obtenida se procesó con el programa Microsoft Excel para Windows. Se empleó el porcentaje como medida de resumen. Los principales resultados de la aplicación de la guía de observación revelaron que, en la mayoría de las actividades de la educación en el trabajo observadas, se manifestaron potencialidades de la educación en el trabajo que propiciaron que los estudiantes no hispanohablantes de Medicina fueran capaces de adaptar el uso de los recursos comunicativos al contexto, aspecto que favorece el uso de diferentes recursos comunicativos para el desarrollo de la competencia comunicativa y su contribución a la profesionalización de futuros médicos no hispanohablantes.

Palabras Clave: Educación en el trabajo; competencia comunicativa; profesionalización; educación médica superior

Abstract

The development of communicative competence is vital for the training of physicians in a general sense. This competence is essential for the profesionalization of non-Spanish speaking physicians, so it is important to take advantage of the experiential learning provided by work-based education for the development of communicative competence in non-Spanish speaking medical students. An investigation was carried out at the Medical School number 1 from the University of Medical Sciences in Santiago de Cuba in January, 2022. Work-based education activities were considered as analysis units. Dimensions and indicators were defined through the analysis of the variable development of the communicative competence at work-based education of non-Spanish speaking students. As a measurement instrument a guide of observaion of work-based education activities was used. All the obtained information was processed using Microsoft Excel for Windows and the results were expressed in percentages. The main results of the application of the observation guide revealed that in most of the work-based education activities observed, potentialities of work-based education were manifested. These potentialities favored that non-Spanish speaking students were able to adapt the use of communicative resources to the context. This enhances the use of different communicative resources to develop communicative competence and contributes to the profesionalization of future non-speaking Spanish physicians.

Keywords: Work-based education; communicative competence; profesionalization; higher medical education

Introducción

La profesionalización en las ciencias de la salud está dirigida al conjunto de acciones asistenciales, de investigación e innovación, promoción de salud, prevención de enfermedades, educación permanente y continuada; encaminadas, en el contexto de la educación médica, a la formación y desarrollo del modo de actuación profesional hacia la producción de conocimientos, competencias y valores con el fin de reflexionar, intervenir y ejercer una influencia educativa y transformadora. ⁽¹⁾

Tales ideas encuentran sustento en los objetivos de desarrollo sostenible proyectados por la Agenda 2030 que incluyen como número cuatro aquel que plantea garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Entre sus metas, el objetivo establece aumentar a nivel mundial el número de becas disponibles para los países en desarrollo, a fin de que sus estudiantes puedan matricularse en programas de enseñanza superior.

En tal sentido, muchos de los beneficios de la educación médica superior se han compartido de manera solidaria con jóvenes del mundo, sobre todo del mundo subdesarrollado. De 1962 hasta la fecha se han graduado en Cuba más de 50 000 estudiantes de alrededor de 160 países. (2) La posibilidad que brinda la educación en el trabajo para vincular la teoría con la práctica en los estudios de Medicina en Cuba es una oportunidad a la que quieren acceder estudiantes de otras latitudes para garantizar la calidad en su formación como médicos, sobre todo, a partir de su perfeccionamiento de acuerdo con lo clínico-epidemiológico y la resolución en salud condicionado por la contingencia que significó el enfrentamiento a la Covid 19. (3)

La opción de estudiar Medicina en un idioma y en una cultura diferente a la propia constituye una complejidad trascendente. (4) El español académico se ha convertido en una opción, de creciente valor, para sostener estos estudios en el caso de los extranjeros, (5) por ello la relevancia de las universidades médicas cubanas como espacio de renovación académica para extranjeros provenientes de distintas culturas.

En Cuba, el auge de los estudios de Medicina por extranjeros coincide, en 1998, con las contingencias que significaron los huracanes George y Mitch; especialmente, mediante el ofrecimiento de ayuda del gobierno cubano para apoyar las regiones afectadas. Surge así el Programa de Atención Integral de Salud. Posteriormente se crea la Escuela Latinoamericana de Medicina (ELAM), con la intención de formar como médicos a jóvenes de los países afectados por los desastres naturales aludidos.

La ELAM significó una complejidad formativa marcada por la diversidad geográfica, socioeconómica y cultural de los estudiantes que matricularon provenientes de las zonas afectadas. Esos imponderables, se complejizaron al atender las necesidades comunicativas, para no hispanohablantes, en el nuevo contexto de inmersión. Se implementó el curso premédico para preparar a los estudiantes para su incorporación a los estudios de Medicina; también, atenuar esas parquedades expresivas en el idioma del país de acogida y otras carencias en el orden académico. Si bien el español recibido en el premédico ha sido un punto de partida para iniciar el proceso de formación en la carrera de Medicina; no ha sido suficiente para enfrentar, con eficiencia y eficacia, las variadas situaciones académicas y culturales de comunicación en las que interactúa el extranjero en su desarrollo profesional.

En el libro Epistemología de las ciencias de la educación médica: sistematización cubana, los autores describen seis niveles de la profesionalización, con sus correspondientes objetivos, entre los que se describe el nivel de formación básica como aquel vinculado con la primera etapa de la educación permanente y continuada de los profesionales de la salud. (6) Es precisamente en ese nivel de formación inicial en el que comienza la profesionalización, como un proceso que ha de continuar

ininterrumpidamente en toda la actividad laboral, el cual es continuo y dialéctico y desarrolla y/o perfecciona habilidades, tales como las habilidades de comunicación que requiere el médico extranjero en formación para su desempeño profesional.

Además, se advierte que la educación en el trabajo supone un aprendizaje vivencial en las distintas instituciones de salud, que integran la red de docencia médica del país. Así pues, en ese aprendizaje ha sido evidente la necesidad del desarrollo de la competencia comunicativa académica; sobre todo, en la educación en el trabajo, porque además de ser el principio rector de la educación médica, constituye contexto de inmersión de los estudiantes de Medicina no hispanohablantes. ⁽⁷⁾

Para los estudiantes no hispanohablantes, las limitaciones en el uso del español académico pueden afectar su desempeño para realizar acciones que involucren la comunicación con el paciente, la familia, la comunidad y el resto del equipo médico, de ahí la necesidad de identificar las potencialidades de la educación en el trabajo para el desarrollo de la competencia comunicativa de estudiantes no hispanohablantes de Medicina, como contribución importante a su profesionalización.

Materiales y métodos

Para la identificación de las potencialidades de la educación en el trabajo para el desarrollo de la competencia comunicativa de estudiantes no hispanohablantes de Medicina, se utilizaron métodos teóricos como el analítico-sintético y el inductivo-deductivo, la observación científica como método empírico y métodos estadísticos-matemáticos como el test de Moriyama y el coeficiente V de Aiken de contenido. En la construcción de la guía de observación, se tuvieron en cuenta criterios tales como la naturaleza de la gestión educativa del español con fines académicos para la formación del médico no hispanohablante, los recursos disponibles, así como la oportunidad de obtener datos. La guía fue aplicada para evaluar las cuatro dimensiones derivadas de la parametrización (didáctica, desarrolladora, contextual, léxico-semántica) y sus respectivos indicadores.

Con el objetivo de determinar el nivel de afectación de los indicadores y dimensiones, se estableció la equivalencia de las frecuencias obtenidas en la aplicación de la guía de observación (se observa, se observa poco, no se observa) con una escala cuantitativa que representa la valoración de alto (3), medio (2) y bajo (1). El mismo procedimiento se realizó para la asignación del puntaje, para cada alternativa de la escala. De esa forma, cada alternativa alcanzó una puntuación de tres, dos o un punto.

Se determinó el índice de afectación en cada una de las dimensiones e indicadores mediante el cálculo del promedio ponderado.

A partir del promedio obtenido, se estableció la regla de decisiones que consideró tres niveles de afectación alto (1,00-1,90), medio (1,91-2,00) y bajo (2,01-3,00) según el índice alcanzado.

La validación del contenido de las dimensiones e indicadores se realizó mediante el método de Moriyama.⁽⁸⁾ Según García, citado por Fleites *et al.*,⁽⁹⁾ la validación consiste en la valoración del contenido de cada indicador al utilizar como guía determinados criterios que fueron empleados para validar la pertinencia de los indicadores propuestos a partir de las dimensiones resultantes del proceso de parametrización.

Las dimensiones e indicadores diseñados tuvieron una confiabilidad interna importante (coeficiente Alfa de Cronbach=0,81), lo cual corroboró la conveniencia de su utilización en la elaboración de la guía de observación para identificar las potencialidades de la educación en el trabajo para el desarrollo de la competencia comunicativa de estudiantes no hispanohablantes de Medicina.

Finalmente, para determinar la validez del contenido de la guía diseñada, se empleó el coeficiente V. de Aiken.⁽¹⁰⁾ Los resultados de la aplicación del mismo mostraron que la validez de contenido de la guía de observación fue excelente (0,98).

Resultados

Durante la investigación se observó un total de 60 actividades de la educación en el trabajo. De ellas, se observaron 39 pases de visita docente asistencial, 12 consultas médicas (atención ambulatoria) y 9 discusiones diagnósticas. Los resultados por indicadores y dimensiones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la aplicación de la guía de observación a las actividades de la educación en el trabajo según dimensión e indicador evaluado (n=60)

Dimensiones	Indicadores	Se observa	Se observa poco	No se observa	Índice
Didáctica	1.1 Nivel de complejidad de la tarea docente	45		15	2,50
	1.2 Nivel de integración docencia e investigación	54		6	2,80
	1.3 Nivel de integración de referentes axiológicos	60			3,00
	1.4 Nivel de análisis de la síntesis entre lo clínico y lo epidemiológico	54		6	2,80
	1.5 Nivel de establecimiento de los sentidos interdisciplinarios	60			3,00
	1.6 Nivel de selección del tópico para la comunicación			60	1,00
	1.7 Nivel de selección de los recursos comunicativos	12	22	26	1,76

	1.8 Grado en que se evalúa la competencia comunicativa			60	1,00
Resultado	Media	35,62	2,75	21,62	2,23
Desarrolladora	2.1 Nivel de integración en los contextos asistenciales	60			3,00
	2.2 Nivel de uso de recursos kinésicos y proxémicos	28	5	27	2,01
	2.3 Nivel de motivación para entrenarse en la profesión	58		2	2,90
	2.4 Nivel de estabilidad emocional para establecer la comunicación con el paciente	17	15	28	1,81
	2.5 Nivel de desarrollo cognitivo-afectivo- empático	17	18	25	1,86
	2.6 Nivel de regulación de los recursos comunicativos	23	22	15	2,13
	2.7 Nivel de uso de la comunicación oral	15	22	23	1,86
Resultado	Media	31,14	11,71	17,14	2,32
Contextual	3.1 Nivel de identificación de la naturaleza comunicativa de los espacios institucionales	58		2	2,90
	3.2 Nivel de identificación de la naturaleza comunicativa de los espacios sociales	58		2	2,90
	3.3 Nivel de selección de los rasgos que distinguen los espacios institucionales y los sociales	58		2	2,90
	3.4 Grado de correspondencia de los recursos comunicativos a los registros institucional y social	32		28	2,06
	3.5 Nivel de adaptación comunicativa a los contextos institucional y social	43		17	2,43
	3.6 Nivel de selección de los recursos comunicativos de acuerdo con los contextos institucional y social	43		17	2,43
	3.7 Nivel de correspondencia del uso de los recursos comunicativos	58		2	2,90

	con los contextos institucional y social				
	3.8 Nivel de desarrollo de los recursos comunicativos, según los contextos institucional e informal	43		17	2,43
Resultado	Media	49,12		10,87	2,63
Léxico-sintáctica	4.1 Nivel de amplitud del léxico especializado y social	10	22	28	1,70
	4.2 Nivel de precisión en la selección del vocabulario	6	30	24	1,70
	4.3 Nivel de pertinencia gramatical en el establecimiento de sintagmas	6	32	22	1,73
	4.4 Nivel de adecuación en la estructuración de oraciones	6	34	20	1,76
	4.5 Nivel de adecuación en la estructuración de párrafos	6	42	12	2,03
	4.7 Grado de reconocimiento de las intenciones comunicativas	8	42	10	1,94
	4.8 Grado de adecuación de los recursos textuales a sus destinatarios y al contexto	32		28	2,06
	Resultado	Media	9,25	25,25	18

Fuente: Elaboración propia, 2024

El análisis de los resultados en cada dimensión revela lo siguiente:

Dimensión didáctica

En la mayoría de las actividades de la educación en el trabajo observadas (75,0 %) el nivel de complejidad de las tareas docentes se corresponde con las características de los estudiantes y de la propia actividad (indicador 1.1).

Del total de las actividades observadas, en el 90,0 % de ellas se verificó que las tareas docentes tienen en cuenta la integración del componente investigativo (indicador 1.2), así como las potencialidades del contenido para la formación de valores, aspectos que se manifestaron en el 100 % de las actividades observadas (indicador 1.3).

En el 90,0 % de las actividades observadas se constató la correcta aplicación del método clínico mediante la combinación de este aspecto con lo epidemiológico (indicador 1.4). Los docentes consideran el tratamiento interdisciplinar del contenido de la asignatura en el diseño de las tareas, lo que se evidenció en el 100 % de las actividades de la educación en el trabajo observadas (indicador 1.5).

También, se evidenció, como aspecto relevante, que no se consideran los elementos relacionados con la selección del tópico para favorecer la comunicación. Este elemento se corresponde con el indicador 1.5, el cual alcanzó un índice de 1,00; por lo que su nivel de afectación es alto.

En el diseño de las tareas docentes no se tiene en cuenta que estas posibiliten que los estudiantes no hispanohablantes de Medicina seleccionen adecuadamente los recursos comunicativos, según el 75,0 % de las actividades observadas, elemento relacionado con el indicador 1.6. El indicador alcanzó un índice de 1,76; por lo que su nivel de afectación es alto.

La medida en que la tarea docente permite evaluar la competencia comunicativa del estudiante no hispanohablante de Medicina no se tomó en consideración para su proyección, en ninguna de las actividades observadas. En esta ocasión, el indicador relacionado es el 1.8 y su nivel de afectación es alto (índice=1,00).

La aplicación de la guía de observación demostró que la dimensión didáctica alcanzó un índice de 2,23; por lo que, según este instrumento, el nivel de afectación es bajo.

Dimensión desarrolladora

Se comprobó que en todos los casos (100 % de las actividades observadas) los docentes trabajan con la terminología propia de la asignatura, por lo que se concluye que el entrenamiento de los estudiantes en el empleo del lenguaje de la profesión en los contextos institucionales se produce adecuadamente (indicador 2.1).

Según los resultados de la aplicación de la guía de observación, el indicador 2.2, nivel de uso de los recursos kinésicos y proxémicos, mostró un índice de afectación de 2,01 (nivel de afectación bajo); puesto que en el 46,6 % de las actividades se observó una utilización adecuada del espacio personal, los gestos y posturas para la comunicación por parte de los estudiantes. Este hecho se ve favorecido por el nivel de motivación que se advierte en los estudiantes no hispanohablantes hacia su preparación como futuros médicos, elemento constatado en el 96,6% de las actividades observadas, aspecto que se refiere al indicador 2.3, que alcanzó un índice de 2,90, por lo que no muestra afectación.

No obstante, los estudiantes no hispanohablantes de Medicina se muestran seguros y estables en la comunicación con el paciente solo en el 28,3 % de las actividades observadas (indicador 2.4, índice 1,81, nivel de afectación alto), y en esa misma medida se observó su habilidad para mostrar empatía y afecto durante la comunicación con el paciente (indicador 2.5, índice 1,86, nivel de afectación alto). Por ello, solo en el 25% de las actividades de la educación en el trabajo observadas, la comunicación oral de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina transcurrió de manera fluida y sin errores, elemento relacionado con el indicador 2.6, que alcanzó un índice de 1,86, por lo que su nivel de afectación es alto. Según la aplicación de este instrumento, la dimensión desarrolladora alcanzó un índice de 2,31 puntos, de ahí que su nivel de afectación era bajo.

Dimensión contextual

Los estudiantes se comunican formalmente con profesores y directivos en el contexto institucional e informalmente con otros compañeros en el contexto social (96,6 % de las actividades observadas, indicadores 3.1 y 3.2, respectivamente), al emplear adecuadamente registros formales e informales según el contexto donde ocurre la comunicación (indicador 3.3).

En el 71,6 % de las actividades de la educación en el trabajo observadas, los estudiantes no hispanohablantes de Medicina fueron capaces de adaptar el uso de los recursos comunicativos al contexto (indicador 3.4) y de seleccionar estos recursos según dichos contextos (indicador 3.5). La selección y empleo de estos recursos comunicativos se realizó de manera adecuada por parte de los estudiantes, a partir del contexto institucional y social en el 96,6 % y 71,6 %, respectivamente, de las actividades observadas (indicadores 3.6 y 3.7).

Estos elementos corroboraron en el 71,6 % de las actividades observadas que los contextos favorecen el empleo de diversos recursos comunicativos (indicador 1.8). Los indicadores fueron evaluados con índices que oscilaron entre 2.01 y 2.90 puntos por lo que no se vieron afectados. Por consiguiente, la dimensión contextual fue evaluada con un índice de 2.63. En esta dimensión no se diagnosticó afectación.

Dimensión léxico-sintáctica

Durante la observación científica se corroboró en el 83,3 % de los casos que los estudiantes tienen limitaciones al utilizar un léxico amplio para la interacción en el contexto institucional y social (indicador 4.1, índice 1,70, nivel de afectación alto).

Las necesidades comunicativas puestas de manifiesto se relacionan con la construcción de los sintagmas y estructuración de las oraciones y los párrafos (90 %) y la selección del vocabulario (83,3 %). Estos elementos se relacionan con los indicadores del 4.1 al 4.4, evaluados todos con índices inferiores a 1.90 por lo que todos están altamente afectados. Según los resultados de la observación científica, esta es la dimensión con más alto índice de afectación (1,59).

Este análisis permitió concluir que existen potencialidades para el desarrollo de la competencia comunicativa de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina en la educación en el trabajo, tales como:

- Alto nivel de motivación de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina para su entrenamiento como futuro médico.
- Adecuada distinción entre los contextos institucional y social, lo que favorece el desarrollo de la competencia comunicativa.
- Correspondencia entre el uso de los recursos comunicativos y los contextos institucional y social donde ocurre la comunicación.

Los elementos identificados corroboran la pertinencia de aprovechar las potencialidades para el desarrollo de la competencia comunicativa de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina en la educación en el trabajo en la transformación del estado actual de dicha competencia y la profesionalización de futuros médicos no hispanohablantes.

Discusión

La comunicación se considera como una dimensión de la competencia profesional del médico, en la que se tienen en cuenta aspectos lingüísticos, psicológicos y sociológicos. De ahí que se insista en la necesidad del perfeccionamiento de la competencia comunicativa, pues favorece la atención médica al paciente. ⁽¹⁰⁻¹⁴⁾

Quispe, *et al.* ⁽¹⁵⁾ incursionan en la percepción del paciente de la competencia comunicativa médica. Su visión se enriquece mediante la definición del desarrollo de la competencia comunicativa para el profesional de la salud realizada por otros autores que incorporan la movilización de las capacidades sociolingüísticas y discursivas que se requieren para una interacción, en distintos contextos, para poblaciones definidas, desde la promoción de salud y la prevención de enfermedades. ⁽¹⁶⁾

González y Monteagudo, ⁽¹⁷⁾ al insistir en la transversalidad de la comunicación en el campo de las ciencias de la salud, por su papel en la relación médico-paciente y para el desarrollo del método clínico, reconocen que son escasas las investigaciones relacionadas con la formación de la competencia comunicativa en el ámbito de la salud y refrendan la pertinencia de ahondar en el desarrollo de la competencia comunicativa en la educación médica.

El proceso de formación en la educación superior que, en Cuba, sostiene como su segunda idea rectora, a partir de la unidad entre la educación y la instrucción, la vinculación del estudio con el trabajo. ⁽¹⁸⁾

Tales fundamentos encuentran una renovación sistemática en el precepto que, al respecto, concibió el Dr. Fidel Ilizástigui Dupuy ⁽¹⁹⁾ sobre la integración docente-asistencial, concebida como eje que articula la educación en el trabajo. El método profesional para alcanzar esa integración, se establece mediante la síntesis de lo clínico y lo epidemiológico. Se completa la tríada metódica con métodos científicos y problémicos (sic) que contribuyan al desarrollo de los modos de actuación de la profesión de las ciencias de la salud. ⁽²⁰⁾

Salas entiende la educación en el trabajo como un proceso formativo que tiene como eje axiológico vertebrador la práctica de salud. En otro orden, se destaca que se sustenta en presupuestos didácticos en los que se sintetizan los modelos de aprendizaje de la actividad y los comunicativos. ^(20, 21)

Cabe aludir a que las funciones de la educación en el trabajo incluyen la atención en salud, la docente, la educativa, la investigativa y la administrativa ⁽²²⁾. Para el crecimiento formativo de los estudiantes no

hispanohablantes de Medicina, sería pertinente asumir la función comunicativa como otras en la concepción de la educación en el trabajo.

Los tipos de educación en el trabajo están constituidos por la atención ambulatoria, el pase de visita, la reunión de alta médica, la guardia médica, la entrega de guardia médica, la atención médico-quirúrgica, la presentación de casos y su discusión diagnóstica⁽²³⁾. En este trabajo se sustenta el criterio de que la realización de las funciones de la educación en el trabajo y de sus tipos se logra mediante el desarrollo de la competencia comunicativa.

La educación en el trabajo coadyuva a la formación profesional, la que, según Gross, Ceregido y Portuondo⁽²⁴⁾ constituye una alternativa estratégica para el desarrollo del país, que pretende evolucionar hacia un futuro mejor, a tenor de las condiciones económicas y sociales imperantes en la actualidad.

En el caso de los estudiantes no hispanohablantes de ciencias médicas, el análisis de la competencia comunicativa se ha realizado desde aristas relacionadas con el perfeccionamiento en el uso del español para la redacción de textos, la organización de la actividad docente a través de prácticas situacionales y preprofesionales,⁽²⁵⁾ la transformación del modelo actuante de español como lengua extranjera,⁽²⁶⁾ el desarrollo de la expresión oral,⁽²⁷⁾ el tratamiento a funciones comunicativas mediante la relación interdisciplinaria con otras asignaturas;⁽²⁸⁾ entre otras. No se identificaron alusiones en el orden teórico a su desarrollo desde la educación en el trabajo.

La manera en que se comprende la educación en el trabajo en la educación médica puede entenderse como expresión de la flexibilidad curricular, prioridad para la educación superior cubana, en tanto permite la integración de diferentes niveles hasta el curricular; con el fin de desarrollar modos de actuación para la solución de los problemas sanitarios, a partir de la excelencia como indicador de calidad en la formación del médico.^(29, 30)

Conclusiones

Las potencialidades identificadas revelan la necesidad de un tratamiento integrador y sistémico de todas las dimensiones de la competencia comunicativa de los estudiantes no hispanohablantes de Medicina, en la educación en el trabajo, contexto educativo cultural por excelencia, para su desarrollo.

Dicho desarrollo se realiza a través de un proceso de preparación permanente y continuada de calidad que tenga como resultados profesionales competentes.

De ahí que tiene implicaciones de compromiso, por apuntar hacia actividad y acción en el desempeño de una tarea, labor, encargo, trabajo o diligencia; al implicar a instituciones educacionales, las cuales reconocen en su objetivo la formación de un profesional altamente calificado

Contribución de los Autores:

Yadira Zayas Valiente: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción del borrador original, visualización.

Sandra María Casa Gross: Conceptualización, análisis formal, metodología y redacción del borrador original.

Todos los autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Declaración de disponibilidad de datos: los datos que respaldan los resultados informados se encuentran archivados en la documentación del Consejo Científico de la Facultad de Medicina No.1 de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.

Conflictos de Intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Agradecimientos: al Consejo Científico de la Facultad de Medicina No. 1 y la Comisión de Grado Científico de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.

Referencias

1. Valcárcel Izquierdo N y otros. Profesionalización en ciencias de la educación médica. Universidad Bolivariana del Ecuador, Editorial UBE, 2024.191 p.
2. Saborido Loidi J R, Alpizar Santana M, Villavicencio M V, Baez García R. Informe de Política de Educación Superior: III Conferencia Mundial de Educación Superior auspiciada por la Unesco.Rev. Cubana Edu. Superior [Internet]. 2022. Sep-Dic [citado: 2023 marzo11] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142022000300001&lng=es&nrm=iso.
3. Melian Savignon CG, Vega Veranes F, Chavez Melián RA, Yera Martínez G. Modelo de gestión educativa integradora de riesgo de desastres para la Facultad de Medicina. [Internet]. 2022. septiembre [citado 2022 octubre 2];19(4):1482-96. Disponible en: <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5694>
4. Moreno Navarro A, Sánchez Zagalaz M L, González De Mesa C. Didáctica del español con fines médicos y estrategias para el desarrollo de la competencia léxica. Doblele. Revista de lengua y literatura[Internet] 2019. [citado: 2023 marzo 11]; 5:139-161. Disponible en <https://ddd.uab.cat/record/215635>
5. Ferreira Cabrera A, Elejalde J. Hacia un perfil lingüístico-comunicativo del estudiante de Español como Lengua Extranjera para fines Académicos. Revista Nebrija LA [Internet].2019.noviembre [citado: 2023 marzo 13]; 13(27):145-6. Disponible en: <https://revistas.nebrija.com/revista-linguistica/article/view/326>
6. Valcárcel N, Díaz Díaz AA. Epistemología de las ciencias de la educación médica: sistematización cubana [Internet]. —La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2021.

- Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/epistemologia-de-las-ciencias-de-la-educacion-medica-sistematizacion-cubana-2/>
7. Zayas Valiente Y, Pérez Andrés IY, Alvarez López ME, Figueroa Corrales E. Educación en el trabajo y competencia comunicativa de estudiantes no hispanohablantes de Medicina. MyS [Internet]. 8 de abril de 2024 [citado 14 de marzo de 2024];21(1):313-9. Disponible en: <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6368>
 8. Zires SR. Criterios Moriyama. Academia [Internet] 2020 [citado 2023 jun 22] Disponible en: https://www.academia.edu/30744384/CRITERIOS_MORIYAMA
 9. Fleites Did T, Pérez Gallego Y, Gispert Abreu E, Blanco Barbeito N, de la Mella Quintero S. Validación de instrumentos evaluativos del conocimiento sobre salud bucodental. Revista Médica Electrónica [Internet]. 2021 [citado 2023 Feb 9]; 43 (1): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/3998>
 10. Robles Pastor BF. Índice de validez de contenido: Coeficiente V de Aiken. Pueblo Cont. [Internet]. 2018 Dec. 21 [citado 6 feb 2023];29(1):193-7. Disponible en: <https://journal.upao.edu.pe/index.php/PuebloContinente/article/view/991>
 11. Olaya H L G, Pérez C J U, y Rico H D D. Las competencias comunicativas orales en la relación médico-paciente en un programa de medicina de una universidad de Colombia: una mirada desde el currículo, los profesores y los estudiantes.[Internet]. 2015Educación médica, 16(4), 227-233. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181315000509>
 12. Urtasun M, et al. "Habilidades comunicacionales del médico. Experiencia en el Departamento de Medicina de un hospital pediátrico." Revista de la Facultad de Ciencias Médicas 78.3 (2021): 270. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8760908/>
 13. Menéndez Pérez M, Pérez Obregón B R, Hernández León M, Betancourt Rodríguez I, Quirós Sánchez I, Rodríguez Niebla K L. Perfeccionamiento de competencias y habilidades comunicativas y lingüísticas del futuro médico general: experiencias asociadas. EDUMECENTRO [Internet]. 2021 Mar [citado 2023 Mayo 16]; 13(1): 184-202. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742021000100184&lng=es. Epub 31-Mar-2021.
 14. Chaparro Serrano M F. "Competencia comunicativa, oral y escrita, en estudiantes de ciencias de la salud de una universidad de Bogotá DC[Internet].2022. Educar[citado 2023 Mayo 16]; 58(2): 501-516. doi <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1502>
 15. Quispe Rodrigo C, et al. "Percepción de la competencia comunicativa médica durante la entrevista clínica en un hospital docente peruano: validación y aplicación de un instrumento evaluativo." Medwave 9.18.[Internet]. 2015.[citado 2022 de octubre 7]; Disponible en <https://www.medwave.cl/investigacion/estudios/7705.html>
 16. Ramírez Medel M del C, García Sánchez S L. Competencias comunicativas para acciones de promoción y prevención en salud. Una propuesta de indicadores. Investigación Educ. Médica [Internet]. 2020 Mar [citado 2023 Mayo 16]; 9(33): 43-51. Disponible en:

- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572020000100043&lng=es. Epub 02-Dic-2020.
<https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2020.33.18170>.
17. González-Fiol Y, Monteagudo-Molina R I. La formación de la competencia comunicativa en estudiantes de medicina. Cuad. Ed. Desar. [Internet]. 2023 Feb. 26 [citado 2023 Mayo 16];12(3). Disponible en: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/768>
 18. Horrutinier Silva P. La Universidad cubana: modelo de formación. [Internet]. 2006. [citado: 2023 marzo11]; 249 Disponible en: <https://docplayer.es/97461281-La-universidad-cubana-el-modelo-de-formacion-dr-pedro-horrutinier-silva.html>
 19. Martínez Asanza D, Guanche Martínez AS. La Educación en el Trabajo en Estomatología según los estilos de aprendizaje. VIII Jornada Científica de la SOCECS. Sociedad Cubana de Educadores en Ciencias de la Salud de Holguín.[Internet]. 2022 [citado 2022 octubre 7]; Disponible en <http://edumedholguin2019.sld.cu/index.php/2019/2019/paper/view/18/0>
 20. Salas Perea RS, Salas Mainegra A. Modelo formativo del médico cubano. Bases teóricas y metodológicas. La Habana. Editorial Ciencias Médicas. 2017. 201 p.
 21. Serrano Díaz C A, Monzón Pérez M, Zequeira Corzo M, Planells Rodríguez M Á, Robles Mirabal V, Enseñat Guerra J V. La educación en el trabajo en la carrera de Medicina y su relación con el derecho médico. Rev.Med.Electrón. [Internet]. 2019 Ago [citado 10 may2023]; 41(4): 1053-1062. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242019000401053&lng=es. Epub 30-Ago-2019.
 22. Fernández-Sacasas J. El principio rector de la Educación Médica cubana. Educación Médica Superior [Internet]. 2013 [citado 11 May 2023]; 27 (2) Disponible en: <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/170>
 23. Martínez Asanza D. La visita a la familia como modalidad de educación en el trabajo en Estomatología / The visit to the family as an education at work modality in the Dentistry career. Panorama. Cuba y Salud [Internet]. 2019 [citado 19 Jun 2023]; 14 (3 (39)): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/1200>
 24. Casas Gross SM, Ceregido Domínguez R, Portuondo Tamayo Y. La profesionalización de los gestores docentes en la Facultad de Medicina No.1. Bionatura. [Internet]. 2024 [citado 19 Dic2024]; 9(3). Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.21931/RB/>
 25. Lara Díaz G, Guilarte Legrá M, Cantillo Vento H. Curso extensionista “Perfeccionamiento del español”: una experiencia válida para la redacción de textos útiles. rOrb [Internet]. 16jun.2022 [citado 28may2024];. Disponible en: <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/1661>
 26. Soto Benítez M, Pérez Bell ME, Zamora Reyes I. Proceso de cambio del modelo actuante de idioma español para estudiantes no hispanohablantes Revista Ciencias Pedagógicas [Internet]. 2023 [citado 19 Jun 2024]; 16(3): 76 – 89. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.cienciaspedagogicas.rimed.cu/index.php/ICCP/article/view/456&ved=2ahUKEwiEybmO3oyMAxXxTjABHYe7A6sQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2irt1hCfgo1553a2k1dukM>

27. Almarales Pupo B. Propuesta de Curso electivo para el desarrollo de la competencia comunicativa oral en estudiantes no hispanohablantes de la carrera de Medicina. VI Jornada Científica de la SOCECS. Sociedad Cubana de Educadores en Ciencias de la Salud. Holguín [Internet]. 2017[citado 28may2024]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://socecsholguin2017.sld.cu/index.php/socecsholguin/2017/paper/view/30/23&ved=2ahUKEwjMmdnu2oyMAxWVRzABHXdQJXUQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw0q0Q6gX8dEETIGLgfoE8r8>
28. Wong Ruiz A, Zangróniz Sánchez G, Valdés Naranjo M. Procedimiento didáctico para potenciar funciones comunicativas en estudiantes no hispanohablantes durante una clase de química de la Facultad Preparatoria de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana EdumedHolguin2020. [Internet]. 2022 [citado 28may2024]. Disponible en: <http://www.edumedholguin2020.sld.cu/index.php/edumedholguin/2020/paper/viewPaper/508>
29. Escobar Yéndez N V, Tamayo Escobar O E, García Olivera T M. An approach to professional competence-based formation from the subjects of Clinical Propaedeutic and Internal Medicine. Educ Med Super [Internet]. 2022 Mar [citado 2023 Mayo 15]; 36 (1): e3252. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412022000100017&lng=es. Epub 06-Abr-2022.
30. González García TR, Díaz Pérez KB, Cabrera Díaz de Arce I, Ballester W, Bandera Sosa L, Cisneros Domínguez G. Diseño curricular, una mirada desde la educación médica. Rev. Cub Tec. Salud. [Internet]. 2019 [citado 7oct2022]; 3(1) Disponible en: <http://www.revtecnología.sld.cu>

/ **Received:** [01 diciembre 2024] | **Accepted:** [18 enero 2025] | **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Contreras-Zapata, D. Zayas- Valiente, Y. , Casas-Gross, S. , Borges-Toirac, M. Competencia comunicativa en la educación en el trabajo y profesionalización de estudiantes no hispanohablantes de Medicina. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI. 10.70373/RB/2025.10.01.15

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

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

16 Promoción de la salud visual en la prevención de ceguera por glaucoma**Promoting eye health in the prevention of blindness from glaucoma**

Noraidis Suárez Estévez¹, Liamet Fernández Argones², María Rita Concepción García³

¹ Hospital General Docente “Dr. Ernesto Guevara de la Serna”, Centro oftalmológico, Las Tunas, Cuba; nsuarez2606@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5039-4939>,

² Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”, La Habana, Cuba liamet.fernandez@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8155-5475>,

³ Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Holguín, Cuba rita1956cu@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8821-8762>

*Autor para la correspondencia: nsuarez2606@gmail.com

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.16

RESUMEN

El glaucoma es la segunda causa de ceguera y primera de forma irreversible en el mundo. La promoción y la educación de salud son herramientas fundamentales en la prevención de la ceguera que esta provoca. El objetivo de este estudio es profundizar en la importancia de la promoción de la salud visual en la prevención de la ceguera por glaucoma. Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos: MEDLINE, EBSCO, Hinari, Cochrane, SCOPUS, Clinicalkey, Elsevier, LILACS, SciELO, Medigraphic, PubMed y Web of Science. Los descriptores utilizados fueron glaucoma, ceguera adquirida, discapacidad visual, prevención y educación. Se parte del análisis conceptual de las bases teóricas científicas que sustentan la promoción de salud y la prevención de ceguera por glaucoma; se exponen los antecedentes históricos de la promoción de salud y la determinación social de la salud, las semejanzas y diferencias entre la promoción de salud y la prevención de enfermedades; y se profundiza en la promoción de salud visual y prevención de ceguera por glaucoma. La prevención de ceguera por glaucoma debe abarcar todos los niveles de salud, e incluir al paciente, la familia y la sociedad, apoyado en la promoción de la salud visual.

Palabras clave: salud visual, promoción de salud, ceguera por glaucoma

Abstract

Glaucoma is the second leading cause of blindness and the leading cause of irreversible blindness worldwide. Health promotion and education are fundamental tools in preventing the blindness it causes. The objective of this study is to delve deeper into the importance of visual health promotion in preventing glaucoma-related blindness. A literature review was conducted using the following databases: MEDLINE, EBSCO, Hinari, Cochrane, SCOPUS, Clinicalkey, Elsevier, LILACS,

SciELO, Medigraphic, PubMed, and Web of Science. The descriptors used were glaucoma, acquired blindness, visual impairment, prevention, and education. It begins with a conceptual analysis of the scientific theoretical foundations that support health promotion and the prevention of glaucoma-related blindness; the historical background of health promotion and the social determination of health are presented, as well as the similarities and differences between health promotion and disease prevention. and the promotion of visual health and the prevention of glaucoma-related blindness are further explored. The prevention of glaucoma-related blindness must encompass all levels of health care, including the patient, family, and society, supported by the promotion of visual health.

Keywords: visual health, health promotion, glaucoma-related blindness

Introducción

Ser médico no solo es dominar un saber y una tecnología, sino también hacerse cargo de los valores y preocupaciones de las personas. En la práctica médica desde la primera mitad del siglo XX, se describieron las cuatro acciones de la atención médica: la promoción de la salud, la prevención de la enfermedad, el restablecimiento de los enfermos (la curación) y la rehabilitación. Milton Terry, cita que fue Henry Sigerist, en 1945 quien por primera vez se refiere al término “promoción de salud”, y lo sitúa en primer lugar entre las funciones de la medicina. ⁽¹⁾

La salud es uno de los pilares de la Agenda 2030, por tanto, promover salud es fundamental para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.⁽²⁾ El concepto de promoción de salud ha ido evolucionando aparejado al desarrollo de las ciencias en la práctica de salud y en la actualidad la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) la definen como: la suma de acciones de la población, los servicios, las autoridades sanitarias y otros sectores sociales y productivos, encaminadas a mejorar las condiciones de salud individuales y colectivas. ⁽³⁾ En tanto, el término prevención, se define como las acciones orientadas a la erradicación, eliminación y minimización del impacto de la enfermedad y la discapacidad; incluye medidas sociales, políticas, económicas y terapéuticas. ⁽⁴⁾

El incremento de la prevalencia de los factores de riesgo y la evolución demográfica con un progresivo envejecimiento de la población han contribuido al incremento de la prevalencia de las enfermedades crónicas no transmisibles en Cuba y en el mundo. Éstas, no solo son las principales causas de mortalidad y discapacidad con mayor afectación en los países de ingresos bajos y medianos; sino que también, se convierten en los problemas más costosos afrontados por los sistemas de atención de salud. En este sentido, constituyen una amenaza para cualquier país desde el punto de vista económico y de salud. ^(4,5)

Carbonel se refiere a las enfermedades no transmisibles como “enfermedades o lesiones en que no se conocen agentes biológicos, como causa determinante (necesaria) y, por tanto, no se transmiten de una persona a otra, se caracterizan por un largo intervalo entre la exposición a los factores que la producen, y el comienzo de la enfermedad (periodo de latencia), de evolución lenta y larga duración, por lo que necesitan atención médica periódica y de por vida; por lo general son crónicas, tienen un origen poco conocido y multifactorial; y se manifiestan en la clínica por sus complicaciones: alta letalidad y altas tasas de incapacidad.”⁽⁵⁾

Las estadísticas de glaucoma como enfermedad no transmisible, evidencian lo anteriormente expuesto. En el año 2000 se encontraban afectados por esta enfermedad alrededor de 44 millones de personas. Al concluir el 2020 esta cifra ascendió a 76 millones; para el 2030 se estima que podría incrementarse a 80 millones y la proyección para el 2040 es que sobrepase los 111.8 millones de afectados.⁽⁶⁻¹⁰⁾

La elevada prevalencia de la discapacidad visual por esta enfermedad también es ejemplo de lo descrito, pues en el mundo existen 2 200 millones de personas que tienen deficiencia visual o ceguera. De estas, al menos 1 000 millones tienen una deficiencia visual que podría haberse evitado, o que aún no ha sido tratada porque no reciben la atención que necesitan; en las que el glaucoma es el responsable de 7,7 millones.⁽¹¹⁻¹⁴⁾

En enfermedades como el glaucoma, segunda causa de ceguera y primera de forma irreversible en el mundo, Cuba^(12,13) y Las Tunas, la promoción y la educación de salud como herramientas fundamentales⁽³⁾ juegan un papel crítico en la prevención de la ceguera que provoca. Se trata de una enfermedad ocular crónica, que afecta al nervio óptico y la capa de fibras nerviosas de la retina que puede conducir a la pérdida irreversible de la visión si no se diagnostica y trata adecuadamente. Queda implícito que la ceguera por glaucoma no es curable, pero sí, prevenible a través de la detección temprana y el tratamiento oportuno; es así que por el carácter asintomático en la mayoría de los casos y crónico, la concientización es fundamental para prevenir la pérdida de visión.^(15,16)

En este sentido Suárez y colaboradores en su artículo refieren que el mejor conocimiento de las poblaciones de riesgo permitirá concienciar mejor a los pacientes, reduciendo la ceguera en los próximos años. Los nuevos conocimientos y clasificaciones requieren de la interiorización e interpretación, para poder llevarlos a la práctica médica. Por tanto, es necesario, el desarrollo de programas de capacitación y actualización sobre glaucoma para los profesionales de la salud.⁽¹⁶⁾

Además, en relación a los pacientes, refieren también que deben ser educados. Esto incluye proporcionar las orientaciones adecuadas acerca de su enfermedad y sobre el régimen terapéutico, que conozcan los posibles efectos colaterales de los medicamentos y cómo instilar los colirios. Mientras más información se le brinde al paciente y más éste conozca, se disminuyen y despejan las preocupaciones que pudiera tener; se logra una mejor adherencia y se reduce el riesgo de abandono

del tratamiento. Riesgo, que se ha relacionado con la progresión y avance de esta enfermedad hacia la ceguera. Se ha demostrado una mejor evolución en pacientes que comprenden la importancia del control y tratamiento de su enfermedad, y participan activamente en él. ⁽¹⁶⁾

En este artículo, el objetivo es profundizar en la importancia de la promoción de la salud visual en la prevención de la ceguera por glaucoma.

Materiales y métodos

Se hizo una revisión bibliográfica, utilizando métodos de análisis-síntesis, inducción-deducción; para el estudio de las principales teorías que permitieron el análisis teórico de la ceguera por glaucoma. Se revisó la literatura disponible en bases de datos MEDLINE, EBSCO, Hinari, Cochrane, SCOPUS, Clinicalkey, Elsevier, LILACS, SciELO, Medigraphic, PubMed y Web of Science. Los descriptores utilizados fueron glaucoma, ceguera adquirida, discapacidad visual, prevención y educación. Se encontraron 210 materiales; de los cuales 34 fueron citados con 94,12 % de actualización.

Desarrollo

Bases teóricas científicas que sustentan la promoción de salud y la prevención de ceguera por glaucoma

Comprender la medicina preventiva conlleva a adentrarse en el concepto de salud, definido por la OMS, desde 1948, como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de enfermedad o dolencia. ^(17,18)

Clásicamente, la actividad médica se ha centrado en interrogar, revisar, evaluar mediante estudios complementarios y tratar a pacientes que concurren a la consulta porque se sienten enfermos. Sin embargo, y con un criterio más amplio del concepto de salud, ahora se considera que los resultados del accionar médico serán mejores si se intenta prevenir la enfermedad o sus secuelas, o se le diagnostica antes de que se manifieste clínicamente. Se ha desarrollado así el gran capítulo de la medicina preventiva. ⁽¹⁷⁾

El concepto de prevención tiene cuatro acepciones:

Prevención primaria: es la protección y promoción de la salud. Son las acciones que se realizan en el individuo sano con el fin de evitar una enfermedad. Estas medidas son sencillas, ya que son de bajo costo, fáciles de realizar y agregan muy poca morbilidad. Solo requieren interés y un poco de tiempo por parte del médico. Entre ellas se encuentran la educación para abandonar hábitos y costumbres que dañan la salud; las medidas de prevención para las diferentes enfermedades; los consejos sobre control del sobrepeso, dieta y ejercicios; los consejos sobre salud dental y visual; la prevención de accidentes, y la indicación de vacunación general o ácido fólico y vitaminas⁽¹⁷⁾ como neuroprotectores para la prevención de ceguera por glaucoma.

Son todas medidas sencillas, que han sido validadas, con un gran rendimiento en la promoción de la salud, de bajo costo y sin efectos adversos. En esta estrategia también es importante el hallazgo de casos para desarrollar conductas específicas en los individuos o población de alto riesgo como el paciente con antecedentes heredofamiliares de riesgo. ^(5,17)

Experiencias en investigaciones basadas en modelos educativo, citado por Romero, ⁽⁹⁾ y otros autores, han demostrado que la educación al paciente y la familia, contribuye a disminuir las tasas de ceguera por glaucoma. ⁽¹⁶⁾

Prevención secundaria: comprende el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad antes de que esta se manifieste, aunque ya se encuentre presente. Si se realiza el procedimiento correcto, se podrá hacer un diagnóstico temprano y se reducirán la morbimortalidad y el número de complicaciones. Sin embargo, como se explicará más adelante, son muy pocos los procedimientos correctos que han demostrado, sin lugar a dudas, que el resultado es beneficioso para el paciente. ⁽¹⁶⁾ Resulta importante educar al paciente sobre el carácter silencioso de la enfermedad, la necesidad de conocer los factores de riesgos asociados y la adecuada adherencia al tratamiento desde los primeros estadios como pilar fundamental para evitar la progresión del daño glaucomatoso y prevenir la ceguera por esta causa.

Prevención terciaria: comprende el control del tratamiento, de la rehabilitación y de los factores de riesgo luego de que la enfermedad ya ha causado daño. Su objetivo es disminuir la lesión producida y evitar las recidivas. ⁽¹⁷⁾ Por ejemplo en el glaucoma por cierre angular, está protocolizado la iridotomía periférica en el ojo adelfo como medida preventiva del cierre angular, que reduce el riesgo de glaucoma por cierre angular agudo.

Prevención cuaternaria: se define como las acciones o medidas adoptadas para identificar a un paciente en riesgo de medicalización, para protegerlo de nuevas intervenciones invasivas médicas y sugerir intervenciones éticamente aceptables. ⁽¹⁷⁾ El seguimiento adecuado del paciente con glaucoma permitirá escoger la terapéutica correcta, así como prevenir posibles complicaciones inmediatas o reintervenciones quirúrgicas, que podrían llevarlo a la ceguera.

En otro sentido la promoción de la salud, más que una disciplina específica, es un área de conocimientos donde confluyen los aportes de diferentes campos científicos: la sociología, la psicología, la gerencia social, las ciencias del comportamiento, la epidemiología, la antropología social, la pedagogía y, más recientemente, los avances de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. ⁽³⁾

La promoción de salud se define en la Carta de Ottawa como: “el proceso que consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer mayor control sobre la misma”. Este revolucionario concepto, recorrió el mundo y puso en evidencia el papel de los gobiernos en proveer las condiciones y requisitos para la salud. ⁽³⁾

Al abordar el tema en la actualidad, más de cuatro décadas después, continúa siendo un punto de referencia; pues marcó un hito en la promoción de salud. En ella se identifican tres estrategias básicas: la abogacía por la salud, facilitar que todas las personas puedan desarrollar su completo potencial de salud y mediar a favor de la salud entre los distintos intereses encontrados en la sociedad. Se apoyan en cinco áreas de acción fundamentales: elaboración de políticas públicas saludables, desarrollo de habilidades personales, mejoramiento de los entornos o ambientes saludables, fortalecimiento de la participación social, reorientación de los servicios de salud. ^(3,4)

En concordancia se ha promovido un marco de actuación basado en las áreas identificadas; y se ratifican en cada una como principios de la promoción: implicar activamente la población, actuar sobre las causas de las enfermedades o eventos de salud, utilizar diversos enfoques combinados (educación, información, organización comunitaria, acciones legales), depende de la participación del público, basada en la atención primaria de salud. Se incluyen tres niveles: individual (intrapersonal), interpersonal y comunitario. ^(3,4)

Antecedentes históricos de la promoción de salud y la determinación social de la salud

Las primeras referencias históricas a la relación existente entre las enfermedades y las condiciones de vida de la población se pueden encontrar en las sociedades primitivas, época en la cual se asociaba la enfermedad y la muerte a la obra de castigos divinos o espíritus malignos, lo que llevaba a invocaciones y ritos para prevenir la aparición de las enfermedades o sus curas. Posteriormente en la antigua China, el proceso de determinación social de la salud humana se vinculó a las tradicionales teorías del yang (el cielo, la luz, la fuerza, la dureza, el calor, la sequedad y lo viril) y del yin (la tierra, la oscuridad, la debilidad, la blandura, el frío, la humedad y lo femenino). Todo ello recogido como ley del Tao como ley natural. ⁽¹⁸⁾

Las primeras evidencias escritas sobre el tema, al parecer, según Álvarez, aparecen en el papiro Sallier, y se ubican en el antiguo Egipto. Mediante su estudio se pudo establecer, la relación entre las condiciones de vida y de trabajo egipcio y las altas tasas de mortalidad de ese grupo poblacional. ⁽¹⁸⁾

En el siglo V a.n.e., Hipócrates enunció como uno de los objetivos de la medicina, identificar los factores o agentes que producían las enfermedades para prevenirlas y curarlas. Para este sabio de la antigüedad, la enfermedad era una manifestación de la vida del organismo resultante del cambio del sustrato material, y no una manifestación de la voluntad divina o de los espíritus malignos. La escuela hipocrática asociaba como determinantes de la enfermedad a características internas (raza, sexo, edad) y características externas (mala alimentación, exposición a sustancias tóxicas y venenos, mala calidad del aire), entre otras. ⁽¹⁸⁾

Galeno, también realizó contribuciones al respecto, pues defendía que las causas de una enfermedad se dividían en tres tipos o niveles: externo (trastornos alimentarios, sexuales o emocionales, venenos, etc.), interno (edad, sexo, constitución, etc) y conjuntas, que serían el resultado de aplicar las primeras sobre las segundas. Sin embargo, no es hasta finales del siglo XVIII que se desarrolla una actividad intencionada y sistemática para identificar las causas de las enfermedades en las comunidades, bajo la luz que el Renacimiento propagó por todo el conocimiento humano. Hasta finales del siglo XIX se consideró la determinación de la salud desde una perspectiva estrictamente biológica, en la cual se afirmaba que en el ambiente existían organismos agresores que causaban la enfermedad en el individuo.⁽¹⁸⁾

El periodo comprendido entre finales del siglo XVIII y el siglo XIX fue una etapa muy fructífera en la investigación de las ciencias sociales y de la salud. Es el periodo del descubrimiento de la epidemiología social y de la salud pública. Era muy difícil el proceso de división del trabajo dentro de las ciencias sociales y las ciencias de la salud.⁽¹⁸⁾

Destacan en esta época, figuras como: Johann Peter Frank que afirmó en tiempo tan temprano como 1790 que “la miseria del pueblo era la madre de todas las enfermedades”⁽¹⁸⁾ Más adelante en el siglo XIX, Louis René Villermé, autor que desde Francia describió la relación entre la pobreza y el daño en salud (mortalidad y morbilidad). En 1820, en Escocia, William Alison explicó la estrecha asociación existente entre los conceptos de pobreza y enfermedad, dejando claro que para prevenir las enfermedades había primero que erradicar la miseria; ampliando su espectro de causas hacia determinantes más sociales, tales como mejores salarios y leyes para los pobres, como vía para eliminar sus dolencias, fomentando la intervención del estado en su solución.⁽¹⁸⁾

Un punto culminante en esta etapa lo constituye la publicación por parte de Federico Engels de su magistral ensayo “La situación de la clase obrera en Inglaterra”. Este clásico del marxismo-leninismo, tomando como base la obra de Chadwick, describió los principales riesgos asociados a la salud de los obreros ingleses en la sociedad capitalista de mediados del siglo XIX. El principal aporte de Engels, como médico y filósofo marxista, consistió en colocar en su justo espacio a la relación determinística entre condiciones de vida y enfermedad; dejó bien claro que las condiciones de vida inadecuadas y la pobreza eran las causantes de la enfermedad y no al revés como afirmaba Chadwick, agregando que la salud tiene por derecho propio, un valor político y social.⁽¹⁸⁾

A finales del siglo XIX surge el enfoque para las enfermedades infecciosas de la tríada ecológica: el agente, el huésped y el medio ambiente. Durante este período y hasta la segunda mitad del siglo XX, se desvaloriza el enfoque social en salud. Es en los decenios de 60 y 70 que se experimenta ese renacimiento del paradigma social de la salud; situación que Álvarez la argumenta a través de cuatro aspectos: el impulso a las investigaciones sociales en salud; la institucionalización de las ciencias

sociales de la salud; la consolidación de la salud pública según la perspectiva de Winslow y la creación del modelo de determinantes sociales en salud.⁽¹⁸⁾

En las últimas cuatro décadas este tema se ha abordado por muy diversos autores y corrientes del pensamiento; muchos son los enfoques, teorías y modelos al explicar la situación de salud en la población. Álvarez refiere que dada esta diversidad de criterios quizás existan más dificultades instrumentales que antes, a la hora de explicar cómo se produce socialmente la salud y cómo se estratifican sus diferenciales estructurales, intermedios y de daño en salud.⁽¹⁸⁾

Entre los modelos cita en orden cronológico los siguientes: Tesis de Thomas Mckeown (1945), Ciclo económico de la enfermedad de Hortwitz (1958), Modelo de segmentos más manejables de Hubert Laframboise (1973), Modelo de campos de salud de Marc Lalonde (1974), Modelo de ambiente de salud de Henrik L. Blum (1974), Modelo del proceso de determinación social de Jaime Breihi (1980), Modelo epidemiológico para análisis de políticas de salud de Dever (1981), modelo de Evans y Sttodard para salud de las poblaciones (1989), Modelo socioeconómico de Dahlgren y Whitehead (1991), Modelo de selección y relaciones de causalidad de Mackenbach (1994), Modelo del paradigma ecoepidemiológico de Susser & Susser (1996), Modelo de Diderichsen y Hallqvist (1998), Modelo de inequidades de Marmot y Wilkinson (1999), Modelo de Diderichsen, Evans y Whitehead (2001) y el Modelo de la Comisión de Determinantes Sociales de la Salud (2005).⁽¹⁸⁾

En tanto, el concepto de promoción de salud, tiene sus bases en la visión social de la salud; mencionada desde la época de Hipócrates y descritas en el siglo XIX por William Alison en 1820, Louis René Villermé en 1826 y Rudolf Virchow en 1847. Ochoa hace referencia que es a partir de la segunda década del siglo XX que aparecen evidencias por primera vez en los tratados de salud pública, por Winslow en 1920 y 1923; y por Sigerist 1941-1946.^(3,4,19)

Sin embargo, las bases para su desarrollo conceptual se sentaron en el siglo XX, en la década de los años 70. Estos antecedentes se encuentran en la propuesta de determinantes de la salud, enunciada en Canadá (Laframboise, 1973 y Lalonde, 1974); así como en los pronunciamientos realizados en diversos eventos como la Asamblea Mundial de la Salud en 1977 y la Declaración de Alma Atá en 1978.^(3,4)

Los diferentes debates e intervenciones realizados en la década de los 80, sentaron las pautas para conceptualizar, esclarecer y llegar a consensos en lo que a promoción de salud se refiere. Ejemplo de esto es la celebración en 1984 de la primera Conferencia Internacional de Promoción de la Salud, la Carta de Ottawa, las estrategia de la OMS y de la OPS sobre el proyecto de Ciudades Saludables en 1986 y la II Conferencia Internacional de Promoción de la Salud en Adelaida, Australia en 1988, entre otros. Estos eventos, no sólo sirvieron para esclarecer los conceptos sobre el tema; sino que,

además, redimensionaron la salud con un enfoque holístico, haciendo énfasis en sus dimensiones psíquica y social. ^(3,19)

La década de los 90, también marcó el tema en el desarrollo de eventos y nuevas estrategias. Entre las acciones estratégicas en la región del continente americano, en 1991, la OPS efectúa la estrategia “Municipios Saludables”; con experiencias innovadoras de participación social. El papel de la acción social y comunitaria marca un hito; dejando huellas en las Conferencias Internacionales de Promoción de la Salud, en 1991, 1992, 1993 y 1997; en Sundsvall, Colombia, Trinidad Tobago y Yakarta en Indonesia, respectivamente. ^(3,4)

En el nuevo siglo XXI, se continúa con el desarrollo de importantes conferencias sobre el tema. En el primer quinquenio del 2000, en México, se realiza la V Conferencia de Promoción de la Salud, bajo el lema: “Promoción de la salud, hacia una mayor equidad”. En tanto la VI Conferencia Internacional de Promoción de la Salud se desarrolló en el 2005, en Bangkok, Tailandia con el título “Mayor participación en los esfuerzos para mejorar la salud mundial”. En el año 2009, en Nairobi, Kenya; se realizó la VII Conferencia y se debatieron importantes aspectos relacionados con el fortalecimiento de los sistemas de salud, las alianzas y la acción intersectorial, empoderamiento de las comunidades, alfabetización en salud para prácticas saludables y construcción de capacidades para la promoción de salud. ⁽³⁾

Dando continuidad, la VIII Conferencia se efectuó en Helsinki, Finlandia, en el año 2013; un importante llamado fue hecho durante su desarrollo, instando a los gobiernos a cumplir sus obligaciones con la salud y el bienestar de sus pueblos como prioridad política; teniendo en cuenta la equidad, trabajando en la salud en todas las políticas y en las determinantes de la salud. En China, se enuncian como aspectos claves la buena gobernanza, crear entornos saludables y la alfabetización en salud, durante el transcurso de la IX Conferencia en Shangai, en el año 2016. ^(3,4,19)

Fueron muchas las contribuciones y aportes de estas celebraciones, con el desarrollo de conferencias e intercambio con intervención y debate, que generó registros en documentos. A través de la historia desde su definición hasta la actualidad; ha quedado esclarecido y reafirmado el gran peso de los gobiernos, los sectores sociales y la participación de la población. Todo esto hizo posible enriquecer el acervo teórico y fundamento de las políticas y estrategias de salud de los países. Además, de reafirmar y plasmar la educación para la salud, la comunicación y la legislación como los componentes fundamentales de la promoción de salud. ^(3,4,19)

Semejanzas y diferencias entre la promoción de salud y la prevención de enfermedades

Es necesario señalar que aunque la promoción de salud y la prevención de las enfermedades tienen similitudes y se complementan confluyendo en algunos puntos, la prevención es más amplia y existen diferencias entre ambas.

Entre los principales objetivos de la promoción de salud, se encuentran: fortalecer las capacidades individuales y colectivas para actuar sobre los determinantes de la salud, y desarrollar condiciones favorables para la promoción de estilos de vida y entornos saludables. Mientras que la prevención de la enfermedad se propone, principalmente, reducir los factores de riesgo, el daño y la discapacidad y proteger a los individuos y grupos contra los agentes agresivos, por lo cual es de manera fundamental una estrategia de tipo defensivo. ⁽³⁾

La promoción de la salud se dirige a los conjuntos sociales, pues está basada en una concepción de salud colectiva. Busca influir no sólo en el personal de salud, sino también en otro tipo de actores sociales clave. Tal es el caso de quienes tienen poder de decisión política, institucional y/o comunitaria. La prevención se orienta a individuos enfermos y en riesgo de enfermar y está relacionada, en especial, con las responsabilidades del personal de salud. ^(3,4,19)

Ambas aproximaciones coinciden en algunas estrategias entre las que se encuentran: la educación sanitaria, la comunicación y el mercado social, así como el trabajo comunitario. Sin embargo, quienes buscan promover la salud realizan acciones que, desde un enfoque interdisciplinario, implican la acción política, el cambio organizacional y la definición y operación de políticas intersectoriales. ^(3,19)

Las acciones preventivas son acciones destinadas a: evitar la emergencia de enfermedades específicas, a través de medidas como el control del embarazo o las inmunizaciones (prevención primaria); influir en la progresión de la enfermedad por medio de acciones, como los diagnósticos y tratamientos tempranos o la rehabilitación (prevención secundaria y terciaria). ⁽¹⁷⁾

Promoción de salud visual y prevención de ceguera por glaucoma

El glaucoma es considerado un problema de salud pública en muchas regiones del planeta,⁽⁹⁻¹¹⁾ no solo por su prevalencia, en tanto no solo afecta al paciente, sino también a la familia, y la sociedad. Se necesita del conocimiento necesario para adoptar aptitudes y acciones que permitan elevar la calidad de vida de los pacientes, y su inserción social.⁽²⁰⁾ Los bajos niveles de alfabetización en salud, se traducen en un inadecuado uso de los servicios sanitarios, un incremento de los gastos y en un desempoderamiento de la población. ⁽¹⁹⁾

El diagnóstico del glaucoma desde estadios iniciales, antes de establecerse el daño estructural y funcional avanzado, y bajo permanente seguimiento del oftalmólogo, con acciones educativas e interventivas pertinentes, permitirá que la mayoría de los afectados puedan conservar su visión. ⁽²¹⁾

Las estrategias mundiales de prevención de ceguera por glaucoma, están basadas principalmente en el diagnóstico precoz y el tratamiento efectivo que requieren en su mayoría de alta experiencia en su

manejo para que tengan verdadero valor diagnóstico.⁽²²⁾ A pesar del desarrollo científico-tecnológico alcanzado, no se cuenta con un medio diagnóstico lo suficientemente sensible, con alta especificidad y costo accesible, que permita trazar estrategias de pesquisas o cribados para toda la población. Se requiere de la combinación de varios medios tecnológicos para el diagnóstico precoz del glaucoma. Diversas investigaciones se han realizado para la evaluación y validación de tecnologías que mejoran el diagnóstico del glaucoma, con enfoques de pesquisa en poblaciones de riesgo, como la utilización de equipos de imágenes con software como: perímetros y microperímetros, tomógrafos, topógrafos, analizador de fibras nerviosas, cámaras del polo posterior; y otros equipos como tonómetros de mayor precisión, biomicroscopio con mayor resolutivez. Al unísono, se complementan tratamientos antiglaucomatosos con colirios y técnicas de tratamiento con láser (iridotomía, trabeculoplastia y trabeculotomía) para la prevención del glaucoma por cierre angular y como forma de manejo en otros tipos de glaucoma como el primario de ángulo abierto.^(12,15,16)

Por otro lado, la búsqueda de sintomatología asociada a esta enfermedad no resulta ser práctica habitual del personal que trabaja en los servicios oftalmológicos de atención primaria, lo que puede retardar el diagnóstico.⁽²³⁻²⁵⁾

Se debe señalar, que a pesar de las diversas estrategias tomadas en los diferentes países del mundo acorde a los lineamientos de la OMS para el control y prevención de ceguera por esta enfermedad, aún no se ha podido disminuir los índices de discapacidad visual por glaucoma.⁽²⁶⁾ La prevalencia de la enfermedad muestra una tendencia al incremento, con una variada manifestación histopatológica y expresión geográfica, demográfica y sociocultural; que repercute e impacta de forma negativa la calidad de vida de los individuos, la familia y la sociedad, dada su relación con un elevado índice de ceguera.⁽¹³⁻¹⁶⁾

En relación a lo explicado anteriormente; se deduce que la promoción de la salud visual desempeña un papel crucial en la prevención de la ceguera por glaucoma. “Se ha demostrado que el cumplimiento del tratamiento se puede mejorar con la educación sanitaria, ampliando los conocimientos básicos y esenciales acerca de su enfermedad en la población afectada”.⁽²⁷⁾

El conocimiento sobre el glaucoma guarda relación con la probabilidad de buscar atención médica regular para su detección temprana. Esto resalta la importancia de educar a la población sobre los factores de riesgo, los síntomas y realizarse exámenes oftalmológicos regulares. La promoción de la salud visual debe dirigirse no solo al paciente con diagnóstico de glaucoma. El estudio de Cámara et al.,⁽²⁸⁾ demostró bajo nivel de conocimientos en la población estudiada. La mejora de este nivel de conocimientos podría ayudar a la detección temprana de la enfermedad en poblaciones de riesgo.

Además de la promoción de la salud visual, es fundamental fomentar la importancia de la detección temprana del glaucoma a través de exámenes oftalmológicos completos, de forma regular, en

individuos con factores de riesgo. En ocasiones el diagnóstico no es inmediato, y el individuo sin percepción de riesgo, suele abandonar el seguimiento oftalmológico, lo que conlleva a un retraso en el diagnóstico, y detección en estadios avanzados de la enfermedad.⁽²⁹⁾ Se destaca la importancia de la detección temprana y el monitoreo regular de la evaluación del daño glaucomatoso estructural en el nervio óptico y capas de fibras nerviosas de la retina, la presión intraocular y el daño funcional en el campo visual para prevenir la progresión del glaucoma.

Entre los estudios más utilizados se encuentran los de detección de daño estructural y funcional, a través de tecnologías de imágenes, pero entre sus limitaciones se encuentran la variabilidad interindividual de los resultados y la falta de congruencia entre los hallazgos de la tomografía de coherencia óptica y campimétricos. En la actualidad se trabaja sobre modelos de inteligencia artificial basados en la combinación de algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones en conjuntos de datos observados y predecir resultados, sin modelos preprogramados.⁽³⁰⁾

La implementación de programas de detección temprana también es importante para la prevención de la ceguera por glaucoma. Peraza,⁽³¹⁾ refiere que “la práctica de cuidados preventivos a través de exámenes periódicos de los mismos, permitirán el diagnóstico y tratamiento temprano de dichos problemas, todo orientado a mantener una buena visión y salud ocular y, cuando sea posible, para prevenir la pérdida de la visión”.

La telemedicina, se ha propuesto, tanto para la prevención como el seguimiento del paciente. Mejora el acceso a la información; la prestación de atención remota que suple las deficiencias locales de pocos recursos y falta de asistencia, y el seguimiento en la atención de salud con la reducción de los costos de atención.⁽³²⁾

Roque⁽³³⁾ en su investigación plantea que “un adecuado nivel de conocimiento sobre el glaucoma, podría impactar en la calidad de vida de los pacientes, debido a que se podría evidenciar mejoras en la adherencia al manejo integral de la patología”.

Múltiples son las estrategias mundiales en torno al tema, abordando el diagnóstico precoz y adecuado seguimiento y control, tomando en consideración la educación tanto del paciente, los grupos vulnerables de riesgo, y los profesionales que los asisten.⁽³³⁻³⁵⁾ Se reconoce el papel de la educación en los diferentes niveles para la prevención de ceguera por glaucoma. En este sentido, Castillo y colaboradores⁽¹⁹⁾ plantean que los bajos niveles de alfabetización en salud, se traducen en un inadecuado uso de los servicios sanitarios, un incremento de los gastos y en un desempoderamiento de la población.

La promoción de salud visual en la prevención de la ceguera por glaucoma contribuye a generar conocimiento y difundir información sobre la enfermedad, por eso es importante el desarrollo de estudios que conduzcan a identificar la prevalencia de la enfermedad en la población, brindando así

herramientas que sustenten la necesidad de comprometer los organismos médicos con la promoción y prevención de la misma.

Conclusiones

La prevención de ceguera por glaucoma debe abarcar todos los niveles de salud, e incluir al paciente, la familia y la sociedad, apoyado en la promoción de la salud visual. Se precisa de programas integrativos accesibles para toda la población que abarquen la educación, el uso de medios diagnósticos, terapéuticas efectivas y seguimiento adecuado en la prevención de la ceguera por glaucoma.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: N.S.E., L.F.A., M.R.C.G.; Conservación de datos: N.S.E.; Análisis formal: N.S.E.; Investigación: N.S.E., L.F.A., M.R.C.G.; Metodología: N.S.E., L.F.A., M.R.C.G.; Administración de proyecto: N.S.E.; Supervisión: N.S.E.; Redacción-borrador original: N.S.E.; Redacción-revisión y edición: N.S.E., L.F.A., M.R.C.G.

Referencias bibliográficas

1. Terris M. Conceptos de promoción de la salud: Dualidades de la teoría de la salud pública. En: Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, Promoción de la salud: una antología. Washington DC. [Internet] 1996. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3318/Promocion%20de%20la%20salud%20una%20antologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Naciones Unidas. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe, Santiago. CEPAL. [Internet] 2018. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
3. Ochoa R. Bases para implementar la promoción de salud. En: Higiene y Epidemiología. Aspectos básicos. La Habana: Ed. Ciencias Médicas. 2021; Cap 3. p.23- 37.
4. Álvarez AG. La determinación social de la salud. Una antología: veinte años de trabajo del grupo de estudios del INHEM. Editorial Ciencias Médicas. 2023. p.1-211.
5. Carbonel IC. Epidemiología, prevención y control de enfermedades no transmisibles. En: Higiene y Epidemiología. Aspectos básicos. La Habana: Ed. Ciencias Médicas. 2021; Cap 3. p. 23- 37.
6. Pérez MJ, Velázquez NM, Rodríguez EI, Pérez RG, Parapar SI, Massip J. La perfusión del nervio óptico y su repercusión en el glaucoma primario de ángulo abierto. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. [Internet] 2021 [citado 10 enero 2024];40(4):e951. Disponible en: <https://revbiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/download/951/1065>
7. Pérez H, Hernández J, Tamargo T. Extracción precoz del cristalino para el control de la presión intraocular en cierre angular primario. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. [Internet] 2023 [citado 2024 ene 10];13(2). Disponible en: <https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1274>

8. Farfán AP, López FR, López RJ, Navia RA. Factores de riesgo asociado a glaucoma en pacientes de 40 a 65 años, hospital IEES Portoviejo. RECIAMUC. [Internet] 2022 [citado 23 mayo 2023];6(1):72-84. Disponible en: [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\)](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1))
9. Romero AD. Glaucoma: un reto para la salud pública. [Tesis en opción al título de Especialista en Oftalmología. Universidad Antonio Nariño Bogotá]. [Internet] 2020 [citado 21 enero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2342/1/2020AnaDanielaRomeroChia.pdf>
10. Vargas AJ, Sojo JR. Glaucoma: aspectos relevantes. Rev Méd Sinergia. [Internet] 2022 [citado 10 abril 2023];7(8):e880. Disponible en: <https://doi.org/10.31434/rms.v7i8.880>
11. Crisol DA. Glaucoma primario de ángulo abierto: una prioridad en la oftalmología. Revista Científica Estudiantil de Cienfuegos Inmedsur. [Internet] 2022 [citado 10 abril 2023];5(1). Disponible en: <http://www.inmedsur.cfg.sld.cu/index.php/inmedsur/article/view/176>
12. Serpa M, González Y, Chaswell Y, Leal B, Rodríguez S. La ceguera y la baja visión en Cuba y en el mundo. Rev Cubana Oftalmol; [Internet] 2023 [citado 10 enero 2024];36(1):1-13. Disponible en: <https://revofthalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologi/article/download/1659/pdf>
13. OMS. Ceguera y discapacidad visual. Organización Mundial de la Salud. [Internet] 2023. [citado 10 abril 2024] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
14. World Glaucoma Association (WGA). Estadísticas. [Internet] 2024 [citado 12 enero 2025]. Disponible en: <https://www.glaucopatients.org/es/basica/estadisticas/>
15. Suárez N, Fernández L, Concepción MR. Fundamentos epistemológicos sobre la prevención de ceguera por glaucoma. Revista Opuntia Brava. [Internet] 2024. [citado 30 junio 2024];16(2):152-161. Disponible en: <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/2127>
16. Suárez N, Fernández L, Concepción MR. La educación para la prevención de ceguera por glaucoma. Revista Salud y Desarrollo. [Internet] 2025 [citado 20 enero 2025]; 9(1) Disponible en: <https://doi.org/10.55717/SAKC1175>
17. Suvá JA. Examen periódico de salud. En: Argente H, Álvarez M. Semiología Médica. Fisiopatología, Semiotecnia y Propedéutica. Enseñanza-aprendizaje centrada en la persona. 3^{ra} edición. Editorial Médica panamericana. Buenos Aires, Argentina. 2021. p:13-18.
18. Álvarez A. Determinación social de la salud. En: Higiene y Epidemiología. Aspectos básicos. La Habana: Ed. Ciencias Médicas. 2021; Cap 4. p. 43- 71.
19. Castillo Y, Karam MA, Moreno MPA, Ramírez N. Alfabetizar en salud: un elemento olvidado de la promoción de la salud. Revista Dilemas Contemporáneos. [Internet] 2024. [citado 20 enero 2025]; 11(3):1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i3.4193>
20. Tarek T, Aboulnasr AM, Saeed MA. Glaucoma Quality of Life-15 Questionnaire to Assess the Functional Disability in Egyptian Glaucomatous Patients. Benha Medical Journal (BMFJ). [Internet] 2022 [citado 2023 Enero 20];39:24-37. Disponible en: <https://doi.org/10.21608/bmfj.2021.24031.1214>
21. Stein JD, Khawaja AP, Weizer JS. Glaucoma in Adults. Screening, Diagnosis, and Management. JAMA. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2023];325(2):164-74. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.21899>
22. Feijoo EEL. Frecuencia del uso de la terapia médica máxima en pacientes con glaucoma [Tesis de Maestría, Universidad de Guadalajara]. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2023] Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/3398>
23. López N, Álvarez Y, Darias G. Estrategia de Superación Profesional del Oftalmólogo para la Atención del Glaucoma en Servicios Primarios de Salud. [Internet] 2022 [citado 20 enero 2024];9(1) Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/viewFile/1121/475>

24. López N. La superación profesional del oftalmólogo para la atención del Glaucoma en servicios primarios de salud [Tesis de Maestría, Universidad de Matanzas]. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2023] Disponible en: <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3263/TM21%20Naivy.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
25. Suárez I, Pérez A, Zazo E, Regla M. Fundamentos teóricos que sustentan las relaciones esenciales que caracterizan la educación en salud de enfermedades oftalmológicas. Varona. Revista Científico Metodológica. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2023];72:40-45. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3606/360670798009/html/>
26. Zamora LI. Glaucoma: perspectivas actuales de la detección, diagnóstico, manejo de pacientes y tratamiento. En: Retos Actuales en las Ciencias de la Salud: Una visión desde la enfermería. Ed. BINARIO. 2021.p.56-66.
27. Ordoñez MA. Determinación del conocimiento de su enfermedad en pacientes con glaucoma. [Tesis de Máster en subespecialidades oftalmológicas - glaucoma, Universidad de Valladolid]. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2025] Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42489/TFM-M514.pdf?sequence=4>
28. Cámara RR, Uría E, Lengua P, Munayco F. Nivel de conocimientos sobre Glaucoma en pacientes no glaucomatosos del servicio de oftalmología del Hospital Es salud “Augusto Hernández Mendoza” de Ica-Perú, septiembre-diciembre 2018. Revista Médica Panacea. [Internet] 2020 [citado 20 enero 2025];9(3):159-164. Disponible en: <https://doi.org/10.35563/rmp.v9i3.368>
29. Esporcatte B, da Silva NA. Glaucoma: seguimiento clínico e exames complementares. Diretrizes da sociedade brasileira de glaucoma. [Internet] 2023[citado 20 enero 2025] Disponible en: <https://www.sbglaucoma.org.br/medico/wp-content/uploads/2023/12/02-DIRETRIZ-SEGUIMIENTO-CLINICO.pdf>
30. Fernández L, Piloto I, Ramón T, Delgado L, Enamorado KY. Detección de glaucoma mediante tomografía de coherencia óptica. Revista Cubana de Oftalmología. [Internet] 2023[citado 20 enero 2025];36(2):e1707. Disponible en: <https://scielo.sld.cu/pdf/oft/v36n2/1561-3070-oft-36-02-e1707.pdf>
31. Peraza CX. Sinergia entre la salud visual y la educación para el desarrollo sostenible. RECIMUNDO. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2025];suple 1:33-43. Disponible en: <https://doi.org/10.26820/recimundo/5>
32. Memmel AR, Gómez R, Manresa J, Franco NA, Zapata MA. Telemedicina portátil para la prevención de la ceguera en el Paraguay. Oftalmología Clínica y Experimental. [Internet] 2021 [citado 2023 Enero 20];14(4):193-201. Disponible en: <https://revistaoce.com/index.php/revista/article/view/91>
33. Roque EC. Factores asociados al nivel de conocimiento sobre glaucoma primario de ángulo abierto en pacientes del instituto nacional de oftalmología 2021. [Tesis de especialista en oftalmología, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. [Internet] 2021 [citado 20 enero 2025] Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9340/Factores_RoqueChoque_Elizabeth.pdf?sequence=1
34. Rodríguez EI, Valcárcel N, Pérez M. La superación de especialistas en Oftalmología en Atención Primaria de Salud. Revista de Pedagogía Profesional. [Internet] 2020 [citado 2023 Enero 20];18(1). Disponible en: <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rPProf/article/view/913>

/ **Received:** [12 enero 2025] | **Accepted:** [4 febrero 2025] | **Published:** [15 marzo 2025] |

Citation: Suárez-Estévez, N. Fernández-Argones, L. Concepción-García, M. 2025. Promoción de la salud visual en la prevención de ceguera por glaucoma Volumen 10, (No 1). **DOI:** 10.70373/RB/2025.10.01.16

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

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



Caristius sp.

Los análisis de identificación taxonómica del Ictioplancton se realizan a través de métodos tradicionales y metodologías estándares que permiten determinar épocas y zonas de desove de las principales especies hidrobiológicas, son realizados en los Laboratorios de Ictioplancton del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca – IPIAP.



**Secretaría de
Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación**

17 Implementación de la Estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable en una sociedad científica estudiantil**Implementation of the Strategy for the Promotion of Healthy Eating Habits in a Student Scientific Society**

Mabel de los Angeles Fuentes Lorente, ¹Jorge Díaz Sánchez ¹, Maylena Gómez Babastro² Marlexi Frómata Samón²

¹ Carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba. mabel.fuentes@reduc.edu.cu ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1689-6334>, jorge.diaz@reduc.edu.cu. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1193-8873>

² Estudiante de la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Cuba. Maylena Gómez Babastro, maylena.gomez@reduc.edu.cu

Marlexi Frómata Samón, marlexis.frometa@reduc.edu.cu

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.17

Resumen

Se desarrolló un estudio sobre hábitos de alimentación saludable en los estudiantes de la sociedad científica Jóvenes por la Salud, teniendo en cuenta que el panorama mundial relacionado a la alimentación en los últimos años demuestra la existencia de una dieta poco saludable, provocando inseguridad alimentaria en la población. La investigación tiene como objetivo la implementación de la estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable, alimentos orgánicos y setas comestibles. Las acciones fueron valoradas de positivas tanto por estudiantes como por los promotores universitarios y profesores tutores. La entrevista post implementación se aplicó a los 22 estudiantes que pertenecen a la Sociedad Científica Estudiantil Jóvenes por la salud, (tres padecen enfermedades crónicas no transmisibles, siete están bajo peso, tres sobrepesos y tres obesos). Los alimentos más consumidos son los refrescos, arroz, pan, azúcar. Dentro de los menos consumidos el pescado y los vegetales, aspecto que mejora después de la implementación. Eligen los alimentos por el sabor, nutrición y economía. Todos los entrevistados conocen que es un alimento orgánico. Solo consumen setas comestibles dos estudiantes, el resto no las ingieren, por no encontrarla con facilidad, no les gustan. Tres estudiantes no realizan ejercicios físicos con frecuencia. La estrategia implementada posibilitó a los estudiantes adquirir conocimiento sobre hábitos alimentarios saludables, alimentos orgánicos y setas comestibles y mejorar en parte su alimentación.

Palabras clave: hábitos alimentarios saludables, setas comestibles, alimentos orgánicos, estrategia de promoción de hábitos alimentarios saludables

Abstract

A study was conducted on healthy eating habits among students in the scientific society Young People for Health, considering that the global food landscape in recent years has shown the prevalence of an unhealthy diet, leading to food insecurity in the population. The research aimed to implement a strategy to promote healthy eating habits, organic foods, and edible mushrooms. The actions were positively evaluated by students, university promoters, and tutor professors. A post-implementation interview was conducted with the 22 students belonging to the Young People for Health Scientific Student Society (three have chronic non-communicable diseases, seven are underweight, three are overweight, and three are obese). The most consumed foods include soft drinks, rice, bread, and sugar. The least consumed foods are fish and vegetables, a pattern that improved after the implementation. Students choose foods based on taste, nutrition, and affordability. All interviewees are familiar with the concept of organic food. Only two students consume edible mushrooms, while the rest do not, either because they are not readily available or they do not like them. Three students do not engage in physical exercise regularly. The implemented strategy enabled students to acquire knowledge about healthy eating habits, organic foods, and edible mushrooms, contributing to a partial improvement in their diet.

Keywords: healthy eating habits, edible mushrooms, organic foods, strategy to promote healthy eating habits

Introducción

La educación alimentaria y nutricional (EAN) constituye hoy un elemento necesario e imprescindible para todos los gobiernos, en aras de minimizar o erradicar enfermedades no transmisibles que tienen estrecha relación con la alimentación. Una adecuada educación en temas como la alimentación sana y hábitos alimentarios saludables (HAS) requiere no solo de los profesionales de la salud, se trata de una temática inter, trans y tras sectorial, institucional y actuar, que involucra a toda la sociedad. Es por ello que objetivo tres Salud y Bienestar de la Agenda 2030 planteado por la OMS, se dan las pautas a seguir para la erradicación de la desnutrición y malnutrición en los diferentes grupos etarios (niños, adolescentes, embarazadas y adultos mayor) por solo citar algunos.

Si se conoce que los HAS se transmiten de generación en generación sin sufrir modificaciones significativas, los mismos dependen de varios factores dentro de ellos los económicos, culturales, sociales, religiosos, geográficos y las dietas. En la actualidad se incrementa el consumo de alimentos no saludables como la comida chatarra, grasas trans, sal y azúcares, así como una disminución de la ingesta de verduras, frutas y proteínas de origen vegetal ¹. Una de las edades que tienden a alejarse de HAS es la adolescencia, etapa en la cual se manifiesta el consumo de alimentos poco saludables ², por lo que las buenas conductas con relación a la alimentación benefician la salud de las personas ³. Una preocupación común de muchos adolescentes es hacer dieta, las cuales no son indicada por ningún facultativo y por consiguiente pueden no satisfacer las necesidades nutricionales ⁴.

La educación para la salud surge de un proceso de comunicación entre profesionales de la salud y la comunidad con el objetivo de mejorar la salud de la población mediante la capacitación para la toma de decisiones. La promoción de la salud se ha convertido en componente básico para las personas que admiten la necesidad de una modificación en su estilo de vida. La promoción de hábitos alimentarios saludables tiene una estrecha relación con la promoción de salud ya que ambas se encargan de que las personas lleven estilos de vida saludables. La educación en este sentido, cumple con un rol fundamental y se convierte en uno de los motores que hacen funcionar y garantizan el desarrollo sostenible ⁵

Es por ello que realizar intervenciones en este sentido es contribuyen a modificar estilos de vida saludables y mejorar la salud personal y familiar, mediante estrategias, programas y otros sobre promoción de HAS los cuales contribuyen a elevar el conocimiento, las habilidades y responsabilidades de los individuos sujetos a estas, con el fin de establecer pautas que los lleven a mantener un estilo de vida saludables.

La estrategia de promoción de HAS en una sociedad científica estudiantil (SCE) en el preuniversitario Inés Luaces Sánchez, que se realiza como parte de proyecto de Desarrollo de tecnologías para la

producción de alimentos a partir de setas comestibles en la cadena agroalimentaria, de ahora en lo adelante proyecto de setas comestible (PSC) donde los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Alimentarias dan cumplimiento en parte a la Ley 148/2022 Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional ⁶.

Como antecedente se tiene el diagnóstico realizado los estudiantes de la sociedad científica estudiantil Jóvenes por la salud el cual demuestra que poseen insuficientes hábitos de alimentación saludable pues no consumen pescado, vegetales, viandas y frutas según los requerimientos nutricionales para su edad. La actividad física que realizan es moderada, existe una fuerte relación ente el índice de masa corporal (IMC) y entre el peso real y la percepción del peso corporal, así como la cantidad de agua y la edad no tienen relación con el IMC, el peso real y la percepción del peso corporal ². Teniendo en consideración este diagnóstico se diseña la Estrategia de promoción de HAS para estudiantes de la Sociedad Científico Estudiantil.

Por lo que el objetivo de la investigación es la implementación de la Estrategia de promoción de HAS en una SCE mediante una intervención educativa desde la dimensión extracurricular.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio pre experimental educativo tipo antes y después sin grupo de control en el preuniversitario Inés Luaces Sánchez del municipio Camagüey, en dos momentos. Uno primer momento de mayo a noviembre de 2023 y el segundo de enero de 2024 hasta fecha.

Los promotores fueron tres estudiantes y dos profesores tutores de la carrera de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Para evaluar la implementación parcial de la estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable en una sociedad científica estudiantil.

La muestra estuvo conformada por los 22 estudiantes miembros de la Sociedad Científica Estudiantil Jóvenes por la Salud.

Se partió del resultado obtenido en la aplicación de un cuestionario con el objetivo de identificar los hábitos alimentarios saludables en los estudiantes de la Sociedad Científica Estudiantil Jóvenes por la Salud

Se utilizaron los métodos teóricos:

El análisis y síntesis: el que permitió el estudio de los aspectos esenciales de la literatura y las fuentes consultadas vinculadas con el problema tratado.

La inducción y deducción: proporcionó el establecimiento de nexos y relaciones entre los elementos teóricos que sustentan el trabajo y los resultados obtenidos.

El histórico y lógico: facilitó el estudio de los antecedentes del problema que se aborda en la etapa de conformación de los fundamentos teóricos.

Los métodos empíricos utilizados fueron:

La revisión bibliográfica, con el objetivo de obtener información sobre el tema en estudio a través de bases de datos como Science Direct, PubMed, Medline y Scielo. Las palabras clave empleadas fueron: hábitos alimentarios saludables, adolescentes y jóvenes, alimentos orgánicos, setas comestibles, e implementación de estrategias

Un cuestionario pos intervención con el objetivo de identificar los hábitos alimentarios saludables en los estudiantes de la Sociedad Científica Estudiantil Jóvenes por la Salud.

Los resultados obtenidos se procesaron mediante el software o programa estadístico Statgraphics Centurion XV 15.1.02. Se calcularon los estadígrafos, media, desviación estándar, varianza, frecuencia y análisis multivariado.

Se elaboraron medios didácticos para dar cumplimiento a los objetivos trazados en las acciones donde proceden, los cuales se les entregaron impreso y por enviaron por WhatsApp:

- Tríptico sobre cinco claves sobre la inocuidad alimentaria.
- Tríptico sobre Alimentos orgánicos
- Plegable sobre Hábitos alimentarios saludables para adolescentes.
- Se realizó y presentó a los estudiantes un power poing con el título Tablas de calorías, lípidos, proteínas e hidratos de carbono de algunos alimentos en base a 100 g

Se utilizo la tabla diseñada por Changotasig y Joza, ⁷ la cual refleja el plan de actividades, antecedentes, objetivos de las mismas, así como las valoraciones de participantes e investigadores.

Resultados

La estrategia de promoción de hábitos alimentarios saludables tuvo como fundamento la transmisión de conocimientos sobre la adquisición de los mismos, con la finalidad de corregir conductas pocos saludables de alimentación, corregir pautas negativas se hace necesario, si se considera que los hábitos que se adoptan en la niñez y la adolescencia generalmente se mantienen durante la vida adulta y puede ocasionar el incremento ECNT.

La estrategia se diseña teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

- Introducción
- Fundamentación
- Objetivo general: Fomentar la adquisición de HAS en los estudiantes del preuniversitario de décimo grado que conforman la sociedad científica Jóvenes por la Salud.
- Planeación estratégica donde se definen las metas u objetivos a corto y mediano plazo, permitieran la transformación de los estudiantes del preuniversitario Inés Luaces, desde su estado real hasta el estado deseado, el cual es que estos lleguen a tener HAS. Fueron

planificadas las acciones, recursos, medios y métodos que corresponde a los cuatro objetivos específicos.

- Principios metodológicos para la planificación estratégica. Se trabajó el diseño de dicha estrategia desde la dimensión extracurricular, aunque la estrategia debe completar la arista de la diversidad, pero al llegar al grupo no fue necesario al no existir estudiantes con necesidades educativas especiales.
- Instrumentación, el plan de acción quedó conformado por 12 acciones, con fecha de cumplimiento, participantes y responsables.
- Evaluación, se realiza durante toda la aplicación de la estrategia a través de las actividades prácticas, el taller final y el diagnóstico post implementación. Plantea además los criterios de evaluación, los tipos (inicial, formativa, global, procesual) y herramientas de evaluación.

Valoración de las acciones realizadas en la implementación de la estrategia

La implementación de la estrategia ha implicado una serie de acciones clave para asegurar su éxito. Esto incluye la identificación de objetivos claros, la asignación de recursos adecuados, la definición de roles y responsabilidades, el aseguramiento y evaluación de progresos, así como la comunicación efectiva con todas las partes involucradas. Estas acciones son fundamentales para garantizar que la estrategia se lleve a cabo de manera eficiente y que se alcancen los resultados deseados. De tal forma se muestra en la tabla uno.

Tabla 1. Acciones realizadas en la implementación de la estrategia

Actividad	Antecedentes	Objetivos	Procedimientos	Valoración de los participantes	Valoración del investigador
Charlas Educativas Hábitos alimentarios y salud	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de encuentros de este tipo con objetivos similares	Sensibilizar a los estudiantes con la necesidad de desarrollar hábitos alimentarios saludables	La charla se organizó en cuatro sesiones que permitió escalar el acercamiento al tema y su importancia para la salud de cada uno de los estudiantes. Se utilizó una metodología participativa que propició el intercambio y el debate	Los estudiantes expresaron que conocieron lo relacionado con los hábitos alimentarios saludables. En la respuesta a la pregunta ¿Conoces algún hábito alimentario saludable? se reflejan en porcentajes. Mucho 90 % Poco 8 % Ninguno 2%.	Las charlas permitieron un diagnóstico preliminar sobre los conocimientos del tema que poseía el grupo. En general, se logró una sensibilización y aprendizaje del tema, su importancia e incidencia en la calidad de

			acerca del tema.	El 98 % de los sujetos expresaron que le gustó la actividad.
Conferencia sobre HAS, factores que intervienen en ellos.	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de encuentros de este tipo con objetivos similares	Fomentar la enseñanza acerca de una vida sana y mejorar los hábitos de alimentación.	La conferencia se organizó en una sesión que permitió escalar el acercamiento al tema y su importancia para la salud. Al concluir se realizó un debate y por WhatsApp se le envió una serie de preguntas sobre el tema.	En las respuestas enviadas por WhatsApp, el 97 % de los estudiantes expresaron que el tema debatido le permitió conocer cómo mejorar los hábitos de alimentación. Un 85%, manifiesta que estaban preparados para dar charlas sobre: métodos de cocción. Preferencias para consumir bebidas refrescantes y la frecuencia a consumir.
Dar a conocer la Ley 148/2022 Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional.	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de encuentros de este tipo con objetivos similares	Concientizar a los alumnos acerca de los beneficios del cumplimiento de la Ley 148/2022 Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional.	Se presentó un power point sobre la ley 148/2022 Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional.	Durante el debate del power point, los alumnos expresaron sus ideas referentes a las diferentes alternativas que se deben adoptar en el territorio y presentar este tema al resto de los estudiantes.
Taller con los alumnos Hábitos alimentarios saludables y	No se conoce de actividades similares con los	Debatir y profundizar en los conocimientos sobre hábitos	Se dividió en dúos y cada uno fue mostrando mediante	La formación de los dúos de forma espontánea le permitió
				Este encuentro permitió evaluar conocimientos adquiridos y

la importancia para los adolescentes y las familias”	sujetos estudiados.	alimentarios saludables, adquiridos.	iniciativas propias un tema específico previamente orientado.	valorar y comparar los conocimientos que han adquirido sobre HAS y cómo se debatía en la familia. El 100% de los educandos manifestó que le gustó la actividad.	determinar si era necesario incorporar nuevas actividades a la estrategia.
Actividades sobre las guías alimentarias cubanas para personas mayores de dos años.	No se conoce de actividades similares con los sujetos estudiados.	Reconocer la importancia de una alimentación correcta, así como las consecuencias de un déficit nutricional para prevenir enfermedades. Identificar las características y los requerimientos nutricionales en los adolescentes.	Se presentó un powert point sobre las guías alimentarias cubanas para personas mayores de dos años.	Con el debate del powert point, los estudiantes manifestaron las consecuencias que puede tener para la salud el déficit nutricional.	Permitió a los estudiantes se mas proactivos en el cuidado de su propia salud y en el de sus familias.
Actividades prácticas sobre el cálculo de Índices de masa corporal (IMC) y la importancia de mantener el rango ideal	No se conoce de actividades similares con los sujetos estudiados.	Argumentar sobre la técnica para calcular una dieta modificando patrones de alimentación.	Se realizaron ejercicios sobre el cálculo de IMC y abordar sobre el rango ideal	Expresaron que aprendieron a calcular el IMC y la importancia de mantener un rango ideal	Permitió a los estudiantes tomar conciencia sobre su propia salud y desarrollar habilidades en tanto a la gestión de sus alimentos
Difundir material impreso y digital sobre manual de inocuidad, definiciones,	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de	Validar el material educativo.	Se envió por el grupo de WhatsApp el material digital sobre el tema	Manifestaron la importancia de mantener una higiene adecuada en los lugares donde se procesa y	Permitió a los estudiantes conocer sobre la inocuidad de sus alimentos

y beneficios nutricionales de los alimentos	encuentros de este tipo con objetivos similares				comercializan los alimentos.	
Taller sobre grupos de alimentos, unidad de intercambio y cantidad por intercambio. Ejemplos de dietas según requerimiento energético.	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de este tipo con objetivos similares	Debatir y profundizar en los conocimientos sobre hábitos alimentarios saludables, adquiridos, así como en las técnicas para calcular una dieta modificando patrones de alimentación.	Este ejemplo se les presento con el título Elaborar una dieta equilibrada para una joven sana de actividad física ligera y que tiene 18 años, por lo que en el día necesita 2090 kcal totales/día	Manifiestan que los dotó de la herramienta para calcular una dieta equilibrada utilizando los productos que poseen en la casa, teniendo presente los grupos de alimentos y la cantidad de veces que los consumían.	Esto permitió a los estudiantes conocer sobre las cantidades de alimentos por intercambios que debían consumir	
Taller sobre recetas saludables y como pre actividad práctica sobre preparaciones culinarias para preparar las en la casa con los recursos existente.	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de este tipo con objetivos similares	Promover hábitos alimentarios saludables, enseñar a planificar comidas equilibradas, fomentar la cocina casera, desarrollar habilidades culinarias.	Se realizó un debate sobre la confección de recetas de alimentos saludables, además de la exposición de algunos platos confeccionados por alumnos de cuarto año de la licenciatura en Ciencias Alimentarias. Se escucharon las propuestas de recetas confeccionadas por los estudiantes.	A partir del debate de las recetas saludables que aparecen en el plegable, expresaron que son capaces de elaborar nuevos procedimientos.	Permitió adquirir habilidades culinarias, cambiar sus hábitos alimentarios, fomentar la creatividad en la preparación de los alimentos y tomar conciencia sobre la importancia de una alimentación equilibrada.	
Charlas Educativas sobre Alimentos Orgánicos y Setas	No se conoce de actividades similares con los	Sensibilizar a los estudiantes con la necesidad de desarrollar sus conocimientos	Se organizó en tres sesiones que permitieron escalar el acercamiento	Manifestaron que anterior a las charlas educativas, no tenían prácticamente	Las charlas permitieron un diagnóstico preliminar sobre los conocimientos	

Comestibles.	sujetos estudiados.	sobre alimentos orgánicos y setas comestibles.	al tema abordado.	tema conocimientos sobre el tema y con el mismo llegaron a conocer que son los alimentos orgánicos y las setas comestibles.	del tema que poseía el grupo.
Taller sobre los alimentos orgánicos y su papel dentro de los hábitos alimentarios saludables.	Hasta el momento de su realización no había experiencias anteriores de encuentros de este tipo con objetivos similares.	Concientizar la importancia de los alimentos orgánicos y su impacto para la salud y el medio ambiente, promover la adopción de HAS basado en el consumo de alimentos orgánicos.	Se presentó un plegable sobre los alimentos orgánicos, su importancia dentro de los hábitos alimentarios saludables y algunas recetas elaboradas a partir de estos.	Comentaron que durante el debate del plegable enriquecieron sus conocimientos para identificar los alimentos orgánicos, los cuales deben tener un sello de identificación o ser cultivados sin agentes químicos.	Permitió adquirir conocimientos, mejorar sus hábitos alimentarios, conectar con la naturaleza y contribuir a un sistema alimentario más sostenible y saludable.
Taller sobre las setas comestibles y la importancia de su conocimiento.	No se conoce de actividades similares con los sujetos estudiados.	Desarrollar habilidades para conocer las setas comestibles y diferenciarlas de las tóxicas. Conocer las propiedades nutricionales y medicinales de las setas.	Se realizó un debate sobre los distintos tipos de setas y sus propiedades nutritivas.	Durante el desarrollo del ejercicio se pudo conocer que existen tipos de setas comestibles y otras que poseen características tóxicas, así como las propiedades nutricionales y medicinales.	Permitió adquirir conocimientos e identificar correctamente los tipos de setas, conectar con la naturaleza y contribuir a un sistema alimentario más sostenible y saludable.

2.1.1 Resultados de las entrevistas post - implementación a estudiantes de la Sociedad Científica Estudiantil

Durante la implementación de la estrategia, se realiza un análisis detallado para identificar las áreas en las que los encuestados continúan teniendo dificultades y poder así mejorarlas a través de acciones

específicas. A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes de la Sociedad Científica Jóvenes por la Salud.

La entrevista se realizó a un grupo de 22 estudiantes que oscilan entre los 15 y 16 años de edad, de ellos 15 son del sexo femenino y 7 son masculinos. En el grupo se destacan solo tres estudiantes con enfermedades como diabetes, celíaco, hígado y corazón graso.

Durante la pre implementación, al analizar el IMC de los estudiantes, cuatro estaban bajo peso, 15 se encontraban con un peso normal, sobre peso tres y ningún obeso; mientras que en la post implementación los estudiantes pudieron calcular su IMC, llegando a la conclusión de que en el grupo predominan nueve estudiantes con un peso normal, siete bajos pesos, tres sobrepesos y tres obesos.

En el análisis de la pre implementación y la post implementación se identificó que el consumo de agua diario por los estudiantes oscila entre los 2 y 2,2 litros.

Al responder a la pregunta de la frecuencia de consumo de alimentos diariamente, se evidencia que dentro de los alimentos menos consumidos por los estudiantes se encuentran pescado, mantequilla, manteca, dulces en almíbar. Además, se muestra el rechazo de productos no alimenticios por los encuestados como es el caso de las bebidas alcohólicas, tabacos y cigarrillos.

Consumir frutas y verduras en abundancia, proteínas magras, grasas saludables y carbohidratos complejos es la clave para una dieta equilibrada y saludable.

La tabla dos muestra los alimentos más consumidos por los encuestados y promedio diario. En la misma se evidencia la disminución en el consumo de refresco, arroz, aceites como los de mayor significación. Explican en el caso de la disminución del refresco y el aceite se debe a no ingerir frituras, minutas y bebidas en la merienda

Tabla 2. Alimentos y otros productos más consumidos por los encuestados.

Alimentos y otros productos consumidos	Promedio de su consumo diario pre implementación	Promedio de su consumo diario post implementación
Refrescos	3.3	2.1
Arroz	2.5	1.9
Pan	2.0	1.9
Azúcar	1.5	1.5
Aceite	1.8	1.3
Huevos	1.4	1.3
Carnes blancas	1.2	1.2
Frutas	1.4	1.5

Viandas	1.4	1.4
Vegetales	1.1	1.7
Café	1	1

En el análisis de los eventos de alimentación en la estrategia de promoción los estudiantes destacan con una mayor frecuencia el almuerzo (100%), el desayuno (95,45%), la comida y por último, la merienda de la mañana (50%) y la cena (50%); existiendo un cambio con respecto a los resultados de la implementación de la estrategia ya que los eventos de alimentación más realizados por los estudiantes son el almuerzo con un 90.9%, luego el desayuno y la comida ambos con un 86,36%, quedando como última opción la cena. La figura uno muestra la comparación de los eventos alimentarios que realizan los estudiantes diariamente antes y durante de la implementación de la estrategia.

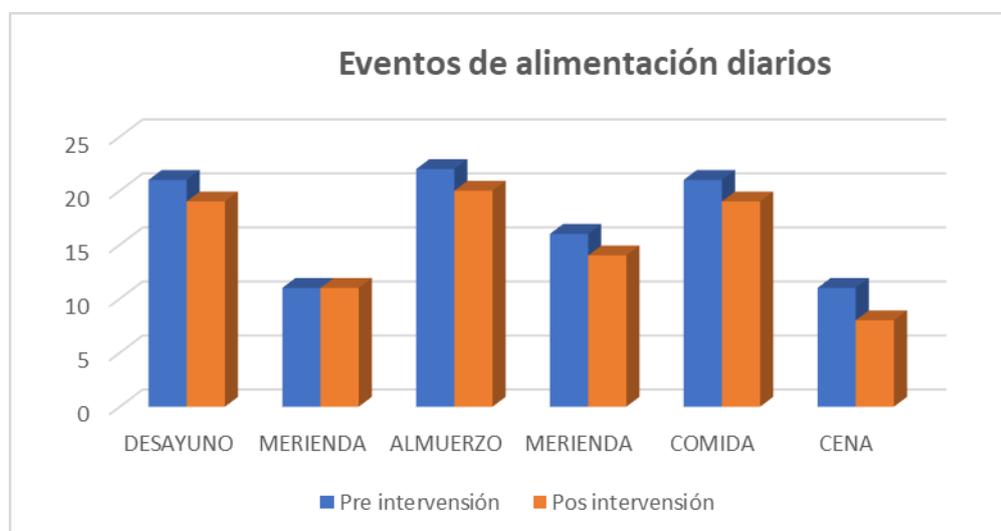


Figura 1. Eventos alimentarios diarios por estudiantes.

Durante la pre implementación 15 de los estudiantes realizan los eventos alimentarios en distintos horarios y los 7 restantes siempre lo realizan en la misma hora; mientras que en la post implementación es lo contrario, 15 de los estudiantes siempre los realizan a la misma hora y los 7 restantes en horarios diferentes. Como se puede observar existe una tendencia a realizar los eventos alimentarios a la misma hora luego de la implementación.

En la conducta alimentaria del adolescente se podrían destacar hábitos frecuentes como: omitir alguna de las comidas, ingerir refrigerios, consumir comidas rápidas, no comer en familia, seguir dietas sin indicación médica, iniciar una actividad física intensa sin el asesoramiento adecuado u optar por el sedentarismo marcado por el hábito de pasar muchas horas frente al televisor o la pantalla del ordenador.

Al examinar las respuestas de los encuestados con respecto a la realización de la comida, 21 respondieron que lo hacen en casa, 10 lo hacen acompañado, seis comen solos de ellos uno prefiere la comida rápida, cuatro con toda la familia y solo dos en la mesa.

Dentro de los criterios por los cuales los estudiantes eligen los alimentos, se evidencia que la mayoría lo hacen por el sabor, en este caso los estudiantes coinciden con el mismo criterio antes y durante la implementación; la segunda razón más elegida durante la pre implementación fue la apariencia mientras que en la implementación de la estrategia fue la nutrición, siendo la economía el criterio menos determinante en su elección durante la pre implementación y la dieta durante la post implementación.

En la pre implementación se estudió el conocimiento de los encuestados acerca de los alimentos orgánicos. De los estudiantes 14 respondieron que conocen lo que es un alimento orgánico y los ocho restantes respondieron que no; mientras que durante la implementación se obtuvieron resultados positivos donde los 22 estudiantes conoce lo que es un alimento orgánico.

Dentro de los conceptos de alimentos orgánicos, solo tres estudiantes en la pre implementación se percataron de que todas las definiciones (D) se ajustaba al concepto, mientras que durante la implementación todos los estudiantes se percataron.

Al responder a la pregunta: ¿Qué tipo de alimentos orgánicos consume? El 50% de los estudiantes no lo identifican en el mercado pues no están declarados como tal y el otro 50% consume frutas, viandas y vegetales, sobre todo porque son cosechados en patios familiares.

Respecto al consumo de setas comestibles durante la pre implementación ningún estudiante consumía las mismas, y durante la post implementación solo dos estudiantes dieron criterios positivos mientras que resto no las consumen por los siguientes motivos: el 54.5% no las encuentran con facilidad, al 31.8% no les gusta y al otro 13,6% no las conoce.

durante la pre implementación solo nueve estudiantes tenían conocimiento mientras que en la implementación solo un estudiante desconocía de las mismas.

De los 22 estudiantes el 86,36 % no han incluido las setas en sus alimentos no la encuentran, mientras que el 13,64 % si las han empleado.

En respuesta a la pregunta si quisieran incluir setas comestibles a su dieta durante la pre implementación la mayoría de los estudiantes respondió que no, mientras que durante la post implementación no sabían si incluirlas.

De acuerdo a la pregunta sobre el conocimiento de las bondades de las setas comestibles los 22 estudiantes dieron una respuesta positiva resaltando que las conocen por medios de la Sociedad Científica Estudiantil realizada en su preuniversitario.

Se observó que antes y durante de la implementación de la estrategia los estudiantes realizan de cuatro a cinco días actividades físicas a la semana, solo un estudiante las hace tres días a la semana. Los hábitos saludables junto a la realización regular de actividad física, son necesarios para lograr un estilo de vida sano.

Según el análisis realizado los estudiantes realizan caminatas mayormente de lunes a viernes representando un 90,9%; un 59% los realiza también los sábados y domingos; y solo un estudiante no acostumbra a hacer caminatas ningún día.

Con relación a la pregunta: si consideran que tienen hábitos de alimentación saludable y si conocen cuáles son, el 59 % (13) de los estudiantes respondieron que si considera que tienen HAS, y el 41% (9) considera que no presentan HAS.

Durante la pre implementación solo tres estudiantes desconocían cuáles son los hábitos de alimentación saludable, mientras que en la post implementación todos los estudiantes tenían conocimiento.

Las respuestas relacionadas con el método de cocción más utilizada fue el frito, aun cuando luego de la implementación este porcentaje disminuye en un 25% con relación al diagnóstico inicial. Los gustos y preferencias por el refresco es un tema a considerar para realizar nuevas acciones, aún, cuando en reconocen que no son saludable, pero es lo que más se encuentra en el mercado.

Discusión

El empleo de una estrategia nos orienta al objetivo, nos da una secuencia racional que permite economizar tiempo, recursos y esfuerzos; lo más importante, nos da la seguridad de lograr lo que queremos obtener y de la manera más adecuada para ello ⁸.

En el análisis cualitativo de cada intervención muestra la motivación y aceptación por parte de los estudiantes a través de la reflexión y el debate que se desarrolló en cada momento, mostraron mucho interés en temas como el cálculo del IMC, elaborar una dieta equilibrada, la producción de setas del género pleurotos en la universidad de Camagüey, la producción, distribución y consumo de alimentos orgánicos.

Una alimentación saludable permite que nuestro organismo funcione con normalidad, cubra nuestras necesidades fisiológicas básicas y reduzca el riesgo de padecer enfermedades a corto y largo plazo, brindando una salud física en condiciones, mejor salud mental, mejor rendimiento académico, equidad social y sostenibilidad ⁹.

La principal causa de la obesidad y el sobrepeso es un desequilibrio energético entre las calorías que se consumen y las calorías gastadas. A lo que se añade la reducción del ejercicio físico y el aumento de la ingesta de alimentos ultra procesados con gran aporte calórico y poca calidad nutricional ¹¹.

El agua es el principal constituyente del cuerpo humano, y este no es capaz de producir suficiente agua por metabolismo (menos de 2ml de agua por gramo de molécula) u obtener agua suficiente por la ingestión de alimentos (25%) para satisfacer sus necesidades, de tal manera que es importante prestar atención a lo que bebemos durante el día para asegurarnos de que estamos cubriendo nuestras necesidades diarias de agua, ya que no hacerlo puede impactar de manera negativa en la salud ¹²

Consumir frutas y verduras en abundancia, proteínas magras, grasas saludables y carbohidratos complejos es la clave para una dieta equilibrada y saludable. Estos alimentos son ricos en nutrientes beneficiosos para el organismo, como antioxidantes, vitaminas, minerales, fibra y grasas insaturadas ⁹

Optar por alimentos orgánicos en la dieta puede ofrecer beneficios como un mayor contenido de antioxidantes, nutrientes y sabor, así como la reducción de la exposición a residuos químicos. Además, al elegir productos orgánicos se apoya a los agricultores que practican métodos sostenibles y se contribuye a la preservación del medio ambiente ¹³. Las setas tienen alrededor de un 90% de agua prácticamente nada de calorías, son libres de grasa y contienen una cantidad moderada de hidratos de carbono, además de ser fuente de fibra contienen vitaminas como la B2, B3, y D2. Y son fuentes de minerales, como el potasio, fósforo, yodo y calcio. Su consumo es recomendado para fortalecer el crecimiento de los niños, son apropiados para embarazadas y por su contenido de fibra se recomienda para casos de estreñimiento ¹⁴. Las setas han venido ganando una aceptación mundial debido a sus bondades gastronómicas, su mercado es aún muy limitado debido a su elevado valor comercial y al desconocimiento de sus bondades y propiedades organolépticas ¹³

La OMS ¹⁵ refiere que uno de cada cinco adultos y cuatro de cada cinco adolescentes de entre 11 y 17 años, no realizan ejercicio. Las mujeres, las personas discapacitadas y las que tienen enfermedades crónicas, los adultos mayores, los pobres y las personas marginadas tienen más problema para mantenerse activos.

Es fundamental realizar actividad física periódicamente para prevenir las enfermedades crónicas. Realizar "...actividad física de manera regular, como, por ejemplo, caminar a paso ligero de forma habitual al menos 2,5h por semana (30min diarios, 5 días por semana) puede disminuir un 30% la aparición de diabetes tipo 2..." según plantea Cuesta y Calle ¹⁶.

Teniendo en cuenta los resultados de la pre y post implementación, así como el análisis realizado se puede decir que persisten gustos y preferencias alimentarias que no están en correspondencia con una alimentación sana y que tributan a los hábitos alimentarios saludables.

Conclusiones

La estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable en los estudiantes de la sociedad científica Jóvenes por la Salud, contó con doce acciones, se logra motivar a los estudiantes en los temas abordados, mostrando interés, conocimiento y actitudes positivas en los temas tratados.

El resultado de entrevista post intervención mostró que los estudiantes mantienen su postura que uno de los alimentos menos consumidos es el pescado aspecto este negativo, al ser uno de los alimentos, más recomendables. Sin embargo, continúan con el consumo de pan, refresco y arroz. Como positivo se mantienen el no consumo de manteca, mantequilla y dulces en almíbar.

A través de la respuesta a la entrevista post intervención y la participación activa de los estudiantes en los temas alimentos orgánicos y setas comestibles se pudo constatar que existe conocimiento de los mismos.

Se Incrementan la actividad física moderada con respecto a la pre intervención

References

- (1). Serra Valdés MÁ, Serra Ruíz M, Viera García M. Las enfermedades crónicas no transmisibles: magnitud actual y tendencias futuras. *Revista Finlay* 2018. 8(2), 140-148. <http://scielo.sld.cu/pdf/rf/v8n2/rf08208.pdf>
- (2). Fuentes Lorente MA, Dáz Sánchez, J, Cruz Carbonel, ME y García González MC. *Humanidades Médicas*. 2024; 24(3):e2703. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202024000300004
- (3). Iñiguez Román, P.L., Espinosa Aguilar, M.A, Quezada Campoverde, J.M y Garzón Montealegre, V.J. Hábitos alimenticios de la población orense en el periodo de confinamiento por la pandemia del covid -19. *Ciencia Latina*, 2023, 7(1). https://doi.org/10.37811/cl_rmc.v7i1.4692
- (4). Catalá Díaz Y, Hernández Rodríguez Y, del Toro Cambara A, González Castro K, García Fernández M, Catalá Rivero Y. Hábitos alimentarios y estado nutricional en adolescentes de la ESBU Carlos Ulloa. *Rev Ciencias Médicas* 2023 27. Disponible en: <http://revcompinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5759>
- (5). Bonilla, M. C., Ríos, P. A., Yaulema, L. P., y Sánchez, E. J. Estrategias de promoción de la salud para una alimentación saludable en niños escolares: una revisión sistemática. *Pol. Con.* 2022, (Edición núm. 67) Vol. 7, No 2, pp. 865-877 https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8354874.pdf&ved=2ahUKEwj90ffs5tuFAxWmibAFHQVWB38QFnoECCAQAQ&usg=AOvVaw1e0_4u1ow7Q1kBZPAF2pMk
- (6). Ministerio de Justicia. Ley No. 148.Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional. La Habana: Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba; 2022. La Habana. Cuba.
- (7). Changotasig Vega a.M., y Joza, M.F. Estrategias educativas y hábitos alimentarios saludables en los estudiantes de sexto año de la U.E. DR. José Viliulfo Cedeño Sánchez. *Educare*, 2023, 27(1), abril 2023. <http://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/download/212/244&ved=2ahUKEwjb4OKQ05uIAxUARTABHVG9CnwQFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw213L3Fm1kb68cq-URIHJ5x>
- (9). Alegría G. El Universal DF: Salud y bienestar: La importancia de una buena alimentación en la salud. 2023. <https://www.eluniversaldf.mx/la-importancia-de-una-buena-alimentacion/>

- (10). Iglesias, B. Beneficios de la dieta mediterránea como tratamiento para la enfermedad del hígado graso no alcohólico en personas obesas. 2022. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54698>
- (11). Santiago, L. M., Ríos, P. T., Perea, A., Lara, A. G., González, A. L., García, V. y De la Paz, C. Importancia de una hidratación adecuada en niños y adolescentes. *Salud Quintana Roo*, 2020, 11(39), 27-30. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=92492>
- (12). Álvarez Castaño, L. S., Cadavid Castro, M. A., Quintero Vergara, S. D., Martínez Bedoya, X. y Ríos Paniagua, L. M. Los consumidores de alimentos orgánicos, ¿es posible construir política pública? Estudio de casos de Medellín. *Nutrición Hospitalaria*, 2019, 36(3), 640-646. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S021216112019000300021&script=sci_arttext
- (13). Gutiérrez, S. I., y Soto, D. C. Cultivo de setas comestibles, un recurso innovador. *Un Mar de Ideas*, 91. 2014. <http://www.expciencias.net/assets/2014-un-mar-de-ideas.pdf#page=108>
- (14). Organización Mundial de la Salud (OMS). Alimentación sana. 2018. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- (15). Cuesta, M. y Calle, A.L. Beneficios del ejercicio físico en población sana e impacto sobre la aparición de enfermedad. *Endocrinología y nutrición*, 2020, 60 (6), pp. (283-286). <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-beneficios-del-ejercicio-fisico-poblacion-S1575092213001332>

/ **Received:** [date] | **Accepted:** 12 [date] | **Published:** [date] |

Citation: Fuentes-Lorente, M., Jorge Díaz-Sánchez, J., Gómez-Babastro, M., Frómeta-Samón, M. Implementación de la Estrategia de promoción de hábitos de alimentación saludable en una sociedad científica estudiantil. *Bionatura*. 2025; Volume 10(1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.17

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

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

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

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



18 Evaluación físico-química de la mantequilla en La UEB No 1 del Combinado Lácteo de Ciego de Ávila

Physicochemical evaluation of butter at the Ciego de Ávila Dairy Combined Unit No. 1

Migyei Alonso Pérez^{1*}, Rosalesmi Rodríguez Odel², Raisa Guerrero Hidalgo³, Mercedes Caridad García González⁴, Roxana Ruiz Vega⁵

¹ Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz / Camagüey / Cuba ; myxlleyalonzoperez@gmail.com.
<https://orcid.org/0009-0005-7932-3471>

² Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz / Camagüey / Cuba
; rosyodel@gmail.com / <https://orcid.org/0009-0009-4136-9844>

³ Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz / Camagüey / Cuba; raisa.guerrero@reduc.edu.cu /
<https://orcid.org/0000-0003-4460-1089>

⁴ Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz / Camagüey / Cuba ;
mercedes.garcia@reduc.edu.cu / <https://orcid.org/0000-0003-4785-8605>

⁵ Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz / Camagüey / Cuba;
roxana5026@gmail.com <https://orcid.org/0009-0001-0985-7727>

*Correspondencia: myxlleyalonzoperez@gmail.com, rosyodel@gmail.com;

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.18

Resumen

La mantequilla, como derivado lácteo, ha evolucionado en su producción y consume a lo largo del tiempo. Su elaboración inicia en comunidades ganaderas. Sin embargo, en Cuba, dicha producción ha enfrentado desafíos significativos, que abarcan desde la escasez de materia prima hasta la ausencia de tecnología adecuada, lo que la convierten en un producto caro y escaso en el mercado cubano. La investigación tiene como objetivo evaluar la mantequilla mediante a realizacion de analisis físico-químicos interpretando los resultados a través de documentos normativos. Se utilizaron métodos empíricos y teóricos como la observación, la encuesta, el análisis y síntesis y métodos matemáticos-estadísticos. Se realizaron pruebas para determinar parámetros como humedad, grasas y ácidos, siguiendo la Norma NEIAL1607.04.2016. Se evaluaron además, para complementar los resultados, las materias primas y los productos intermedios. A modo de conclusion, la mantequilla cumple con

todos los parámetros establecidos en la norma, lo que evidencia resultados satisfactorios en cuanto a los análisis físico-químicos

Palabras clave: mantequilla, leche, evaluación físico-química, composición química, valor nutricional, derivados lácteos.

Abstract

Butter, as a dairy product, has evolved in its production and consumption over time. Its production begins in livestock communities. However, in Cuba, this production has faced significant challenges, ranging from a shortage of raw materials to a lack of adequate technology, making it an expensive and scarce product in the Cuban market. The research aims to evaluate butter through physical and chemical analyses, interpreting the results through regulatory documents. Empirical and theoretical methods such as observation, surveys, analysis and synthesis, and mathematical and statistical methods were used. Tests were conducted to determine parameters such as moisture, fats, and acids, following Standard NEIAL1607.04.2016. In addition, raw materials and intermediate products were evaluated to complement the results. In conclusion, the butter meets all the parameters established in the standard, demonstrating satisfactory results in terms of physical and chemical analyses.

Keywords: butter, milk, physical and chemical evaluation, chemical composition, nutritional value, dairy products.

Introducción

El avance tecnológico agroindustrial y el crecimiento del mercado ha favorecido la creación de abundantes categorías de alimentos elaborados a partir de leche ⁽¹⁾. La leche puede seguir transformándose hasta obtener productos lácteos fácilmente transportables, concentrados y de alto valor, con un prolongado tiempo de conservación, como el queso y la mantequilla ⁽²⁾.

Históricamente, la mantequilla ha sido un producto caro que tan sólo podía ser adquirido por los sectores más privilegiados de la población. Fue en 1879 gracias a las primeras desnatadoras centrifugadoras cuando se facilitó su elaboración, tanto para conseguirla en un tiempo más breve, como para asegurar su higiene y conservación posterior ⁽³⁾.

Antes de la Revolución Cubana de 1959, la producción de mantequilla en Cuba era relativamente pequeña y se centraba en granjas y cooperativas agrícolas. Después de la Revolución, el gobierno cubano implementó políticas para desarrollar la agricultura y la ganadería, incluyendo la producción de leche y derivados lácteos. Sin embargo, la producción de mantequilla nunca alcanzó niveles significativos en comparación con otros productos lácteos ⁽⁴⁾. La producción local de mantequilla en Cuba enfrenta desafíos como la escasez de materias primas, la falta de tecnología y equipamiento

adecuados, y las limitaciones en la cadena de suministro. Estos factores contribuyen a que sea un producto relativamente caro y escaso en el mercado **cubano**.⁽⁵⁾

El Combinado Lácteo Ciego de Ávila, desarrolla como producciones fundamentales la leche envasada y se inserta la producción de yogurt. En la fábrica se realizan varias producciones como la leche pasteurizada y el aderezo con harina destinados al consumo social; la mantequilla sin sal, el helado y el sirope de chocolate “Conchoco” con destino a la población y a organismos; el yogurt natural con azúcar y sin azúcar, el queso frescal, el suero pasteurizado y la crema bombón que tienen como destino la población; el queso fundido, el yogurt de soya, el jugo de fruta están destinados a la población, a los organismos y a la merienda escolar.

El trabajo tiene como objetivo evaluar la mantequilla mediante la realización de análisis físico-químicos interpretando los resultados basados en los documentos normativos vigentes.

Materiales y métodos

La investigación fue llevada a cabo en el período junio – julio de 2024 en la UEB No. 1 Combinado Lácteo Ciego de Ávila, en que se evaluó la mantequilla, mediante controles físico-químicos y se realizó la valoración e interpretación de los resultados; para ello se tuvieron en cuenta los documentos normativos vigentes sobre la calidad de los alimentos. Se analizaron los requisitos establecidos en la Norma NEIAL 1607.04.2016.

Para la fundamentación teórica realizaron búsquedas en las bases de datos académicas más relevantes, como Scholar Google, Dialnet, Redalyc y Scielo. La estrategia de búsqueda se diseñó meticulosamente para identificar estudios pertinentes, utilizando términos clave y descriptores relacionados con la composición, características nutricionales, propiedades, calidad físico-química, proceso de elaboración, muestreo, costos entre otros. La investigación fue llevada a cabo estableciendo criterios de inclusión considerados de relevancia para cumplimentar los objetivos, referentes de la evaluación físico-química de la mantequilla y las normativas vigentes.

En total, se recuperaron 35 artículos de las bases de datos mencionadas. Posteriormente, se descartaron 20 de estos artículos por no cumplir con los objetivos específicos de la práctica, dejando 15 artículos para el análisis final. Se consultó la documentación disponible en el centro incluyendo la relacionada con las medidas y normas de seguridad en el laboratorio y en la industria de forma general; y la estrategia trazada por la defensa civil en casos y situaciones excepcionales. Estos estudios proporcionaron una visión integral de la mantequilla desde diversas perspectivas científicas, consolidando así una comprensión robusta de su composición, propiedades, valor nutricional y control físico-químico. La información se procesó y organizó en Microsoft Word 2016, para el procesamiento estadístico se utilizó el Statgraphics Centurion 5.0 y como gestor bibliográfico Zotero.

Análisis del cumplimiento de la Ley SAN

La Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley SSAN) en Cuba, aprobada en julio de 2022. Con el fin de conocer sobre su cumplimiento en la UEB No 1 Combinado Lácteo Ciego de Ávila se entrevistó la directora y a la jefe del Departamento de calidad de la entidad, en cuanto a preparación del personal e implementación de medidas que den cumplimiento a dicha ley.

Análisis del sistema de muestreo

Se recopilaron los datos correspondientes a un período de 15 días de los análisis físico-químicos de la leche cruda (materia prima principal para la producción de mantequilla) y del producto terminado. Se efectuó una valoración del muestreo empleado y se identificaron las variables de análisis físico - química. Se realizó una entrevista a la analista del laboratorio donde se explicaron detalladamente los análisis primarios que se le realiza a la materia prima y al producto terminado cumpliendo con lo establecido en las normas de especificación de calidad para cada caso.

Análisis de la materia prima atendiendo a su procedencia y función en el proceso

En un conversatorio realizado por la tecnóloga y en presencia de otros trabajadores de la entidad, se pudo conocer detalladamente la procedencia y los proveedores de las materias primas para la elaboración de la mantequilla.

Análisis de los productos intermedios del proceso atendiendo a características y destino final

Se le realizó una entrevista al jefe de producción con el fin de conocer si durante el proceso de obtención de mantequilla existían productos intermedios. Además, se indagó acerca de las características de estos productos y su destino final.

Análisis del cumplimiento de las especificaciones de calidad físico-químicas de las materias primas y el producto terminado

Los datos recopilados del muestreo fueron procesados con el software estadístico Statgraphics. Con la ayuda de este se confeccionó una tabla de resumen estadístico y se realizó una prueba de hipótesis que corroboró si las variables correspondían o no con lo normado en las especificaciones de calidad de la materia prima y del producto terminado.

Análisis de los cálculos de Índice de Consumo y Rendimiento

Durante el proceso de producción de la mantequilla se recolectaron los datos necesarios para realizar un balance de masa que permitió valorar posteriormente los índices de consumo reales y el rendimiento del proceso en relación con lo establecido en las normas.

Resultados

Análisis de las acciones de soberanía alimentaria y seguridad alimentaria y nutricional

La Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley SSAN) en Cuba, aprobada en julio de 2022, es un marco legislativo integral diseñado para abordar los desafíos relacionados con la seguridad alimentaria y la soberanía alimentaria en el país. La ley busca asegurar la soberanía alimentaria y fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en Cuba. Esto incluye

mejorar la producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos. Se basa en compromisos internacionales y necesidades nacionales, destacando la importancia de una alimentación sana y adecuada como un derecho fundamental. Consta de nueve títulos, 24 capítulos, 101 artículos y cuatro disposiciones finales. Este detallado marco legal abarca todos los aspectos relevantes para la soberanía y seguridad alimentaria.

Una de las normas específicas para la industria láctea es la NC 585:2015, que determina los requisitos de calidad y higiene-sanitarios para la leche y sus derivados. Esta norma establece parámetros para la composición química y el nivel higiénico-sanitario de la leche, lo que incluye la determinación de la calidad del producto.

Se pudo constatar de que tanto directivos como trabajadores de la entidad tienen conocimiento acerca de dicha Ley. A pesar de la preparación del personal en cuanto a lo referido a la Ley SAN en la entidad se ha hecho prácticamente imposible la aplicación de la misma en su totalidad, debido a la escasez de materias primas y el recrudescido bloqueo de EEUU a la isla, que dificulta o impide la entrada de materias primas. Aún en estas condiciones, todo el personal de la entidad trabaja en aras de que los productos elaborados en la entidad, en este caso, la mantequilla; se encuentren entre los parámetros de calidad requeridos y con los nutrientes necesarios para la alimentación sana de la población. En la entidad se realizan capacitaciones que abarcan tanto los temas de alimentación saludable y nutricional como de producción sostenible y soberanía alimentaria.

Análisis del proceso productivo

Para el análisis de proceso de producción se realizaron varias visitas al área de elaboración y se describió el flujo tecnológico del proceso elaborando un diagrama de flujo, basado en la norma NEIAL: 1607.04.2016. Durante este período en la fábrica y todos los recorridos por el área productiva se pudo comprobar que sí se cumple con lo establecido en la norma de proceso (NEIAL: 1607.04.2016).

Se puede valorar que el proceso de producción de la mantequilla en la provincia y en Cuba coincide con los procedimientos que se llevan a cabo en el resto del mundo, aunque en ocasiones algunos aspectos varíen.

Valoración del sistema de muestreo

En la elaboración de la mantequilla, generalmente se implementa un programa de muestreo para verificar la calidad y seguridad del producto final. El objetivo principal del programa de muestreo es analizar muestras representativas de la mantequilla elaborada para evaluaciones microbiológicas, químicas y físicas. Se pudo comprobar que se utilizó el método de muestreo no aleatorio ya que se tomó las muestras de tanques específicos y numerados.

El sistema de muestreo utilizado corresponde a lo normado y establecido en el manual de instrucciones del sistema de control de la calidad, en que se tomaron las muestras aleatoriamente, según la cantidad de producto obtenido tanto para la materia prima como para producto terminado.

Valoración de la materia prima atendiendo a su procedencia y función en el proceso

A continuación se presenta una tabla en que se analizan las diferentes materias primas utilizadas en la elaboración de mantequilla, su procedencia, los principales proveedores y se expone, además, la función que realiza cada una en el proceso

Tabla 1. Materia prima atendiendo a su procedencia y función

Materias primas	Procedencia	Proveedores	Función en el proceso
Leche entera	Fincas y UEB de los municipios de la provincia (Venezuela, Lazaro López, Limones Palmero, Pastoreo Norte, Moron, ect).	Campesinos de las cooperativas con previo contrato.	Materia prima principal para la elaboración de la mantequilla

En esta tabla se puede ver que los principales proveedores de materia prima son los campesinos los que tienen convenios con la empresa, y algunos contratos previos con los municipios de la provincia, siempre y cuando la leche recepcionada cumpla con las normas físico-químicas para la elaboración de la mantequilla.

Análisis de los productos intermedios del proceso atendiendo a características y destino final

En la entidad esta normado realizar análisis químico-físicos a los productos intermedios utilizados en el proceso. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Control químico-físico de los productos intermedios

Productos intermedios	Determinaciones químico-físicas	Método de Ensayo	Norma
Suero lácteo	Acidez	Se basa en la neutralización de la acidez del suero, mediante la adición de una base en presencia de un indicador cromático, cuyo cambio de color evidencia el punto final de la reacción.	NRIAL 077:1988
	pH	Se basa en la diferencia del potencial establecido entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia, usando como solución de ajuste de la	NRIAL 077:1988

		escala del medidor de pH una solución reguladora de pH.	
	% Grasa	El método de Gerber se basa en la separación de la grasa del suero en butirómetro por centrifugación después de disolver la proteína con ácido sulfúrico	NRIAL 077:1988
Crema de leche	Acidez	Se basa en la neutralización de la acidez de la crema, mediante la adición de una base en presencia de un indicador cromático, cuyo cambio de color evidencia el punto final de la reacción.	NRIAL 139:1989
	% Grasa	El método de Gerber se basa en la separación de la grasa de la crema en butirómetro por centrifugación después de disolver la proteína con ácido sulfúrico.	NRIAL 138:1989

El control químico- físico de los productos intermedios permite comprobar que se cumple con lo establecido en las normas vigentes.

Valoración del cumplimiento de las especificaciones de calidad físico-químicas de materia primas y el producto terminado

En la industria está establecido realizar controles químicos-físicos tanto al producto terminado, como a las materias primas empleadas en el proceso. (ver tabla 3 y 4).

Tabla 3. Control químico-físico de la materia prima

Materia prima	Determinación fisicoquímica	Método de ensayo	Norma
Leche fresca de vaca	Densidad	Se basa en el Principio de Arquímedes	NC 119:2018
	% Grasa	Consiste en la separación de la materia grasa de la leche en un butirómetro por centrifugación después de disolver la proteína con ácido sulfúrico	NC-ISO 2446: 018

Acidez	Se basa en la neutralización de las funciones ácidas del producto mediante la adición de una base en presencia de un indicador cromático (NC 71:2019)
--------	---

Según el manual de inspección de las materias primas solo se le realizan determinaciones químico- físico a la leche fresca; en el caso del agua todos los análisis que se realizan son visuales.

Tabla 4. Controles químico- físico para el producto terminado

Producto terminado	Determinaciones químico-físico	Método de Ensayo	Norma
Mantequilla	Humedad	Se determina mediante la pérdida de peso de la muestra al ser sometida a un proceso de secado en una estufa de vacío a una temperatura controlada.	ISO 8851-1:2004
	Acidez	Después de la separación de la mantequilla por fusión, la materia grasa se disuelve en una mezcla de alcohol etílico y éter etílico y a continuación se valora con una solución alcalina diluida.	NC 446: 2009
	Contenido grasa	El método Gerber se basa en la digestión hidrolítica de la proteína por ácido sulfúrico, lo que libera los glóbulos grasos. La fuerza centrífuga concentra estos glóbulos en el cuello del butirómetro.	ISO 8851-3:2004

Para el control químico- físico del producto terminado se puede comprobar que se cumple con lo establecido en las normas y se realizó adecuadamente el proceso.

Análisis de las variables en Statgraphics

Se realizó un registro de los datos obtenidos mediante las determinaciones químico-físicos de la mantequilla durante 15 días y se realizó un análisis de las variables mediante el Statgraphics (ver tabla 5).

Tabla 5. Registro de datos de las determinaciones químico - físicos

Muestras	% Grasa	Humedad	Acidez
1	82.00	15.00	0.17

2	82.00	15.87	0.15
3	82.5	16.00	0.12
4	82.5	14.93	0.10
5	82.5	15.25	0.14
6	82.5	15.63	0.16
7	82.00	15.52	0.10
8	82.00	15.66	0.10
9	82.00	15.70	0.12
10	82.00	15.23	0.10
11	83.00	14.84	0.12
12	83.00	15.88	0.12
13	83.5	15.41	0.12
14	83.00	15.55	0.12
15	84.00	15.60	0.14
16	82.00	15.77	0.16
17	82.00	15.34	0.10
18	82.00	15.10	0.15
19	82.00	15.92	0.17
20	82.5	14.90	0.14
21	83.00	14.88	0.12
22	83.5	15.44	0.12
23	83.00	15.00	0.12
24	83.00	15.22	0.12
25	82.00	15.16	0.12
26	84.5	15.84	0.14
27	82.00	15.92	0.14

28	82.00	15.88	0.13
29	82.00	16.00	0.13
30	82.5	15.23	0.12

Tabla 6. Resumen Estadístico

	<i>% Grasa</i>	<i>Humedad</i>	<i>Acidez</i>
Recuento	30	30	30
Promedio	82.55	15.4557	0.128667
Mediana	82.5	15.48	0.12
Moda	82.0		0.12
Varianza	0.45431	0.141653	0.000411954
Desviación Estándar	0.674025	0.376368	0.0202967
Coficiente de Variación	0.816506%	2.43515%	15.7746%
Error Estándar	0.12306	0.0687151	0.00370564
Mínimo	82.0	14.84	0.1
Máximo	84.5	16.0	0.17
Rango	2.5	1.16	0.07
Sesgo	1.25418	-0.12498	0.458914
Sesgo Estandarizado	2.80444	-0.279464	1.02616
Curtosis	1.19151	-1.33635	-0.411207
Curtosis Estandarizada	1.33215	-1.49408	-0.459743

Análisis de resultados

Esta tabla muestra el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos. en este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado: % Grasa

Pruebas de Hipótesis para % Grasa

Media muestral = 82,55

Desviación estándar muestral = 0,674025

Tamaño de muestra = 30

Intervalos de confianza del 95.0 % para la media: 82.55 +/- 0.251686 [**82.2983;82.8017**]

Hipótesis Nula: media = 0.0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = 670.813

Valor-P = 0.0

Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0.05.

Pruebas de Hipótesis para Humedad

Media muestral = 15.4557

Desviación estándar muestral = 0.376368

Tamaño de muestra = 30

Intervalos de confianza del 95.0 % para la media: 15.4557 +/- 0.140538 [15.3152;15.5962]

Hipótesis Nula: media = 0.0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = 224.924

Valor-P = 0.0

Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0.05.

Pruebas de Hipótesis para Acidez

Media muestral = 0.128667

Desviación estándar muestral = 0.0202967

Tamaño de muestra = 30

Intervalos de confianza del 95.0 % para la media: 0.128667 +/- 0.00757893 [0.121088;0.136246]

Hipótesis Nula: media = 0.0

Alternativa: no igual

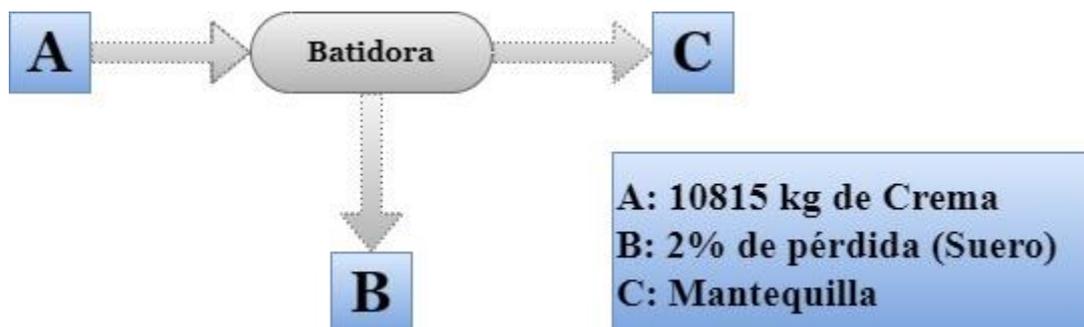
Estadístico t calculado = 34.7218

Valor-P = 0.0

Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0.05

Valoración de los cálculos de Índice de Consumo y Rendimiento.

Balance de masa a partir de una etapa del proceso.



$$B = 10815 \text{ kg} \times 0.02$$

$$B = 216.3 \text{ kg}$$

Balance Total

$$A = B + C$$

$$A - B = C$$

$$10815 \text{ kg} - 216.3 \text{ kg} = C$$

$$10598.7 \text{ kg} = C$$

Índice de Consumo:

$$IC = \frac{\text{Cantidad de materia prima (kg)}}{\text{Cantidad de producto final (kg)}}$$

$$IC = \frac{A}{C} = \frac{10815 \text{ kg}}{10598.7 \text{ kg}} = 1,0204$$

Cálculo del Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{cant. producto obtenido}}{\text{cant. de MP empleada}} \times 100 = \frac{10598.7 \text{ kg}}{10815 \text{ kg}} \times 100 = 98 \%$$

Según los resultados obtenidos se puede concluir que los IC no coinciden siendo el normado de 0.9500 y el obtenido de 1,0204. Esto nos permite apreciar que al ser el IC real mayor que el normado existen menos pérdidas durante el proceso de las que están planteadas, esto lo comprueba los cálculos de rendimiento el cual nos ofrece un dato satisfactorio de un rendimiento de 98% durante el proceso productivo verificando así que se está cumpliendo con los parámetros normados.

Conclusiones

El flujo tecnológico de la mantequilla en el Combinado lácteo de Ciego de Ávila, cuenta con 19 etapas que permiten que el producto terminado cumpla con las especificaciones de calidad requeridas, según lo establecido en la norma de procesos NEIAL: 1607.04.2016.

Se cumplen las normas vigentes para los análisis físico-químicos correspondientes a la materia prima (leche) y al producto terminado. Se desarrolla un sistema de muestreo adecuado. En la entidad están actualizadas las principales regulaciones sobre el medio ambiente, la defensa civil y la seguridad e higiene de los trabajadores, las cuales se cumplen correctamente. En la fábrica el 90 % del personal tiene conocimiento de la Ley SAN.

Materiales suplementarios: Los siguientes están disponibles en línea en www.revistabionatura.com/xxx/s1, Figura S1: título, Tabla S1: título, Video S1: título.

Contribuciones del autor: Se debe incluir un breve párrafo que especifique las contribuciones individuales en los artículos de investigación con varios autores. Se deben usar las siguientes declaraciones: "Conceptualización, XX e YY; metodología, XX; software, XX; validación, XX, YY y ZZ; análisis formal, XX; investigación, XX; recursos, XX; curación de datos, XX; redacción (preparación del borrador original, XX); redacción (revisión y edición, XX); visualización, XX; supervisión, XX; administración del proyecto, XX; obtención de financiación, YY. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito". Consulte la taxonomía CRediT para obtener la explicación del término. La autoría debe limitarse a quienes hayan contribuido sustancialmente al trabajo presentado.

Fondos: "Esta investigación no recibió financiación externa"

Referencias

1. Bermont, G., Cadena, E., Escobar, G., Hurtado, A., Ruiz, F., (2021). Análisis de Impacto Normativo Producto Lácteos.
2. Fangmeier, M., Kemerich, G. T., Machado, B. L., Maciel, M. J. and Souza, C. F. V. (2019). Effects of cow's milk, goat and Buffalo on the characteristics of butter. *Science and Technology of food*, 39 (June), 122-128. <https://doi.org/10.1590/fst.39317>
3. Barroso, C. I., Isaza, E. A., Cano, M., Meza, S., López J. J. Kötschau T., Vélez L., Echeverri J., Pulgarín J. F., López C. M., Suescún J.R., Serna J. R., Arcila O. G. y Ortiz L. E. (2021) Contexto, tendencias y oportunidades de mercado de los Derivados Lácteos en Antioquia.
4. Morales, Y. & Cameron, G. (2022). Agro-Food Valorization in Dairy Cooperatives in Nova Scotia (Canada) and Cienfuegos (Cuba).

5. Gonzales, J. (2020). Determination of the content of fatty acids CIS, trans, saturated, monounsaturated and polinsaturados in snacks by gas chromatography.
- ISO 8851-1:2004. Mantequilla. Determinación de humedad, sólidos no grasos y contenido de grasa (Método de rutina). Parte 1: Determinación del contenido de humedad.
- ISO 8851-3:2004. Mantequilla. Determinación de humedad, sólidos no grasos y contenido de grasa (Método de rutina). Parte 3: Cálculo del contenido de grasa.
- NC 108: 2012 Norma general para el etiquetado de alimentos preenvasados.
- NC 1125: 2016. MANTEQUILLA — REQUISITOS
- NC 119: 2018. Leche fresca o entera. Determinación de densidad (Método de rutina).
- NC 446-2009. Mantequilla — Determinación del índice de acidez de la materia grasa.
- NC 585:2015. Contaminantes microbiológicos en alimentos. Requisitos sanitarios.
- NC 71: 2019. Leche fresca o entera. Determinación del índice de acidez.
- NC- ISO 2446: 2018. Leche fresca o entera. Determinación de contenido de grasa.
- NEIAL 1607.04:2016. MANTEQUILLA. Control del proceso tecnológico e inspección de la calidad.
- Citación: Alonso-Pérez, M., Rosalesmi Rodríguez-Odel, R., Guerrero-Hidalgo, R., García-González, M., Ruiz-Vega, R. Evaluación físico-química de la mantequilla en La UEB No 1 del Combinado Lácteo de Ciego de Ávila
2025. Volumen 10. Número 1. DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.18
- Recibido: 08 diciembre 2024 Aceptado: 4 enero 2025 Fecha de Publicación 15 de marzo 2025

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

CARTA AL EDITOR

19 Apitoxina extraída mediante método manual de ordeño vs método trampa eléctrica

Apitoxin extracted by manual milking method vs. electric trap method

Alejandro Bernardo Cervantes Palomino¹ <https://orcid.org/0000-0003-0300-8596>

Yordania Velázquez Avila^{2*} <https://orcid.org/0000-0002-2846-3432> ,

Claudio Tirabasso Bier¹ <https://orcid.org/0009-0004-4226-4140> ,

Bernardo Hernán Manriquez Burgos³ <https://orcid.org/0009-0000-1707-4565>

¹Centro de Medicina Integrativa Natural “Dr. C. Cervantes Palomino. Sosúa, Puerto Plata Republica Dominicana; cervapal@gmail.com . <https://orcid.org/0000-0003-0300-8596> . claudio.tirabasso@gmail.com . <https://orcid.org/0009-0004-4226-4140>

² Hospital Pediátrico Provincial Docente “Mártires de Las Tunas”. Las Tunas, Cuba. ; yordaniacuba@gmail.com . <https://orcid.org/0000-0002-2846-3432>

³ Grupo de Investigación Apitoxvilcu. Vilcún, Arzucania. Chile. apitoxvilcu@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0000-1707-4565>

*Autor para la correspondencia: yordaniacuba@gmail.com

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.19

Introducción

Apitoxina, etimológicamente compuesta por las palabras *apis* (del latín, quiere decir abeja) y *toxicon* (del griego, significa veneno), es el veneno de la abeja hembra *Apis mellifera*, mejor caracterizado, segregado como mecanismo de defensa para proteger la colonia.^(1,2) Es un líquido de aspecto transparente, pH de 4,5 a 5,5; con una densidad de 1,131/3. Está compuesto por 80 % de agua, mezcla de péptidos (melitina, melitina F, apamina, péptido degranulador de mastocitos, secapina, adolapina, péptico 401, adapalín, tertiapín, cardiopep, minimina, inhibidor de proteasa, procaminas A y B), enzimas (fosfolipasa A2, hialuronidasa, fosfomonoesterasa ácida, alfa-D-glucooxidasa), aminos biológicamente activas (histamina, dopamina, noradrenalina), aminoácidos, carbohidratos (glucosa, fructosa), compuestos volátiles (éteres complejos y ácidos volátiles), fosfolípidos, feromonas, sustancias nitrogenadas y minerales (calcio, magnesio, manganeso, hierro, iodo, potasio, azufre, calcio, cobre, zinc y fósforo).^(2,3)

La concentración de los componentes del veneno varía según la edad de la abeja. En el momento de la eclosión, se evidencian bajos niveles de fosfolipasa A2, y casi no existe presencia de melitina, sin embargo aproximadamente 10 días después del nacimiento se alcanzan niveles máximos de fosfolipasa A2 (40 µg/saco de veneno), que mantendrá durante toda su vida; alrededor de la cuarta semana alcanza niveles de melitina de 500 µg.⁽⁴⁾ A las tres semanas de vida, una abeja obrera ha producido suficiente apitoxina para llenar un saco con 0,30 mg de veneno.⁽¹⁾ esto permite comprender por qué es a partir de los 20 días que las abejas obreras se encargan de la defensa de la colmena.

Hipócrates y Confucio utilizaron la apitoxina por sus propiedades curativas, lo que muestra su uso durante siglos.⁽⁴⁾ Las propiedades de la apitoxina fueron estudiadas en laboratorio en la década de 1970 por B. N. Orlow, citadas por Díaz: “El veneno de abejas, en dosis terapéuticas, aumenta la actividad funcional del sistema hipofiso-suprarrenal.”⁽³⁾ La gran variedad de componentes bioactivos ha propiciado su uso como analgésico y antiinflamatorio en afecciones como la artritis reumática, lupus eritematoso, cialgia, bursitis, esclerosis múltiple, tendinitis,⁽²⁾ entre otras.

Se han utilizado en terapias coadyuvantes en varios tipos de cáncer, entre ellos, el de mama y próstata. “La fosfolipasa A2 actúa sobre la célula tumoral induciendo apoptosis, necrosis e inhibe el crecimiento y proliferación de células tumorales malignas”.⁽²⁾

La apitoxina no solo estimula el crecimiento celular, sino también la producción de colágeno y elastina, además actúa contra la enzima que destruye el ácido hialurónico, por lo que se recupera parte de la elasticidad perdida de la piel.⁽³⁾

La apitoxina, dependiendo del uso, se puede encontrar en preparados para uso sublingual, inyecciones subcutáneas, intravenosas, cremas y ungüentos.

Los procedimientos para la obtención de la apitoxina han ido variando, en función de obtener el veneno, minimizando los daños a las abejas. En los años de las décadas del 50 al 60 del siglo XX, se preparaban grandes láminas de un material gomoso en el cual se incrustaban los agujones de las abejas, lo que las llevaba a la muerte inevitablemente, otros procedimientos consistieron en utilizar éter. El método más estandarizado hoy en día es la utilización del método trampa eléctrica. Este procedimiento emplea descargas eléctricas, no mayores de 20 volt⁽¹⁾ que tienen por objetivo generar en la abeja una conducta agresiva que la motive a picar un soporte, generalmente de vidrio, para extraer la sustancia que al tener contacto con el exterior se cristaliza y se impregna en el recipiente o módulo recolector.⁽⁵⁾ Este método ha sido muy bien acogido porque permite obtener grandes cantidades de apitoxina, demandadas por el mercado, respetando la vida de las abejas.

El dispositivo se puede colocar dentro de la colmena, lo cual tiene el inconveniente de dar estimulaciones eléctricas a todas las abejas independientemente de su edad, o función en la colmena; o se puede colocar en el espacio conocido como piquera, de esta forma solo estimula las abejas que salen y entran a la colmena.

Según el estudio de Silva y Rocancio⁽⁶⁾ donde la recolección de apitoxina se realizó mediante el método trampa eléctrica “al empezar la extracción de apitoxina, se evidenció un leve aumento de la actividad de abejas en las colmenas sobre las cuales se implementó la extracción, pero esto solo ocurría durante el periodo en la cual se activaban las trampas”.

La investigación de Bucio y Martínez, demostró que “al activar el colector eléctrico de veneno, las abejas iniciaron un comportamiento de agresividad; esto reflejó un comportamiento defensivo de las

abejas, alterando momentáneamente la conducta de la colonia, y provocando cambios en su comportamiento que podrían influir en las actividades rutinarias de la colonia, entre las que se puede incluir el acopio de néctar”.⁽⁷⁾

Algunos de los inconvenientes que se pueden encontrar en este método radica en que no se seleccionan las abejas que serán estimuladas eléctricamente, lo que conlleva a que ser extraído el veneno de abejas muy jóvenes con bajas concentraciones de algunos componentes ya mencionados. Otro inconveniente sería que el estímulo eléctrico puede conllevar a la abeja a vomitar o defecarse, lo cual podría contaminar el veneno recolectado.

Los autores proponen otro método de recolección, utilizado en la apicultura, consistente en seleccionar las abejas guardianas y ordeñarlas manualmente estimulando el aguijoneo, recolectando el veneno en un tubo de cristal.⁽¹⁾ Se necesita entrenamiento del apicultor para la selección de las abejas, el ordeño gentil, en aras de evitar presionarlas muy fuerte, y solo recolectar las primeras gotas de veneno, sin que se contamine. Este método facilita obtener la apitoxina sin provocar cambios en el comportamiento de la colmena, permitiéndole conservar parte de su veneno, ya que es sabido que “las abejas no pueden renovar su provisión de veneno una vez utilizado”,⁽⁴⁾ y no conlleva la muerte de las mismas.

Los autores examinaron veneno extraído mediante el método trampa eléctrica y diluido con agua estéril, y veneno extraído mediante el método del ordeño manual, sin diluir. Las muestras se centrifugaron a 10 000 rpm durante 15 min con el objetivo de clarificarlo. Finalmente, los venenos de abeja, se filtraron empleando filtros de jeringuillas de 0,2 μm y se almacenaron a -20 °C hasta su utilización. La concentración de proteínas totales se determinó mediante el método de Lowry y se empleó la albúmina de suero bovino como patrón. La presencia de actividad fosfolipasa A2 en el veneno de las abejas, se realizó mediante el método descrito por Haberman y Hardt (1972),⁽⁸⁾ que se basa en la acción de la fosfolipasa A2 sobre la lecitina presente en la yema de huevo, lo cual conduce a la liberación de lisofosfatidilcolina y ácidos grasos. Así, en el medio agar sólido, el aclaramiento de la suspensión de yema de huevo, confirma la presencia de esta actividad mediante la formación del halo traslúcido alrededor del sitio de aplicación y esto permite estimar esta actividad enzimática.

Las placas de agar yema de huevo se prepararon al agregar 1 mL de suspensión de yema de huevo al 85% en acetato de amonio 100 mM pH 7.4, al agar base a 50 °C. Luego, se homogenizó la mezcla y se distribuyó en las placas de Petri (10 cm X 10 cm). Después de la gelificación se realizaron orificios de 3 mm de diámetro para adicionar 50 μg de los venenos de abeja obtenidos por diferentes vías de extracción. La tripsina (50 μg) se utilizó como control positivo de hidrólisis proteolítica. Las placas con los venenos de abeja y el control positivo, se incubaron a 37 °C durante 19 h en cámara húmeda.

No se observó la presencia de halos claros traslúcidos para el tratamiento con el veneno de abeja recolectado con trampa eléctrica (figura 1A). Mientras que para el tratamiento con el veneno de abeja obtenido por ordeño (figura 1B) y el control positivo (tripsina, figura 1C), se obtuvo el halo claro alrededor del pozo de aplicación, característico de la degradación de las proteínas presentes en el sustrato. Esto muestra que el veneno obtenido mediante el método de ordeño presenta mayores concentraciones de fosfolipasa A2. Este resultado puede guardar relación con la selección de las abejas a ordeñar, y/o con la pérdida de algunos componentes del veneno cuando se volatiliza al obtenerse mediante el método trampa.

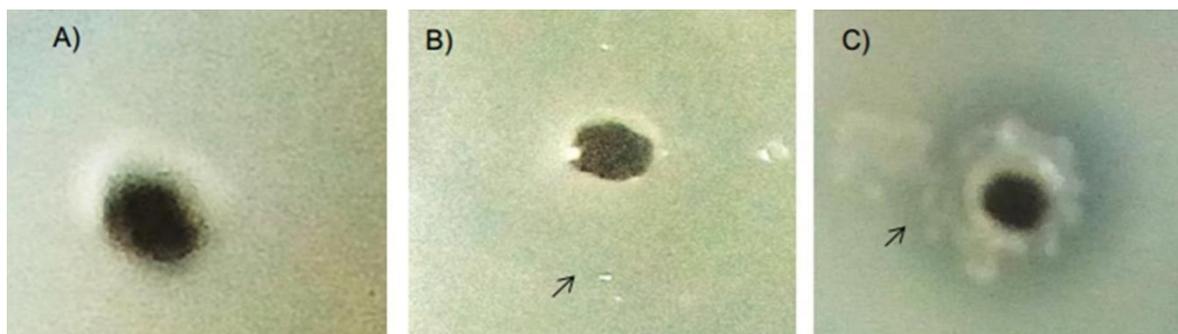


Figura 1: Actividad fosfolipasa en placa agar-yema de huevo de venenos de abeja colectados por diferentes vías de extracción. Incubación del veneno de abeja recolectado por trampa eléctrica (A), ordeño (B) y el control positivo-tripsina en placa de agar-yema de huevo a 37°C durante 19 h. El valor obtenido para el veneno de abejas recolectado con trampa eléctrica y diluido con agua estéril es de 0,45 mg/mL. Mientras que la concentración de proteínas del veneno de abeja obtenido por ordeño, sin diluir, es de 1,04 mg/mL. La apiterapia alopática usa dosis de apitoxina de 0,5 mL que contiene unos 500 microgramos (1mg/mL) que corresponden al veneno de cinco abejas obreras adultas.⁽⁴⁾ Este valor coincide con el valor de concentración de proteínas totales obtenido para el veneno de abejas, recolectado por ordeño sin diluir. Los autores consideran importante tener en cuenta el método de extracción para preparar formulaciones que contengan apitoxina porque las concentraciones de los componentes varían entre un método y otro, siendo mayores con el método de ordeño.

Si bien el método del ordeño manual no permite la obtención de cantidades industriales de apitoxina, resulta un método más ecológico, que protege la vida de la colmena y permite obtener apitoxina con una composición más concentrada de fosfolipasa A2, lo que se debe tener en cuenta al preparar formulaciones que contengan apitoxina.

Declaración del Comité de Revisión Institucional: El estudio se realizó bajo la Declaración de Helsinki.

Palabras Clave: apitoxina, apiterapia, apicultura

Contribución de autoría

Conceptualización: A.B.C.P., Y.V.A.; Conservación de datos: A.B.C.P., Y.V.A.; Análisis formal: A.B.C.P., Y.V.A., C.T.B.; Adquisición de financiación: C.T.B., B.H.M.B.; Investigación: A.B.C.P., Y.V.A., C.T.B., B.H.M.B.; Metodología: A.B.C.P., Y.V.A.; Administración de proyecto: A.B.C.P.; Recursos: C.T.B., B.H.M.B.; Software: - ; Supervisión: A.B.C.P., C.T.B., B.H.M.B.; Validación: A.B.C.P., C.T.B., B.H.M.B.; Visualización: A.B.C.P., Y.V.A.; Redacción-borrador original: A.B.C.P., Y.V.A.; Redacción-revisión y edición: A.B.C.P., Y.V.A., C.T.B., B.H.M.B.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó con el auspicio la Empresa Apícola “Miel Don Chico”, República Dominicana. Se agradece la colaboración de Centro de Medicina Integrativa Natural “Dr. C.

Cervantes Palomino”, República Dominicana; Grupo de Investigación Apitoxvilcu, Chile e Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”, Cuba.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

Referencias

- 1- Secretaria de agricultura y desarrollo rural. Biología y comportamiento de las abejas melíferas. Atlas Nacional de las abejas y derivados apícolas. Cap.2. Cuautitlán: UNAM; 2023. Disponible en: <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/cap2.html>
- 2- Alcalá K.I, Moguel Y.B. Principales componentes bioactivos y propiedades terapéuticas del veneno de abeja (*Apis mellifera* L.). Revisión. Rev Mex Cienc Pecu. 2024 [citado 17 diciembre 2024];15(1):230-248. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i1.6572>
- 3- Díaz J.C. La apitoxina o veneno de abejas. Edición de Autor. Martínez. Pcia. De Buenos Aires; 2020.p. 4-20. Disponible en: <https://apiterapiadoctordiaz.com.ar/wp-content/uploads/2020/07/Librito-Apitoxina.pdf>
- 4- Peña L, Pineda M.E, Hernández M, Rodríguez A. Toxinas Naturales: abejas y sus venenos. AVFT. 2006 [citado 16 septiembre 2024]; 25(1). Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0798-02642006000100001&Ing=es&tIng=es
- 5- Freire M.C. Diseño e implementación de un prototipo electrónico para la extracción de apitoxina en abejas de la región amazónica preservando su vida. [Tesis en opción al título Ingeniero en electrónica y automatización. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.] 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/21461/1/108T0451.pdf>
- 6- Silva N, Rocancio R. Estudio de afectación de abejas en un apiario por extracción de apitoxina monitoreado por sistema automatizado de medición de variables. Revista agropecuaria y agroindustrial La Angostura. 2020 [citado 7 diciembre 2024];7(7). Disponible en: <https://doi.org/10.23850/raa.v7i1.2775>
- 7- Bucio C.M, Martínez O.A. Extracción de apitoxina con un colector eléctrico en Irapuato, Guanajuato, México. *Agronomía Mesoamericana*. 2019 [citado 8 diciembre 2024];30(2):459-467. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i2.33987>
- 8- Habermann E, Hardt K.L. A sensitive and specific plate test for the quantitation of phospholipases. *Anal Biochem*.1972 [citado 17 diciembre 2024];50819:163-173. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(72\)90495-2](https://doi.org/10.1016/0003-2697(72)90495-2)

/ **Received:** [3 diciembre 2024] / **Accepted:** [2 febrero 2025] / **Published:** [15 marzo 2025] /

Citation: Cervantes-Palomin, A. Velázquez-Ávila, Y. Tirabasso-Bier, Y. Bernardo Hernán Manríquez-Burgos. Apitoxina extraída mediante método manual de ordeño vs método trampa eléctrica. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.19

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

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

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



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Contacto

<https://www.facebook.com/BiodiversityEC>

info.biodiversity@gmail.com

Cel.: +593 99 758 9267

Ibarra-Ecuador.

Instrucciones a los autores

Los Trabajos serán Inéditos: Una vez aprobados, no podrán someterse a la consideración de otra revista, con vistas a una publicación múltiple, sin la debida autorización del Comité Editorial de la Revista. La extensión máxima será 8 cuartillas para los trabajos originales, 12 las revisiones y 4 las comunicaciones breves e informes de casos, incluidas las tablas y figuras.

Los artículos se presentarán impresos (dos ejemplares). Todas las páginas se numerarán con arábigos y consecutivamente a partir de la primera. Estos deben acompañarse de una versión digital (correo electrónico o CD) en lenguaje Microsoft Word, sin sangrías, tabuladores o cualquier otro atributo de diseño (títulos centrados, justificaciones, espacios entre párrafos, etc.). Siempre se ha de adjuntar la carta del consejo científico que avala la publicación y una declaración jurada de los autores. Referencias Bibliográficas. Se numerarán según el orden de mención en el texto y deberán identificarse mediante arábigos en forma exponencial. Los trabajos originales no sobrepasarán las 20 citas; las revisiones, de 25 a 50 y las comunicaciones breves e informes de casos. En las Referencias en caso de que las publicaciones revisadas estén online se debe proveer un enlace consistente para su localización en Internet. Actualmente, no todos los documentos tienen DOI, pero si lo tienen se debe incluir como parte de las referencias. Si no tuviese DOI, incluir la URL.

Tablas, modelos y anexos: Se presentarán en hojas aparte (no se intercalarán en el artículo) y en forma vertical numeradas consecutivamente y mencionadas en el texto. Las tablas se ajustarán al formato de la publicación se podrán modificar si presentan dificultades técnicas. Figuras: Las fotografías, gráficos, dibujos, esquemas, mapas, salidas de computadora, otras representaciones gráficas y fórmulas no lineales, se denominarán figuras y tendrán numeración arábiga consecutiva. Se presentarán impresas en el artículo en páginas independientes y en formato digital con una resolución de 300 dpi. Todas se mencionarán en el texto. Los pies de figuras se colocarán en página aparte. El total de las figuras y tablas ascenderá a 5 para los trabajos originales y de revisión y 3 para las comunicaciones breves e informes de casos. Abreviaturas y siglas: Las precederá su nombre completo la primera vez que aparezcan en el texto. No figurarán en títulos ni resúmenes. Se emplearán las de uso internacional. Sistema Internacional de Unidades (SI): Todos los resultados de laboratorio clínico se informarán en unidades del SI o permitidas por este. Si se desea añadir las unidades tradicionales, se escribirán entre paréntesis. Ejemplo: glicemia: 5,55 mmol/L (100 mg/100 mL). Para facilitar la elaboración de los originales, se orienta a los autores consultar los requisitos uniformes antes señalados disponibles en: http://www.fisterra.com/recursos_web/mbelvancouver.htm#ilustraciones%20 (figura) Los trabajos que no se ajusten a estas instrucciones, se devolverán a los autores. Los aceptados se procesarán según las normas establecidas por el Comité Editorial. El arbitraje se realizará por pares y a doble ciego en un período no mayor de 60 días. Los autores podrán disponer de no más de 45 días para enviar el artículo con correcciones, se aceptan hasta tres reenvíos. El Consejo de Redacción se reserva el derecho de introducir modificaciones de estilo y /o acotar los textos que lo precisen, comprometiéndose a respetar el contenido original. El Comité Editorial de la Revista se reserva todos los derechos sobre los trabajos originales publicados en esta.



Periférico Sur s/n, San Antonio. Ibarra – Ecuador

<https://bioecologicos.com/>

<https://www.facebook.com/BioecologicosEC/>

Email: bioecologicosec@gmail.com

Cel.: +593 99 5968529

Docencia, investigación,
extensión y proyección
social al servicio del territorio



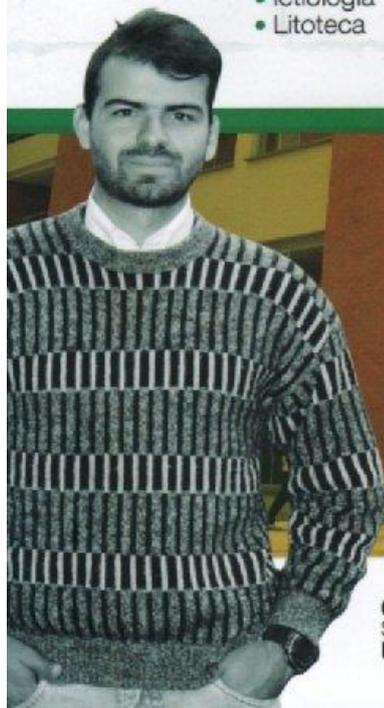
Fortalezas institucionales

- > Biotecnología
- > Limnología
- > Derechos Humanos – Posconflicto
- > Internacionalización
- > Inclusión Social
 - SER – Servicio Educativo Rural
 - Educación de Alfabetización
- > MIES – Instituto de formación para el trabajo y el desarrollo humano
- > Formación humanística "Ruta Humanística en el currículo - Cátedra abierta Madre de la Sabiduría"
- > Investigación y desarrollo tecnológico
- > Comprometida con la calidad
- > Centro de Estudios Territoriales
- > Biodiversidad
 - Herbario
 - Ictiología
 - Litoteca

Áreas del conocimiento

- Ciencias Agropecuarias
 - Ciencias de la Educación
 - Ciencias de la Salud
 - Ciencias Económicas y Administrativas
 - Ciencias Sociales
 - Derecho
 - Ingenierías
 - Teología y Humanidades
- > 26 programas de pregrado
 - > 16 programas de posgrado
 - 1 doctorado
 - 8 maestrías
 - 7 especializaciones

www.uco.edu.co  [universidad.caticolicoeorient](https://www.facebook.com/universidad.caticolicoeorient)  [@uconiano](https://twitter.com/uconiano)



“Servicio educativo con calidad en:
Personas, procesos y servicios”

Contacto institucional Universidad Católica de Oriente
Sector 3, Cra. 46 No. 40B 50 - **PBX:** +(57)(4) 569 90 90. Ext. 694
Fax: +(57)(4) 531 39 72 - **Email:** uco@uco.edu.co

