



# Revista Científica Estelí

*Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua

ISSN: 3006-6700

Núm. 50 | Año 13 | 2024





## AUTORIDADES

**Dra. Ramona Rodríguez**  
Rectora, UNAN-Managua

**MSc. Aracelly Barreda Rodríguez**  
Directora, UNAN-Managua, CUR-Estelí

---

## CONSEJO EDITORIAL

**Dra. Beverly Castillo Herrera**  
Coordinadora Editorial de la Revista Científica Estelí

**MSc. Irene Georgina Baca Téllez**  
Docente, UNAN-Managua, CUR-Estelí

**Dra. Julia Argentina Granera**  
Docente. UNAN-Managua, CUR-Estelí

**Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga**  
Docente. UNAN-Managua, CUR-Estelí

**Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera**  
Docente. UNAN-Managua, CUR-Estelí

**MSc. Marlene Rizo**  
Docente. UNAN-Managua, CUR-Estelí

---

## CONSEJO ASESOR

**MSc. Yirley Indira Peralta Calderón**  
Secretaria Académica, UNAN-Managua, CUR-Estelí

**Dra. Mariela Gutiérrez Hernández**  
Jefa del Departamento de Ciencias Económicas. UNAN-Managua, CUR-Estelí

**Dra. Graciela Farrach Úbeda**  
Jefa del Departamento de Educación y Humanidades. UNAN-Managua, CUR-Estelí

**MSc. Josué Tomás Urrutia**  
Jefe del Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud. UNAN-Managua, CUR-Estelí

---

## EQUIPO TÉCNICO

**Diseño y diagramación**  
Ing. Darwing Joel Valenzuela Flores

**Traducción de resúmenes**  
Lic. Ena Anielka Suárez

---

## ISSN: 3306-6700

La Revista Científica Estelí: Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, es una publicación electrónica en la web, de periodicidad trimestral, editada por el Centro Universitario Regional de Estelí, tiene el propósito de compartir las experiencias de investigación que desarrollan estudiantes y docentes. Este es un esfuerzo que pretende la articulación entre el quehacer de los docentes-investigadores y diferentes actores del sector público, sector privado, Organismos no Gubernamentales y población de Nicaragua.

Todos los derechos son reservados para su contenido, diagramas, fotos y resúmenes. Se autoriza la reproducción parcial o total por cualquier medio conocido, siempre y cuando sea con fines académicos. En caso contrario, se requerirá autorización expresa de la Coordinación editorial de la revista.

Los conceptos expresados en esta publicación periódica son producto de investigaciones debidamente fundamentadas. Sin embargo, los conceptos y opiniones expresados en cada artículo es responsabilidad de los autores y las autoras.

## CONTENIDO

Pág.

### **Editorial**

Beverly Castillo Herrera

1

**Factores de riesgos ergonómicos asociados al puesto de mantenimiento Subestación Eléctrica Enatrel Municipio Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte 2023** Néstor Balladares Galán, Mario Gómez Picón y Richard David Arana Blas

4

**Una mirada a los estudios de toxicología que se han realizado en Nicaragua en el período 2001-2022**

Richard David Arana Blas, Orlando Delgado Cortez, Carlos Uriel Baca Sevilla y Sergio Ramón Gutiérrez Úbeda

**Estrategias Sanitarias para fortalecer el trabajo del personal de salud en la atención de la cardiopatía Chagásica en el departamento de Estelí, Nicaragua**

Fabricio Alexander Bermúdez Centeno, Elian Arnolis Canales Martínez, María José Gutiérrez Talavera y Beverly Castillo Herrera

**Características sociodemográficas y clínicas de COVID-19 en una cohorte comunitaria del Distrito II de Managua, Nicaragua**

Miguel Ángel Plazaola Cuadra, José Guillermo Juárez Valdez, Sheyla Valdivia Quiroz, Guillermina María Kuan Montes y Ángel Balmaseda

**Impacto de las variantes genéticas del SARS-CoV-2 en la hospitalización de pacientes con COVID-19 procedentes de la vigilancia nacional del Ministerio de Salud de Nicaragua, marzo 2020 – septiembre 2022**

Gerald Vásquez Alemán, Christiam Cerpas Cruz, Hanny Moreira Tijerino, Francisco Mayorga-Marín, José Juárez, Sonia Arguello, Eva Harris, Aubree Gordon y Ángel Balmaseda

**Entendiendo la Primera Ley de la Termodinámica: Estrategias de Enseñanzas y Aplicaciones**

Arnoldo Abraham Herrera Herrera, María José López Escoto, Keneth Moisés Lumbí Pérez, Marcos Aurelio Reyes Cruz, Marx Ernesto Ruiz López, Maynor Enrique Moreira García y Francisco Javier Somarriba López

**Estrategias del modelo por competencia y su implementación en la práctica de docentes de la UNAN-Managua**

Andrea del Carmen Arteaga Juárez, Cristhiam José López López y Jersson Ariel Sánchez Fletes

**Dimensiones de Personalidad y Conducta alimentaria en estudiantes de Contaduría Pública y Finanzas en FAREM–Carazo de UNAN-Managua, Nicaragua**

Marian De Fátima Escobar López, Heydi Esperanza López Jiménez, Angelys Michell López Ortiz y Dustin Ezequiel Amador Jiménez

**Tratamiento de las ideas alternativas que poseen los estudiantes de Biología sobre energía**

*Cristhiam José López López*

**Experiencia familiar de agricultura urbana y manejo de residuos sólidos en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México**

*Marycruz Abato Zárate, Noel Reyes Pérez, Miguel Ángel Escalona Aguilar, Doris Guadalupe Castillo Rocha y Reyna Ruth Hernández Pérez*

**Probabilidades de Riesgo de Exposición al Mercurio en Comunidades Pesqueras de la Cuenca Grandes Lagos de Nicaragua**

*Francisco José Picado Pavón, Rommel José Lacayo Morales y Xaviera de Jesús Méndez Doña*

**Microplásticos en un ecosistema lagunar del trópico húmedo nicaragüense y su incidencia en poblaciones de *Crassostrea rhizophorae***

*Billy Francis Ebanks Mongalo, Enoc Geremías Rivas Suazo, Eduardo Alexander Siu Estrada y Juan Asdrúbal Flores-Pacheco*



## EDITORIAL

---

Desde la REVISTA CIENTIFICA DE ESTELI celebramos que la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) ha diseñado su Portal de Revistas Académicas donde están alojadas un total de 12 revistas científicas, 8 de ellas indexadas y 4 en proceso de indexación. Pueden verla en: <https://revistas.unan.edu.ni>

Este portal se concibe como un espacio de divulgación científica de acceso abierto, que tiene como objetivo organizar, preservar, difundir e internacionalizar la producción intelectual resultante de la actividad investigadora de las distintas revistas de UNAN-Managua. De esta manera, se promueve la libre circulación de la producción científica y el constante intercambio de conocimientos

La REVISTA CIENTIFICA DE ESTELI como una de las revistas indexadas de la UNAN-Managua, con este Numero 50 contribuye a la difusión de resultados de investigación realizadas a nivel nacional e internacional. En este ejemplar se incluyeron un total de 12 artículos científicos en las áreas de ciencias sociales, salud pública, educación y ciencias ambientales.

En el área de Ciencias Sociales se incluyen un artículo que se titula Factores de riesgos ergonómicos asociados al puesto de mantenimiento Subestación Eléctrica Enatrel Municipio Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte 2023. Los investigadores demuestran que los principales riesgos para los trabajadores son: la condición térmica inadecuada por el calor, se les obliga a alcanzar herramientas que están alejadas del cuerpo, y manipulan cargas manuales de más de 3kg. Se obtiene nivel alto en riesgo REBA y en la evaluación ergonómica como riesgo muy alto. Los principales lugares de dolor son: cuello, área dorsolumbar, hombros y muñecas. Además, la Mayoría de los trabajadores presentan alteraciones de sobrepeso y obesidad grado I.

Desde el área de salud pública se comparten tres artículos como resultados de investigaciones de campo. El primer artículo se titula: Una mirada a los estudios de toxicología que se han realizado en Nicaragua en el período 2001-2022. Este es un artículo de revisión documental y se presenta información sobre cuatro dimensiones para el abordaje de la toxicología desde: concepción de la toxicología, rol de las instituciones vinculadas a ésta, sectores laborales más afectados e investigaciones en la materia. Los investigadores concluyen que toxicología laboral es una ciencia que debe ser abordada con los profesionales de la salud ocupacional, desde su formación base, para brindar un adecuado abordaje en los diferentes sectores laborales, no sólo como una respuesta a incidentes generados por exposición, sino más bien en la prevención y protección de los trabajadores, reduciendo así el riesgo laboral de enfermedades y accidentes.

Otro artículo sobre: Estrategias Sanitarias para fortalecer el trabajo del personal de salud en la atención de la cardiopatía Chagásica en el departamento de Estelí, Nicaragua. Los autores demuestran que la enfermedad de Chagas es predominante en áreas urbanas,



afecta más a mujeres y ser ama de casa es factor de riesgo. La promoción desde las unidades de salud se limita a charlas y uso de medios visuales, y la prevención se basa en la fumigación. Este estudio establece una propuesta de Estrategia Sanitaria Para Enfermedad cardiopatía Chagásica (ESPECH), para fortalecer el trabajo realizado por el personal de salud en el departamento de Estelí, y propone una lista de verificación que incluya promoción, prevención y rehabilitación e integrarla en los programas de atención primaria y secundaria para brindar una mejor atención a los pacientes afectados.

También se comparte el artículo titulado: Características sociodemográficas y clínicas de COVID-19 en una cohorte comunitaria del Distrito II de Managua, Nicaragua. Los autores realizaron este estudio en el año 2022. Los autores demuestran el comportamiento epidemiológico de la COVID-19 a nivel comunitario, donde prevalece la población del sexo femenino, las edades más afectadas fueron niños de 10 a 19 años, y el menos afectado de 50 a 59 años, los estudiantes arrojaron más casos positivos, los síntomas que predominaron fueron: fiebre, tos, rinorrea, cefalea y dolor de garganta. Las enfermedades crónicas más frecuentes de esta población fueron: diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedades coronarias, ser obeso, sobrepeso o estar eutrófico.

El cuarto artículo de salud pública sobre: Impacto de las variantes genéticas del SARS-CoV-2 en la hospitalización de pacientes con COVID-19 procedentes de la vigilancia nacional del Ministerio de Salud de Nicaragua, marzo 2020 – septiembre 2022. Esta investigación demuestra que las variantes más frecuentes fueron omicrón y Delta (21.32%) y 19B (21.2%). Las menos comunes fueron 21C (Epsilon) y 21H (Mu). Se identificaron mutaciones en las regiones N, M, ORFs y S del genoma del SARS-CoV-2, incluyendo la mutación S: D614G. Hubo una asociación negativa entre el aumento de la edad y el riesgo de infección con la variante 19B, y una asociación positiva con las variantes 20B y Delta. Además, los investigadores afirman que se encontraron asociaciones entre las variantes 20A, 20B, 20C y Delta con el riesgo de hospitalización. La edad fue un factor determinante en el riesgo de infección por ciertas variantes. Algunas variantes aumentaban el riesgo de hospitalización, y la edad, en combinación con las características genéticas de las variantes, influía en este riesgo.

En el área de Ciencias de la Educación se incluyen cuatro artículos. El primero se titula Entendiendo la Primera Ley de la Termodinámica: Estrategias de Enseñanzas y Aplicaciones. El estudio se centró en desarrollar estrategias didácticas para la enseñanza de la primera ley de la termodinámica, adaptadas a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, identificadas mediante el inventario de FELDER. Para desarrollar esta investigación los autores primero diagnosticaron el estilo de aprendizaje predominante entre los estudiantes, se diseñó la propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo y el uso de tecnologías educativas, se aplicó y se analizaron los datos para demostrar la pertinencia y efectividad de las estrategias implementadas.

El artículo sobre Estrategias del modelo por competencia y su implementación en la práctica de docentes de la UNAN-Managua, se enfoca en docentes que estudian el doctorado en Gestión y Calidad de la Educación (III- Cohorte), impartido por la Facultad de Educación e Idiomas de la UNAN-Managua. Los resultados evidenciaron que la metodología permite la integración del colectivo de docentes, de contenidos, y aporte de los componentes a la estrategia integradora. Las estrategias didácticas y de evaluación, se vinculan a un modelo ecléctico, convergen estrategias que favorecen al modelo por competencia: estudio de caso, trabajo cooperativo y Aprendizaje Basado en Problema (ABP), evaluación de pares y portafolios; y también se utilizan estrategias de tipo tradicional como: resúmenes,

conferencias magistrales, exámenes y pruebas escritas. Los investigadores concluyen que la práctica docente evidencia un proceso de transición de un modelo centrado en contenidos, a un modelo por competencia.

El artículo titulado: Tratamiento de las ideas alternativas que poseen los estudiantes de Biología sobre energía, en este estudio se aplicó un cuestionario como pre-test y post-test a una muestra de 33 estudiantes matriculados en la asignatura de Introducción a la Física. El investigador demuestra que el uso de estrategias didácticas incidió de forma positiva en el aprendizaje porque lograron modificar las ideas alternativas que presentaban al inicio de la Unidad III: Energía, para comprender el concepto de energía y sus propiedades desde una perspectiva científica. Sin embargo, también se evidencia que hay estudiantes que siguen teniendo ideas alternativas sobre energía, tales como: La energía se crea, la energía es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo, el calor es energía, la energía se pierde, entre otras. Esto indica que las ideas alternativas son resistentes al cambio por estar muy arraigadas en el individuo.

El último artículo del área de educación se llama: Dimensiones de Personalidad y Conducta alimentaria en estudiantes de Contaduría Pública y Finanzas en FAREM–Carazo de UNAN-Managua, Nicaragua. En este estudio se trabajó con una muestra de 120 estudiantes universitarios, de primero hasta quinto año de dicha carrera. Los instrumentos utilizados fueron EPQR y EAT-26. Los investigadores encontraron que un 9% de la muestra está en riesgo de desarrollar un trastorno alimenticio, sin embargo, en la escala de Neuroticismo no poseen una predicción significativa, pero la dimensión de Psicoticismo sí presenta mayor riesgo de conducta alimentaria en el género masculino.

En el área de conocimiento de ciencias ambientales se comparten tres artículos. El primero sobre la Experiencia familiar de agricultura urbana y manejo de residuos sólidos en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México. Esta investigación tiene enfoque cualitativo con la participación de una familia de cuatro integrantes. Los investigadores identificaron tres etapas cronológicas en el desarrollo de esta experiencia: la etapa inicial (2001-2013), la etapa de integración a la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa-Veracruz (2014-2020), y la etapa de permanencia en casa derivada de la pandemia COVID-19. El estudio constata que los beneficios de los huertos urbanos son multidimensionales, pues contribuyen a proteger la biodiversidad, son farmacias vivientes, preservan la memoria biocultural y son espacios de aprendizaje y de participación social. Se recomiendan a los actores políticos que promuevan iniciativas a favor de la agricultura urbana y periurbana.

En el artículo titulado Probabilidades de Riesgo de Exposición al Mercurio en Comunidades Pesqueras de la Cuenca Grandes Lagos de Nicaragua, se presentan los resultados de un diagnóstico enfocado en el análisis de Hg en las aguas, sedimentos y pescado, así como en información sobre el consumo de pescado y datos antropométricos para el análisis del riesgo. Los resultados muestran una baja biodisponibilidad del Hg en los Grandes Lagos de Nicaragua, pero el contenido de Hg en los pescados analizados es superior al de pescados proveniente de ambientes no contaminados ( $<0,008$  mg/kg). Los investigadores evidencian que las probabilidades del riesgo asociada al consumo de pescado son bajas ( $<4,4\%$ ) para las comunidades estudiadas. Sin embargo, se concluye que las probabilidades de riesgo para las comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán sugieren vigilar la inocuidad, en el contenido de Hg, de estos recursos hidrobiológicos.

El último artículo aborda los Microplásticos en un ecosistema lagunar del trópico húmedo nicaragüense y su incidencia en poblaciones de *Crassostrea rhizophorae* en la barra de Houn Sond, al sur de la laguna de Bluefields, Nicaragua. Los investigadores encontraron muestran que de 1,296.073 m<sup>3</sup> de agua filtrada, se identificaron 0.475 g de microplásticos y una partícula de goma de 0.022 g, siendo el color más abundante el blanco hueso con 0.329 g. En la arena se encontraron 23.282 g de microplásticos, con una mayor presencia del color blanco hueso (13.473 g). Pero, no se observaron microplásticos en el sedimento, ni en las muestras de ostiones. Los datos de este artículo son muy relevantes porque no existen estudios previos que permitan referenciar las afectaciones.

Nuevamente ha sido un gusto compartir un nuevo ejemplar, el No.50 de la REVISTA CIENTIFICA ESTELÍ, y seguir comprometidos con el acceso abierto a las publicaciones científicas.

Saludos cordiales,

**Dra. Beverly Castillo Herrera**  
Coordinadora Editorial  
Revista Científica Estelí





## Factores de riesgos ergonómicos asociados al puesto de mantenimiento Subestación Eléctrica Enatrel Municipio Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte 2023

### Ergonomic risk factors associated with the maintenance position at the ENATREL Electric Substation, Bonanza Municipality, North Caribbean Coast Autonomous Region 2023

**Néstor Balladares Galán**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua / Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua CIES, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-2090-8230>

[nestorballadares@yahoo.es](mailto:nestorballadares@yahoo.es)

**RECIBIDO**

26/10/2023

**ACEPTADO**

03/07/2024

**Mario Gómez Picón**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua / Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua CIES, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-4221-845X>

[gomez01pi@yahoo.es](mailto:gomez01pi@yahoo.es)

**Richard David Arana Blas**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua / Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua CIES, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-9766-0982>

[richard.arana@cies.unan.edu.ni](mailto:richard.arana@cies.unan.edu.ni)

## RESUMEN

La existencia de riesgos dentro del área de trabajo incrementa la posibilidad de afectar la salud y bienestar físico de los trabajadores, además la calidad del trabajo se refleja en la seguridad que proporciona a sus trabajadores. El objetivo de investigación fue analizar la actividad de mantenimiento de líneas de baja y alta tensión, desenergizadas en trabajadores de la subestación de Empresa Nacional Eléctrica ENATREL, en municipio de Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte RACCN de Nicaragua. Se aplicó un enfoque cuantitativo, correlacional. La población del estudio consistió en 10 trabajadores de mantenimiento. Para cada caso, se aplicó una hoja de consentimiento informado. Durante la actividad se realizó revisión postural y se tomó apoyo fotográfico para la Evaluación Ergonómica (REBA). Así mismo, se aplicó Cuestionario Nórdico Estandarizado (Ibarache, 2019) y cuestionario Inicial de Riesgo (García & Villar, 2003) referente a Síntomas Musculoesqueléticos. La información recopilada, se procesó en matriz de datos Software SPSSv.25 y la medición de ángulos se realizó en web Ergonautas de Valencia (Diego-Mas, 2015). En cuanto a los resultados, la condición Térmica: todos los trabajadores (100%) indicaron que Temperatura es inadecuada por calor. El obliga al 70% de los trabajadores a alcanzar herramientas que están alejados del cuerpo. Además, el 80% de los trabajadores

## PALABRAS CLAVE

Eléctrico; ocupacional; ergonomía.



manipulan cargas manuales de más de 3kg. Se obtiene Nivel riesgo REBA:12 Puntos, Muy Alto lo cual amerita su pronta revisión. Según escala de la evaluación ergonómica se tiene nivel de riesgo Muy Alto, los principales lugares de dolor son: cuello, área dorsolumbar, hombros y muñecas. La Mayoría de los trabajadores presentan alteraciones de sobrepeso y obesidad grado I, y tienen escolaridad media. Las dolencias se clasifican mayormente como mínimas y están asociadas al trabajo por realizar posiciones forzadas, tareas con repetitividad y alta manipulación de carga. Además, existe alta asociación entre nivel de riesgo ergonómico con dolencias musculoesqueléticas en los trabajadores.

## ABSTRACT

The existence of risks within the work area increases the possibility of affecting the health and physical well-being of workers, and the quality of the work is reflected in the safety it provides to its workers. The objective of this research was to analyze the maintenance activity of low and high voltage de-energized lines in workers of the substation of Empresa Nacional Eléctrica ENATREL, in the municipality of Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte RACCN of Nicaragua. A quantitative, correlational approach was applied. The study population consisted of 10 maintenance workers. For each case, an informed consent form was applied. During the activity, a postural review was performed and photographic support was taken for the Ergonomic Evaluation (REBA). Likewise, the Standardized Nordic Questionnaire (Ibarache, 2019) and the Initial Risk Questionnaire (Garcia & Villar, 2003) referring to Musculoskeletal Symptoms were applied. The information collected, was processed in data matrix Software SPSSv.25 and the measurement of angles was performed in web Ergonautas de Valencia (Diego-Mas, 2015). As for the results, the Thermal condition: all workers (100%) indicated that temperature is inadequate for heat. It forces 70% of the workers to reach tools that are away from the body. In addition, 80% of the workers handle manual loads of more than 3kg. REBA risk level: 12 points, very high, which warrants immediate revision. According to the ergonomic evaluation scale, the risk level is very high. The main areas of pain are: neck, dorsolumbar area, shoulders and wrists. Most of the workers are overweight and obese, grade I, and have a high school education. The ailments are mostly classified as minimal and are associated with working in forced positions, repetitive tasks and high load handling. In addition, there is a high association between ergonomic risk level and musculoskeletal ailments in workers.

## KEYWORDS

Electrical; occupational; ergonomics,

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es común escuchar diferentes conceptos como seguridad en el trabajo, peligros y riesgos laborales, accidentes e incidentes de trabajo, elementos de protección personal, entre otros; igualmente existe normatividad que establece los requisitos mínimos de las mejores prácticas en gestión de seguridad en el trabajo, permitiéndole a una organización controlar sus riesgos y mejorar su desempeño colectivo y demás temas que hacen referencia a la salud ocupacional.

Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) es una empresa pública descentralizada del Estado Nicaragüense, amparada bajo Ley 583, entidad de servicio público, con personalidad jurídica, es la encargada de la operación y mantenimiento del Sistema de Transmisión Eléctrico único del país que transporta la energía eléctrica. Cuenta con red de más de 20 mil km de líneas con 105 subestaciones eléctricas abarcando un 99 % de cobertura nacional, según registros propios.

Las cuadrillas de reparación eléctrica tienen múltiples actividades rutinarias y no programadas, la demanda de reparación o instalación de líneas, con el deseo de hacer con rapidez las actividades, propicia a los trabajadores a tener riesgo de accidentes, la precaución juega un papel primordial.

En los últimos años de reporte se contabilizan un mínimo de 30 accidentes relacionados a instalaciones eléctricas siendo en su mayoría de miembros superiores (INNS, 2021). En nuestro medio local no se encuentran referencias sobre los riesgos en los trabajadores linieros eléctricos, por lo que, basados en la exposición de estos a la variedad de posiciones durante el trabajo, los factores ambientales que les rodean y la manipulación de herramientas, entre otros, se hace necesario su revisión. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo tuvo como fin conocer la problemática de los trabajadores linieros eléctricos en el municipio de Bonanza. Los beneficios del estudio serán para tomar mejores decisiones por parte de las autoridades correspondientes.

En las revisiones de trabajos en América Latina relacionados a este rubro eléctrico Alva (2021), define Riesgo Eléctrico como la probabilidad de ocurrencia de un contacto directo o indirecto con una instalación eléctrica, que puede causar daño personal o material y/o interrupción de procesos, incluye la exposición a arcos eléctricos o relámpagos de arco.

Por otro lado, Acevedo (2019), demuestra que cuando se presenta una sobrecarga física de trabajo y es mantenida durante un tiempo, la fatiga tiene efectos en los músculos inactivos, e incluso puede afectar el sistema nervioso, se pasaría de una fatiga habitual que genera un deterioro pasajero en ciertas partes del cuerpo al efectuar el trabajo y que se disminuye con el descanso a una fatiga crónica o patología con repercusión en todo el organismo y que puede llegar a ser irreversible.

### Fundamentación teórica

Se entiende por ergonomía el estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo. La ergonomía utiliza ciencias como la medicina, el trabajo, la fisiología y la antropometría. El término ergonomía deriva de las palabras griegas ergos (que significa trabajo) y nomos (leyes naturales, conocimiento o estudio); por tanto, ergonomía se podría traducir literalmente como el estudio del trabajo (IHMC, 2005).

Ergonomía de la posición y esfuerzo. Este tipo de ergonomía consiste en el estudio de movimientos efectuados por el colaborador, estos movimientos al no ser adecuados pueden causar lesiones o mal formaciones tales como malas posturas que conlleva a un ineficiente desempeño laboral y a largo plazo enfermedades físicas (Rodríguez y Peña, 2021).

Según Rodríguez y Peña (2021), los factores de riesgos ergonómicos son:

**Carga estática:** este tipo de carga está relacionado a una contracción muscular, cuando es continuada y mantenida causa inadecuado funcionamiento del sistema muscular esquelético. Carga estática se divide de acuerdo con el tipo de postura que el trabajador lleve a cabo en el desarrollo de sus funciones.

**Posturas Prolongadas:** Son aquellas en las que el trabajador permanece igual más del 75% de su jornada laboral.

**Postura Forzada o Extrema:** Este tipo de postura el trabajador se ve obligado a realizar movimientos que se encuentran fuera de sus ángulos de confort en el que el cuerpo puede desplazarse o moverse.

**Postura antigravitacional:** Estas posturas se asocian con aquellos movimientos y/o tareas que requieren una fuerza muscular que va en contra de la gravedad.

**Postura inadecuada:** Estas posturas están relacionadas con las conductas repetitivas o hábitos que ha adquirido el trabajador. (Rodríguez & Peña, 2021)

**Carga Dinámica:** Estas se encuentran asociados con aquellos movimientos repetitivos que se llevan a cabo durante acciones esforzadas como el levantamiento y transporte de cargas pesadas. Se dividen en:

**Movimiento repetitivo:** estos movimientos hacen referencia a las múltiples actividades y o tareas repetitivas en ciclos inferiores a 30 segundos o a más del 50% de los ciclos que un trabajador emplea para el desarrollo de un mismo movimiento dentro de su trabajo.

**Manipulación de carga:** Relacionada con operaciones de transporte o sujeción de carga en la que participa uno o un grupo de trabajadores a levantar una carga que por sus características conlleva riesgos alrededor de las zonas dorsolumbares de los trabajadores.

**Carga física de trabajo:** Es la totalidad de las influencias que actúan sobre la persona en un sistema laboral o sea el conjunto de cargas parciales debido a la tarea y el medio ambiente.

**Levantamiento de cargas:** Provoca lesiones en la espalda cuando las cargas sobrepasan la capacidad física (peso volumen de la carga) o el levantamiento es repetitivo y la postura al momento del levantamiento (López 2014).

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una de las dolencias de origen laboral más habituales. NIOSH define los trastornos musculoesqueléticos como “un conjunto de lesiones y síntomas que afectan al sistema osteomuscular y estructuras asociadas, como huesos, músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios y el sistema circulatorio (Hita, 2020).

La gran mayoría de los trabajadores que padecen síntomas relacionados con trastornos musculoesqueléticos indican que su estado de salud es bueno o muy bueno, lo que refleja que sus síntomas indicados no solo incluyen casos graves sino también otros menos graves (OSHA, 2019).

La prolongación de estas experiencias estresantes puede desencadenar respuestas en el sistema musculoesquelético. OSHA (2019), relaciona tres grandes grupos locales los que se encuentran vinculados con: Factores personales, biomecánicos, físicos, organizativos y psicosociales los cuales de forma independiente o al interrelacionar entres si pueden ser responsables de aparición o agudizamiento de los Trastornos Musculoesqueléticos a corto mediano y largo plazo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tiene un enfoque cuantitativo (pues midió fenómenos importantes definidos), estudio descriptivo correlacional pues busca identificar atributos sin modificarlos. Se lleva a cabo en el área de mantenimiento subestación eléctrica Enatrel en municipio de Bonanza. Se tuvo como Universo y muestra a 10 trabajadores de cuadrillas en sus actividades de ascenso y descenso de postes, al realizar: cambio de transformador e instalación de línea nueva y reparación de conexión de línea.

Criterios de selección:

- Trabajador actual en cuadrilla Enatrel Bonanza
- Trabajador que haya comprendido objeto de estudio
- Paciente que decidió firmar el consentimiento informado
- Disposición de dar datos en cuestionario

Criterios de exclusión:

- Trabajador que no pertenezca a cuadrilla o que no desee participar del estudio.

Etapas de investigación

Etapa 1. Investigación documental

En este proceso se realizó revisión y recolección de documentación sobre el tema, se diseñó objetivos con orientación docente.

Etapa 2. Diseño de instrumentos

Para este fin se utilizaron cuatro fuentes de recolección de información

- Ficha demográfica laboral para datos de trabajadores, mediante entrevista tomando datos de edad, procedencia, escolaridad, antigüedad entre otros datos.
- Check List de identificación de riesgos iniciales. Cuestionario para evaluar las condiciones de trabajo conformada por riesgos ergonómicos y psicosociales, se realiza desde una fuente primaria que es el trabajador evaluado, permitiendo identificar riesgos en los que se ven diariamente expuestos. El cuestionario incluye acápites de condiciones térmicas, ruidos, iluminación, diseño del puesto de trabajo, postura/

repetitividad, calidad del ambiente, factores psicosociales y manipulación manual de cargas. Se ha diseñado más como una herramienta de detección inicial de posibles riesgos o problemas que como una herramienta de evaluación. Está diseñada para ser aplicada por cualquier persona no experta en ergonomía, diseñada para cualquier tarea o puesto de trabajo (García & Villar, 2003).

- Método REBA: Método análisis postural por tal razón valora nivel de exposición del evaluado al riesgo en la adopción de posturas inadecuadas. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Nos permite hacer diagnóstico de los aspectos referentes a carga física de los trabajadores, esto incluye factores de carga postural, interacción persona-carga y riesgo de padecer un problema musculoesquelético, se realiza a través de un sistema de puntuación, dividiendo el cuerpo en segmentos, dando como resultado un nivel de riesgo. El llenado de este instrumento se realizó siguiendo las orientaciones de llenado y mediante la observación directa (Diego-Mas, 2015).

Se divide en Grupo A: piernas, tronco y cuello, Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas. En cada grupo se obtiene puntuación individual con la medición de ángulos, estos se pueden modificar en función de la carga o fuerza y del tipo de agarre de la carga. Esta puntuación se modifica de acuerdo con el tipo de actividad muscular desarrollada (movimientos repetitivos, posturas estáticas o cambios de postura). La puntuación final indica el nivel de riesgo de padecer lesiones (Diego-Mas, 2015).

- Cuestionario Nórdico: recolecta información de los síntomas con mayor frecuencia e intensidad en trabajadores que trabajan con exigencias físicas aplicable en el estudio ergonómico las preguntas son de selección múltiple. Este cuestionario concentra sus preguntas en los síntomas que se encuentran con mayores frecuencias en los trabajadores que están sometidos a exigencias físicas especialmente aquellas de origen biomecánicas. El llenado de este instrumento se realizó a través de la técnica de la entrevista. Este cuestionario está formado por tres fases: la primera averigua la presencia de problemas durante los últimos meses, la segunda fase averigua sobre la repercusión de los síntomas en las labores diarias y la tercera fase hace referencia a la presencia de problemas o molestias en los últimos 7 días (Ibarache, 2019).

Inicialmente se aplicó formulario de aspectos sociodemográficos, condiciones de trabajo y la presencia de dolencias. Posteriormente, se recolectó información mediante observación directa al tomar fotografías con dispositivo móvil, al realizar sus funciones. Estos datos se obtuvieron con la finalidad de subir a software y hacer mediciones de ángulos de sus segmentos corporales, las valoraciones se hicieron valorando lado derecho. Se tomaron datos de los diferentes cuestionarios y se dieron conclusiones tomando datos relevantes para dar conclusiones sobre frecuencia e intensidad de dolencias, entorno de trabajo y nivel de riesgo al hacer las actividades.

Etapa 3. Análisis de la información y elaboración del documento final

El procesamiento y análisis de los datos se realizó a través de ingreso a matriz de datos en software estadístico SPSS v.25. Se obtienen datos de ángulos en web [ergonauta.upv.es](http://ergonauta.upv.es).

Se controló el sesgo de información con capacitación a encuestador, control de calidad de la encuesta y confidencialidad de la información a través de la delimitación de los criterios de inclusión.

---



Este estudio se sometió a comité interno de ética de Universidad, se recibió carta de autorización de Marco Ético. Se pidió autorización a directora de Empresa Enatrel Bonanza, entregándose carta firmada por subdirección docente. A los trabajadores se les presentó hoja de consentimiento informado, entrevistados leyeron y firmaron hoja previa a recolección de datos previo a toma de datos.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

A continuación, se señala la descripción de los resultados obtenidos del estudio realizado con la finalidad de obtener información necesaria para desarrollar objetivos.

**Tabla No. 1**

Características Sociolaborales en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023

Sexo			Etnia		
	n	%		n	%
Masculino	10	100	Mestizo	8	80
			Mayagna	2	20
Ocupación			Estado Nutricional		
Liniero	10	100	Normopeso	4	40
			Sobrepeso	4	40
			Obesidad Grado I	2	20
Edad			Escolaridad		
21-30	4	40	Primaria	1	10
31-40	4	40	Secundaria	4	40
41-50	2	20	Técnica	4	40
			Universitaria	1	10
Antigüedad Laboral					
1 - 4años	4	40			
5-9 años	5	50			
> 9años	1	10			

Fuente: Cuestionarios, SPSS

El 100% de los encuestados son género Masculino, el 40% están entre 21-30 años, el 40% están entre 31-40 años. Respecto a la procedencia, 80% son de área urbana con etnia Mestiza, el 40% de los trabajadores tiene antigüedad 1-4 años, el 50% con 5-9 años de trabajo, el 70% son de estado civil casado. Referente a Escolaridad en los encuestados tienen estudios secundaria 40%, educación técnica 40%. (ver Tabla No.1).

El total de los encuestados son de habilidad diestros como la mayoría de población, son linieros del sexo masculino; esto por la gran demanda de fuerza y maniobras que para el género femenino sería muy difíciles. El 80% son de vivienda urbana, esto colabora mucho pues al finalizar la jornada el trasladarse a un domicilio lejano colabora con la fatiga en los trabajadores.

Los estudios de secundaria y técnica abarcan el 80% de los encuestados. Esto es muy importante porque el trabajo amerita condiciones de conocimiento básico de polaridad y redes para ejercer esta labor, además es útil debido a las medidas que se realizan a diario y la secuencia de uso de herramientas.

Casi la mitad de los encuestados son de 1-4 años de antigüedad y junto a los de antigüedad 5-9 años son casi del 90%. Esto es muy importante pues la experiencia propicia mejores resultados del trabajo, más en esta labor que requiere múltiple esfuerzo muscular y mentales. Los datos son similares al estudio de Carballo y Carballo (2019), quien encontró en su estudio el 45% a población de 31 a 40 años y un 67% de población con antigüedad menor a 10 años, también lo demostró Barriomuevo (2021), donde obtuvo un 45% de 6-10 años de antigüedad.

Con respecto al estado nutricional de los trabajadores, casi la mitad de los trabajadores se encuentra en sobrepeso y la otra mitad se encuentra en normopeso, solo el 20% se encuentra en obesidad grado I. Esto repercute directamente en sus labores diarias pues, la realizan en alturas utilizando herramientas múltiples y realizando ascensos en alturas. Este resultado es muy similar al estudio de López (2014), donde la mitad de los trabajadores 49% estaban en sobrepeso, además es directamente proporcional los movimientos de actividades gravitacionales de su diario trabajar.

De igual manera, se encuentran similitudes con los resultados de Calle (2019), el cual demuestra que un significativo número de trabajadores 49% están en sobrepeso y 30% en obesidad. El sobrepeso y obesidad que favorecen el desarrollo de enfermedades de trastornos musculoesqueléticos compromete la actividad física de los trabajadores. El grupo etario con alta frecuencia de síntomas musculoesqueléticos fueron los de edad comprendida entre 31-40 años, constituyendo el 53%.

**Figura 1.**

Frecuencia en lista de identificación inicial de riesgos en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023



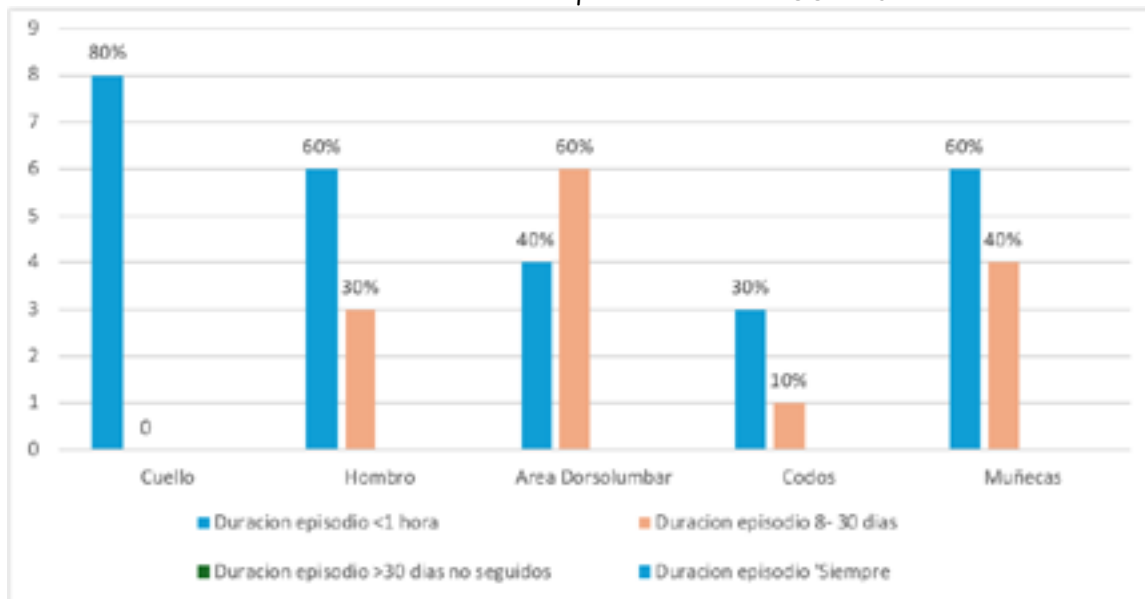
Cuestionario lista inicial de riesgos respecto a acápite Condición Térmica: Todos los trabajadores indican que Temperatura es inadecuada por calor (100%), por otro lado,

respecto a Diseño del puesto de trabajo se tienen que alcanzar herramientas u objetos de trabajo que están muy alejados del cuerpo contestaron (70%). Acerca de Manipulación manual de cargas se obtiene que manipulan cargas de más de 3kg (80%) (ver Figura 1).

En cuanto a postura repetitividad en este acápite se realizan movimientos repetitivos de brazos y o muñecas en un (70%). El total de los trabajadores manifestó la temperatura como factor inadecuado al trabajar, pues dificulta las funciones a realizar, donde la mayoría de las ocasiones lo hacen a cielo abierto y directamente bajo el sol. Esto propicia el agotamiento muscular y la fatiga por repetitividad relacionándose con lo encontrado por Paredes & Vasquez (2018) y Carballo y Carballo (2019), donde detectaron riesgos ergonómicos en el 100% de los encuestados por postura repetitividad, condiciones térmicas y manipulación manual de cargas.

**Figura 2**

Presencia de dolencias en últimos 12 meses vs la duración episodios en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023

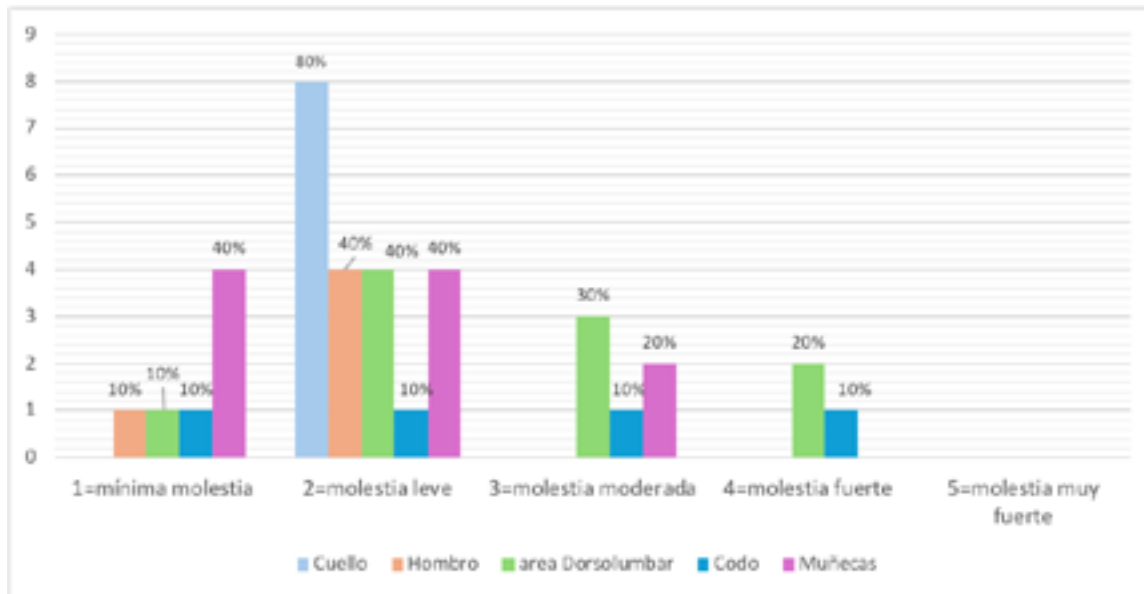


En este acápite se observó que los episodios de dolencias en las diferentes áreas son inicialmente cortas, en cuello 80% de las dolencias son menores a una hora, Hombro dolencias en 60% son dadas en menores a una hora y 30% con duración de 8-30 días, articulación de área Dorsolumbar 40% con dolencias menores a una hora y 60% son de duración 8-30 días, articulación de Codo se presenta la molestia en 30% en menor a 1 hora, en la articulación Muñecas 60% son dolencias menores a 1 hora (Ver figura 2).

El total de los encuestados manifestaron dolor dorsolumbar y dolor en muñecas, seguido de dolor en hombros y cuello, por sus posturas de labor, así como la manipulación de herramientas al ascenso de postes, datos similares de Rodriguez y Peña (2021), donde encontraron segmentos afectados dorsolumbar 83%. Estas dolencias en población encuestada durante la ejecución de sus actividades diarias o posterior a las mismas, donde los linieros, asumen posturas forzadas, antigravitaciones y posiciones bípedas por largo tiempo que ponen en riesgo a la condición de salud y calidad de vida a largo plazo.

**Figura 3**

Presencia de dolencias e intensidad de molestia de la misma en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023



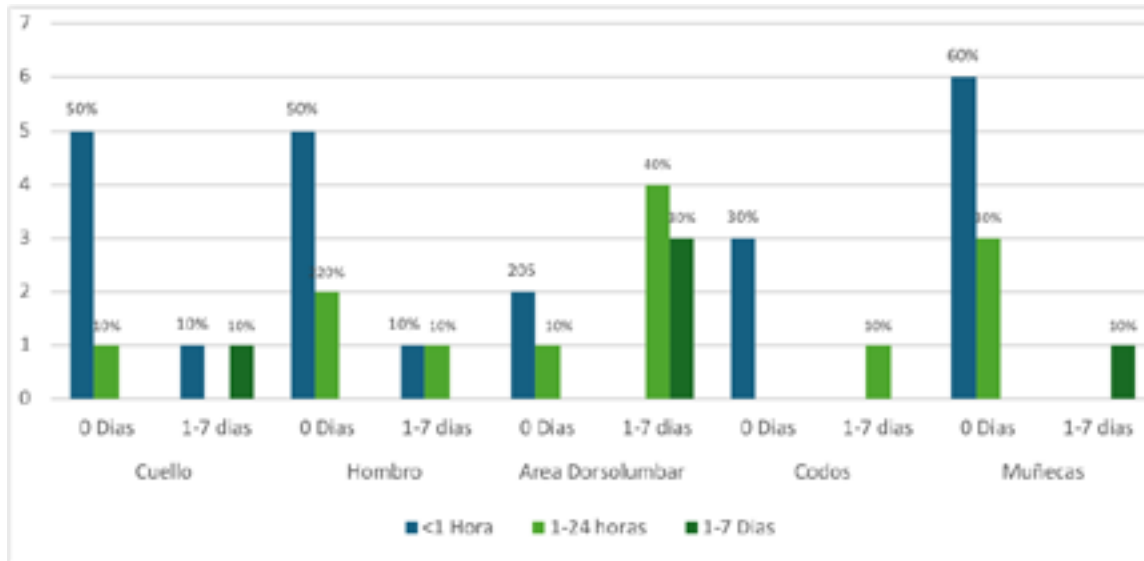
Se obtiene en este acápite que la presencia de dolor en cuello en la escala de intensidad es colocada en Intensidad leve en 80% de los trabajadores, la dolencia de Hombro es valorada como leve en 40%, dolor en área Dorsolumbar dolencia leve 40%, molestia moderada 30%, molestia fuerte 20%, Dolencias de Codo se presentan de 10%, en intensidades de dolencias leve, moderada y fuerte en cada una de ellas. Muñecas con intensidad de molestia mínima y leve en 40% de trabajadores (ver Figura 3).

Se observó que el estudio se relaciona con el de Paredes y Vásquez (2018), el cual identificó que el cuello y área dorso lumbar son las áreas de las que más sintomatología presentan con una prevalencia de 94,1% y de 88,2% respectivamente. Con respecto a dolor no es continuo, sino que aparece ocasionalmente durante la jornada o al final del mismo, al regresar a sus hogares, dolencia que relacionan a la labor y a la que se acostumbran, aunque mayoría lo presenta dolores, no es motivo de ausencia a las labores. Así mismo Rodríguez y Peña (2021), avalan que las dolencias se presentan incansablemente por las labores de cada liniero.

Este resultado es comparado con los obtenidos por Márquez y Moscoso (2022), el cual identificó factores de riesgo ergonómico, trastornos musculoesqueléticos que están relacionadas con esfuerzo físico, movimientos repetitivos y carga postural, dependiendo en cada uno de estos el tiempo de exposición.

**Figura 4**

**Dolencias e impedimento de realización de funciones últimos 12 meses en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023**



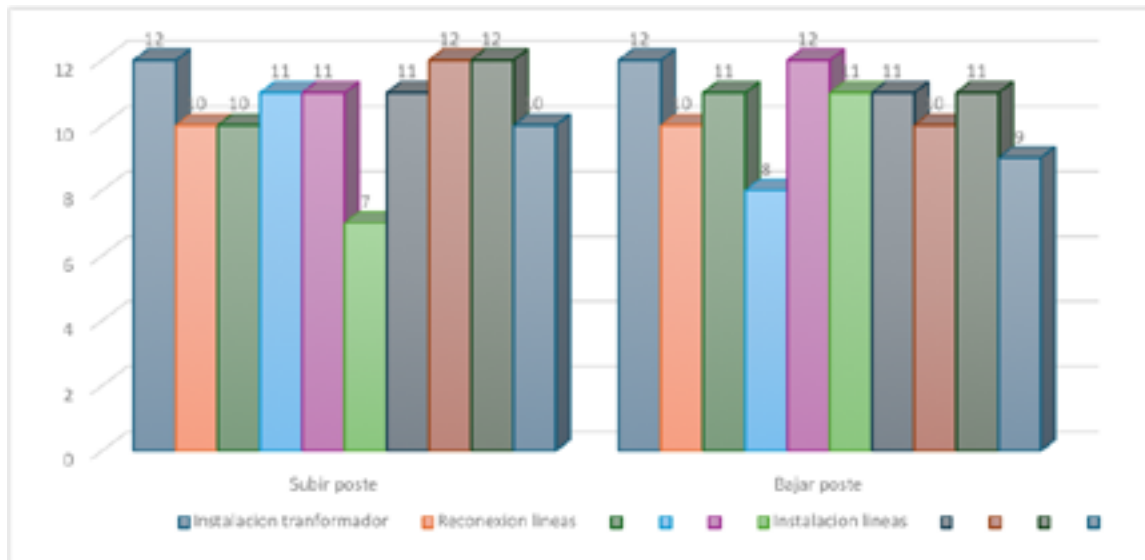
Las características dolencias en las articulaciones, según la evolución área de cuello con dolencias de aparición de 0 días y con dolencias menor a 1 hora se presentan 50% y dolencias con duración 1-24 horas se presentan 10%, menor a un día 60%. En área Hombro con dolencias de aparición de 0 días con dolencias menor a 1 hora se presentan en 50% dolencias de 1-7 días con 10%, es decir dolencias menos a 1 día es de 60% (ver Figura 4).

En área Dorsolumbar con dolencias de aparición de 0 días con dolencias menor a 1 hora se presentan en 20% dolencias de 1-7 días con dolores mayores a 1 día 40%, área de Codos con dolencias de aparición de 0 días con dolencias menor a 1 hora se presentan en 30% dolencias de 1-7 días con dolores mayor a 1 día 10%, área de Muñeca con dolencias de aparición de 0 días con dolencias menor a 1 hora se presentan en 60% dolencias de 1-7 días 10% que combinadas serian un 90%.

Las dolencias en cuello, área lumbosacra y muñecas son muy frecuentes en los trabajadores, presentándose en el último año, estando en las dolencias 1-7 días son mayores en mismas áreas, con duraciones menores a una hora casi siempre al finalizar la jornada laboral y molestias diarias en área dorsolumbar, similar resultado lo obtuvo Paredes y Vásquez (2018), quien encontró que el 56,3% referían molestias a nivel de cuello en los últimos 7 días y 70% a nivel de hombro. Estos dolores, aunque sean de corta duración e intensidad ejercen un efecto acumulativo hasta volverse frecuentes y limitantes.

**Figura 5**

Nivel de riesgo en actividad de subir y bajar poste lado derecho en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023



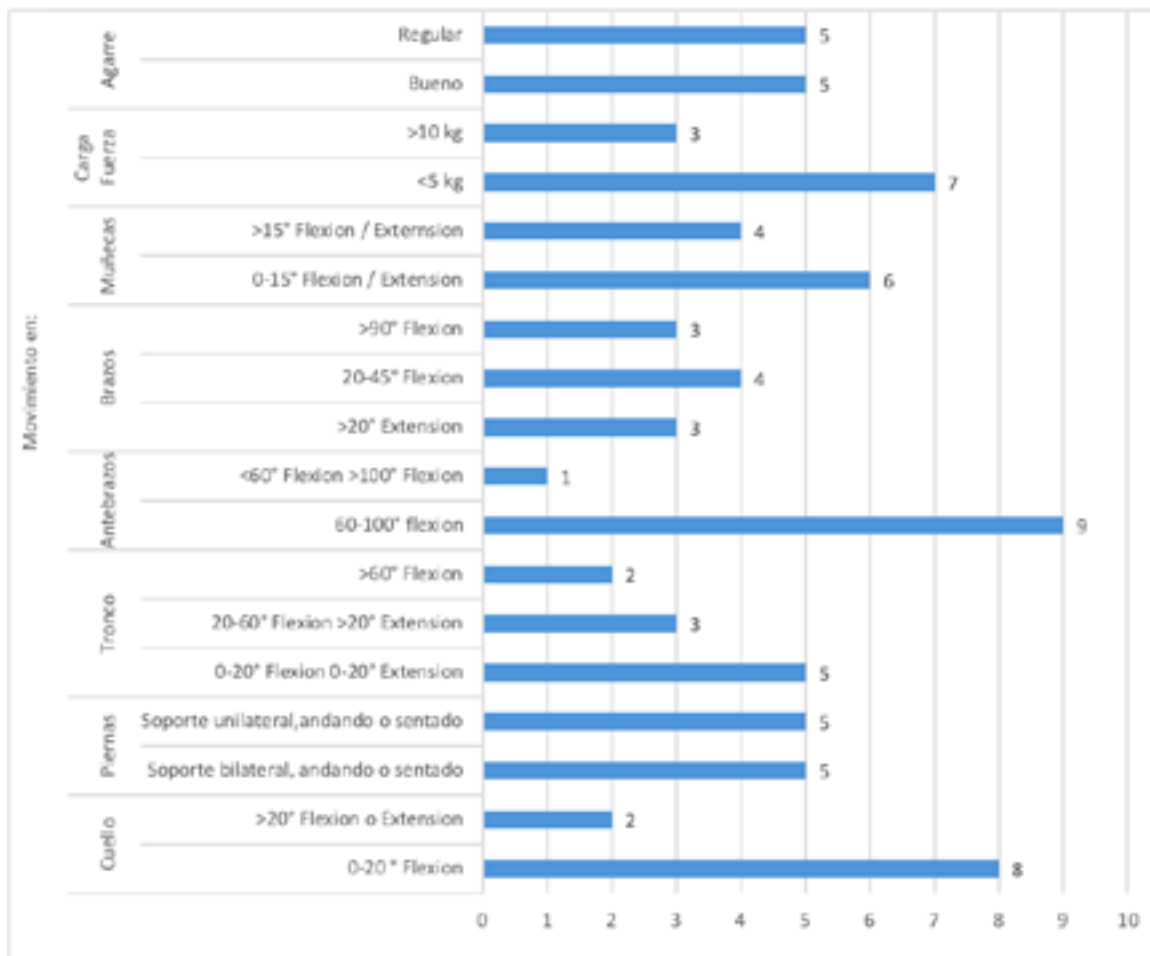
Se obtiene datos de actividad de subir poste donde el 30% obtiene 12 puntos como nivel de riesgo, el 30% obtiene un puntaje de 11 puntos y 30% obtiene puntaje de 10 puntos. De forma similar en actividad de bajar de poste 20% presenta 12 puntos de nivel de riesgo, 40% presenta 11 puntos de nivel de riesgo.

Estos datos son similares a los encontrados por Castelo (2017), quien en su estudio encontró un 43% de nivel alto según método REBA en los escenarios de acción de subir escalera (ver Figura 5). Se detectan riesgos tanto en ascenso y descenso. Esta labor se realiza casi todo el tiempo, tiene un alto valor de movimiento y es uno de los primeros pasos para las demás actividades.



**Figura 6**

Frecuencia de puntuación movimientos Método REBA en actividad común de Subir y bajar postes lado derecho en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023



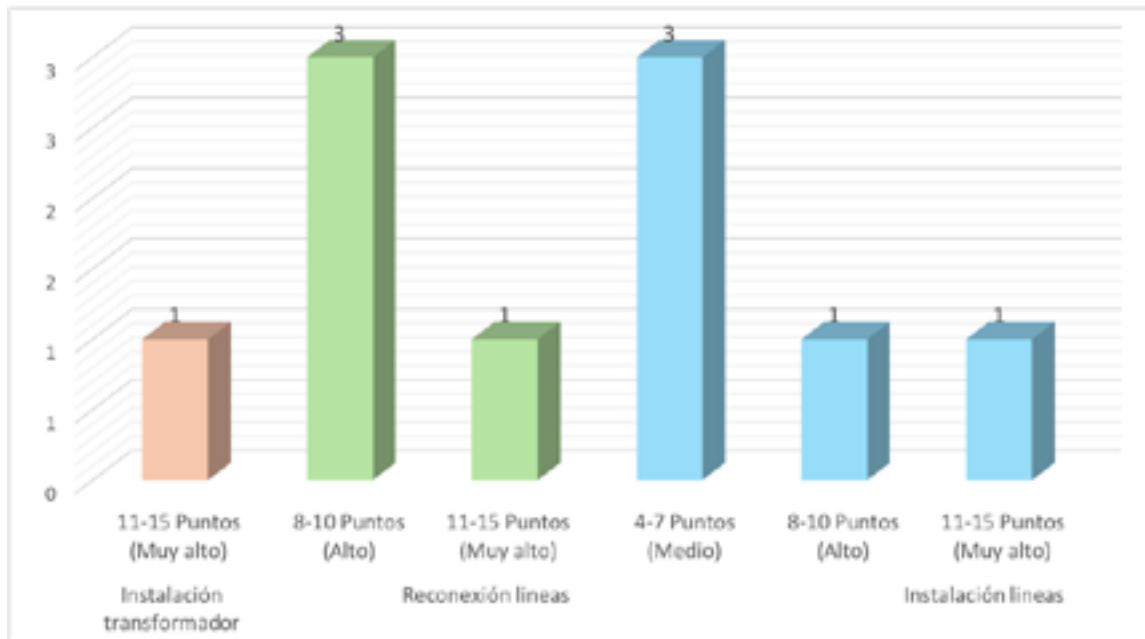
La mayor proporción de respuestas de encuestados coloca a la posición de cuello con flexión de 0-20° en 80%, así como movimiento de antebrazos 90% con flexión 60-100° y Movimiento de muñecas de 0-15° Flexión/Extensión con 60%, notoriamente visible de miembros superiores. Proporciones medias de Movimiento de piernas con soporte unilateral y bilateral con (50%) cada uno, movimiento de tronco 0-20° Flexión Extensión (50%) y 20-60° Flexión >20° Extensión (40%) y proporciones medias de Agarre Bueno y regular con (50%) de cada uno (ver Figura 6).

Los movimientos de antebrazos y muñecas se notan de manera mecánica frecuente pues sus labores están en áreas que ameritan cables, tornillos, alambres y herramientas de diferente tamaño y peso. Las dolencias en cuello son notorias pues, desde que inician sus labores su área de trabajo no está a nivel, amerita ascenso y cambios frecuentes de posición del cuello, las diferentes labores ameritan extensión de hombros con flexión y extensión en sus labores y en tomar herramientas, así como la posición unilateral con piernas con el uso de estrobo.

Esto se relaciona con el estudio de Rodríguez y Peña (2021), donde se presenta que el 75% de los trabajadores han presentado dolencias musculoesqueléticas, siendo mayor en áreas dorsolumbar 62,5%, seguido de los hombros 25% y antebrazo 12.5%.

**Figura 7**

Frecuencia de resultados Nivel de Riesgo Método REBA-Actividad en trabajadores de mantenimiento subestación eléctrica Municipio Bonanza RACCN 2023



Tomando a cada actividad en las diferentes tareas como total, según cantidad de trabajadores se obtiene en cada una de ellas el puntaje de 11-15 puntos Nivel de riesgo Muy Alto; presentándose en el 100% de las diferentes actividades, es decir en cada tarea se deben hacer acciones correctivas.

En Actividad Instalación de transformador Nivel de riesgo 100%, Actividad Reconexión de líneas 8-10 puntos Nivel Alto se encuentran el 75% de trabajadores que realizan esa tarea y solo el 25% con 11-15 puntos nivel de riesgo Muy alto. En actividad Instalación de línea con puntaje de 4-7 puntos Nivel de riesgo Medio se obtiene esta sola actividad con frecuencia de 60%, 8-10 puntos Nivel Riesgo alto en el 20% y 11-15 Puntos Nivel de riesgo Muy Alto en igual proporción (ver figura 7).

Se observó que las actividades estáticas y en contra de la gravedad afectan segmentos corporales de los linieros, que a la vez se complican con las posturas que incluyen movimientos dinámicos (ascenso y descenso de postes), cinturón de herramientas, sobrepeso y la gravedad de forma continua y repetida. La adopción de posturas genera fatiga muscular que, a la larga plazo, va a contribuir a tener patologías osteomusculares, aumento de riesgos de accidentes, disminución de la productividad e insatisfacción laboral.

Se encuentra que la evaluación por método REBA no establece riesgo por segmento específico corporal; más bien como resultados de varios factores como la angulación, posturas, fuerza, agarre, pero se observó que la puntuación en el grupo de miembro superior es alta para mayoría de las actividades, esto es mayor riesgo desde el ascenso a lugar de trabajo, la actividad en sí y luego el descenso. Estos datos se asemejan con los publicados por Patiño (2020), donde los resultados de dolencias osteomusculares son en este estudio Nivel Riesgo Muy Alto. De igual manera, Rodríguez y Peña (2021) también lo confirman según método REBA.

## CONCLUSIONES

En la empresa Enatrel Bonanza, los trabajadores cuentan con edad de 21 a 40 años en 90%, con sobrepeso y obesidad en un 60% y con una escolaridad media. Esto influye directamente en sus labores diarias por las actividades que ejercen.

La mayoría de los síntomas de dolencias musculotendinosas son menores a un día, aquejadas como leves y en su mayoría vistas en segmentos superiores del cuerpo. Estas molestias son relacionadas a las labores de trabajo diario. Los trabajadores presentan compromisos de posición forzadas, tareas con repetitividad y alta manipulación manual de carga.

Según la escala de evaluación ergonómica, se obtiene un nivel de riesgo muy alto, teniendo como principales lugares de dolor cuello, área dorso lumbar, hombros y muñecas. Esto amerita que el trabajador sea atendido según las necesidades de actuación pronta para corrección de tareas y posturas inadecuadas en el trabajo.

En los trabajadores de cuadrilla eléctrica, existe una alta asociación entre nivel de riesgo ergonómico de trabajo con las dolencias musculoesqueléticas que se presentan en los trabajadores. Aunque la dolencia no es inmediata, el efecto es acumulativo con tendencia a la habituación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo M, R. L. (2019). Evaluación del riesgo por gasto metabólico en trabajadores del grupo de alta tensión del instituto Costarricense de electricidad de la region Chorotega, Guanacaste. *Trabajo Final de Graduacion presentada para optar al grado Licenciatura Ing.Salud Ocupacional y ambiente*. Universidad Técnica Nacional, Costa Rica. Obtenido de <https://repositorio.utn.ac.cr/handle/20.500.13077/351>
- Alva, E. (2021). *Gestión de factores de riesgo laborales de los trabajadores de una empresa de mantenimiento eléctrico de media y alta tensión las normas ISO 45001 y salud en el trabajo*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/4306f702-d8c8-4688-91ec-91c6992d2e78>
- Barriomuevo, J. (2021). *Posturas forzadas y trastornos musculoesqueléticos en electricista de sección construcciones de empresa eléctrica Ambato regional Centro Norte SA*. Universidad Internacional SEK, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4338>
- Calle, R. (2019). *Prevalenciad e trastornos musculoesqueléticos y factores presentes en los trabajadores de la unidad de negocios Hidropaute de la corporación eléctrica de Ecuador Celec*. Ecuador: Universidad de Azuay. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9853>
- Carballo, M., & Carballo, I. (2019). *Análisis ergonómico de los puestos de trabajo Holcim SA Planta Nagarote Marzo 2019*. UNAN Managua. Nicaragua: Tesis optando a Licenciatura de Fisiatría. Obtenido de <http://repositorioiidca.csuca.org/Record/ReporUNANM12904>
- Castelo, J. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de anclaje para escaleras telescópicas para so de los trabajadores en la empresa eléctrica Riobamba S.A*. Unviersidad Nacional de Chimborazo. Ecuador: Tesis optando magister seguridad industrial. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4377/1/UNACH-EC-IPG-SISO-2017-0057.pdf>

- Diego-Mas, J. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Universidad Politécnica de Valencia, España. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- García, C., & Villar, M. (2003). *Manual para evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME*. Instituto Nacional de seguridad e higiene del trabajo., España. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/material->
- Hita, M. G. (2020). An overview of REBA Methodo Applications in the World. nt. J. Environ. Res. Public Health, España. doi:10.3390/ijerph17082635
- Ibarache, J. (2019). Cuestionario Nórdico Estandarizado de percepción de síntomas musculoesqueléticos. Ministerio de Salud. Instituto de Salud Pública, Chile. Obtenido de <https://www.ispch.cl/documento/nota-tecnica-n79/>
- IHMC. (2005). *Manual de Ergonomía. Proyecto espadelada*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, Galicia España. Obtenido de <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1LT29DLFR-1B1SZQM-4M92/ERGONOMA.pdf>
- INNS. (2021). *Anuario estadístico INSS 2020*. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaraguense de Seguridad Social. Obtenido de <https://inss-princ.inss.gob.ni/estadisticas-38/393-anuario-estadistico-2020>
- Lopez E. (2014). Factores de riesgo ergonómicos asociados a lumbaldia en trabajadores de centrales hidroeléctricas de empresa Nicaraguense de electricidad en Matagalpa y Jinotega, Nicaragua. *Tesis para optar al título de Maestría en Salud Ocupacional*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/7676/>
- Marquez, E., & Moscoso, R. (2022). Gestión de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo del personal operativo de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A agencia Alausí en el periodo 2022. *Thesis Pregrade*. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10148>
- OSHA. (2019). *Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo*. (OSHA, Editor) Recuperado el 2023, de Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU: <https://osha.europa.eu/es/publications/summary-msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe>
- Paredes, M. y Vasquez, L. (2018). Estudio descriptivo sobre las condiciones del trabajo y trastornos musculoesqueléticos en personal de enfermería de Unidad Cuidados Intensivos pediátricos y neonatales en Hospital Clínico Universitario Valladoid 2018. *Med. segur. trab.* ISSN 1989-7790., 64(251), 161-199. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2018000200161&script=sci\\_abstract](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2018000200161&script=sci_abstract)
- Patiño, B. (2020). Trastorno musculoesquelético por posturas forzadas del personal administrativo de municipio Azuay, Ecuador. *Thesis Degree Especializacion en salud y seguridad ocupacional*. Universidad Internacional SEK, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3679>
- Rodriguez, & Peña. (2021). *Identificación y Evaluación de factores de riesgo ergonómico a los que se exponen los técnicos electricistas de suspensiones y reconexiones Ingeryas*. Universidad ECCI. Colombia: Direccion Postgrados. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1127>



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18471>

## Una mirada a los estudios de toxicología que se han realizado en Nicaragua en el período 2001-2022

### A look at the toxicology studies that have been carried out in Nicaragua in the period 2001-2022

#### Richard David Arana Blas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua/CIES, Nicaragua.  
<https://orcid.org/0000-0002-9766-0982>  
[richard.arana@cies.unan.edu.ni](mailto:richard.arana@cies.unan.edu.ni)

#### Carlos Uriel Baca Sevilla

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua/CIES, Nicaragua.  
<https://orcid.org/0009-0009-8075-5393>  
[cubs\\_md@yahoo.com](mailto:cubs_md@yahoo.com)

RECIBIDO

31/10/2023

ACEPTADO

08/07/2024

#### Orlando Delgado Cortez

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua/CIES, Nicaragua.  
<https://orcid.org/0000-0002-1463-9468>  
[orlando.delgado@cies.edu.ni](mailto:orlando.delgado@cies.edu.ni)

#### Sergio Ramón Gutiérrez Úbeda

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. UNAN-Managua/CIES, Nicaragua.  
<https://orcid.org/0000-0003-2523-1801>  
[sergio.gutierrez@cies.unan.edu.ni](mailto:sergio.gutierrez@cies.unan.edu.ni)

## RESUMEN

Gran parte de los trabajadores están expuestos desde sus diferentes ambientes laborales a una variedad de elementos de origen químico que son denominados tóxicos: cualquier sustancia que produce efectos nocivos en el organismo (ATSDR, 2019), cuyos efectos sobre la salud son variables y no siempre son inmediatos. En este artículo se presenta una mirada a la toxicología laboral desde la investigación científica, como un componente importante que las empresas y los profesionales de la salud ocupacional deben aplicar en sus evaluaciones de salud laboral y ambiente. Para el desarrollo de este artículo de revisión documental se aplicaron distintos métodos de revisión de literatura, y sitios de información científico-técnicas e información publicada en instituciones que dan seguimiento a la toxicología. En la metodología de revisión documental y exploración de publicaciones acerca del tema, se implementaron cuatro dimensiones de revisión y análisis para el abordaje de la toxicología desde el enfoque de: concepción de la toxicología, rol de las instituciones vinculadas a ésta, sectores laborales más afectados e investigaciones en la materia. Se consultaron las bases de datos Google académico, Bireme, Pubmed, Latindex y revistas científicas indexadas como: Scielo, Aetox, Revista de ciencias sociales; sitios web de instituciones nacionales e internacionales como Ministerio de Salud, Instituto Nicaragüense de Seguridad Social, Ministerio del Trabajo, Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo. Entre las conclusiones la toxicología laboral es una ciencia que debe ser presentada a los profesionales de la salud ocupacional desde su formación base para brindar un adecuado abordaje desde diferentes sectores

## PALABRAS CLAVE

Tóxicos; intoxicaciones; venenos; antidotos.



laborales, no sólo como una respuesta a incidentes generados por exposición, sino más bien en la prevención y protección de los trabajadores, reduciendo así el riesgo laboral de enfermedades y accidentes.

## ABSTRACT

A large part of workers are exposed from their different work environments to a variety of elements of chemical origin that are called toxic: any substance that produces harmful effects on the organism (ATSDR, 2019), whose effects on health are variable and not always immediate. This article presents a look at occupational toxicology from scientific research, as an important component that companies and occupational health professionals should apply in their occupational health and environmental assessments. For the development of this documentary review article, different literature review methods were applied, as well as scientific-technical information sites and information published in institutions that follow up on toxicology. In the methodology of documentary review and exploration of publications on the subject, four dimensions of review and analysis were implemented for the approach to toxicology from the focus of: conception of toxicology, role of the institutions linked to it, labor sectors most affected and research on the subject. The following databases were consulted: Google Scholar, Bireme, Pubmed, Latindex and indexed scientific journals such as: Scielo, Aetox, Revista de Ciencias Sociales; websites of national and international institutions such as the Ministry of Health, Nicaraguan Institute of Social Security, Ministry of Labor, National Commission for Registration and Control of Toxic Substances, World Health Organization, Pan American Health Organization and the International Labor Organization. Among the conclusions, occupational toxicology is a science that should be presented to occupational health professionals from their basic training to provide an adequate approach from different labor sectors, not only as a response to incidents generated by exposure, but rather in the prevention and protection of workers, thus reducing the occupational risk of diseases and accidents.

## KEYWORDS

Toxics; poisoning; poisons; antidotes.



## INTRODUCCIÓN

La toxicología es una ciencia que ha aportado importantes evidencias científicas en salud, pero que además es una especialidad clínica médica que tiene una estrecha relación con eventos que se han desarrollado en ambientes de trabajo de diversos rubros. Entre otras definiciones la toxicología es el estudio de los venenos para la identificación y cuantificación de los efectos adversos asociados a la exposición a agentes físicos, sustancias químicas y otras situaciones (Silbergeld, *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, fourth edition, 1998).

A lo largo de historia, la humanidad ha hecho uso de diferentes elementos del medio para subsistir como el trabajo, la alimentación, y el desarrollo social, industrial y tecnológico. Sin embargo, los efectos que provocaban algunas sustancias no fueron totalmente documentadas hasta que se generaron hipótesis sobre la causalidad de enfermedades. Inicialmente, estas enfermedades se atribuyeron al ambiente, un análisis más detallado reveló la presencia de sustancias químicas, tanto naturales como modificadas por el hombre. Estas sustancias, muchas veces utilizadas para el consumo propio, la producción y la manipulación, han sido identificadas como factores importantes (Pérez, 2014).

El hombre siempre utilizó productos químicos naturales, transformados y sintéticos para la caza, la pesca, la guerra, el placer...cada época histórica tuvo su veneno (partes o extractos vegetales, arsénico, plomo, ...). En el siglo XVI el Médico Alemán Paracelso, cita la famosa frase “*Dosis sola facit venenum*” (la dosis hace al veneno), es una de sus frases más célebres y la máxima de esa disciplina que introduce al análisis del concepto dosis-efecto (OISS, 2018) .

Bernardino Ramazzini (1633-1714), ha sido llamado Padre de la Medicina ocupacional y se enfocó en el abordaje de enfermedades a nivel ocupacional en trabajadores expuestos a sustancias tóxicas como lo fueron mineros, pintores, entre otros. Así mismo, promovió la aplicación de medidas de seguridad y protección por lo cual su aporte fue trascendental para la seguridad industrial y las leyes que beneficiaban a los trabajadores, con el fin de disminuir los accidentes laborales. Verdu (2022), cita en sus capítulos de intoxicación por plomo: “Cuando llegues a la cabecera de tu paciente, pregúntale en que trabaja, para ver si en la búsqueda de su sustento, no radica la causa de su mal” (pág. 3).

La toxicología abarca desde estudios de investigación básica sobre el mecanismo de acción de los agentes tóxicos hasta la elaboración e interpretación de pruebas normalizadas para determinar las propiedades tóxicas de los agentes. Aporta una importante información tanto a la medicina como a la epidemiología de cara a comprender la etiología de las enfermedades, así como sobre la plausibilidad de las asociaciones que se observan entre éstas y las exposiciones, incluidas las exposiciones profesionales (Silbergeld, 1998).

La salud ocupacional forma parte de la salud pública y de la medicina social, se vincula con disciplinas relacionadas. De hecho, desde la primera reunión del comité de expertos organizado por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo, se adjudicó como término de salud ocupacional a una actividad eminentemente multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes. Además, la salud ocupacional procura no solo generar y promover el trabajo seguro y sano, sino que también buenos ambientes y organizaciones de trabajo realzando el bienestar físico, mental y social de los trabajadores (Arenas Massa & Riveros Ferrada, 2017).

El profesional de la salud ocupacional debe tener las competencias necesarias para ocupar el rol de ser el garante de la seguridad en el ambiente laboral en donde los trabajadores puedan estar predispuestos a intoxicaciones que se pueden denominar naturales, si se considera que hay sectores laborales en los que encontrar sustancias tóxicas es inevitable.

La finalidad del especialista en seguridad ocupacional visto como un profesional integral, debe ser aplicar sus conocimientos y bases de toxicología laboral en la prevención de riesgos y aseguramiento del estado óptimo de salud entre los trabajadores expuestos y evitar así el daño a la salud. La aplicación de planes de seguridad de toxicología laboral funciona a su vez para disminuir la peligrosidad en el trabajo, utilizando diversos medios tales como: señalizaciones, mapas de riesgos, capacitaciones a trabajadores expuestos, control de sustancias de uso continuo, matrices de compatibilidad, vigilancia en áreas de almacenamiento y vigilancia del estado de salud del personal expuesto.

En el contexto laboral, según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2019), la toxicología laboral, es la ciencia que se encarga de estudiar los venenos; la identificación y cuantificación de los efectos adversos asociados a la exposición a agentes físicos, sustancias químicas y agentes biológicos. Los trabajadores tienen riesgos laborales asociados al tipo de trabajo que realizan y al ambiente en el que lo ejecutan, traduciéndose esto en accidentes de trabajo o enfermedades profesionales a veces no detectadas en el momento. Existen una diversidad de moléculas que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo haciendo latente el proceso de intoxicación. Esto representa un riesgo laboral que, si no se identifica, controla y supervisa adecuadamente, ocasiona daños importantes a la salud del trabajador.

La toxicología laboral se ocupa de brindar un abordaje integral hacia las intoxicaciones que los trabajadores puedan sufrir, identificando su origen o causalidad, mecanismos de acción, efectos a corto, mediano y largo plazo, así como hacer hincapié en las medidas de prevención, control y seguimiento. Esto a fin de disminuir la incidencia de riesgos laborales de intoxicación que puedan ser perjudiciales en diferentes grados, o se muestren a veces irreversibles conllevando así a un daño a la salud del trabajador (Albiano & Villaamil Lepori, 2022). El objetivo de este artículo es aportar al desarrollo de la toxicología laboral nicaragüense, desde la perspectiva de la investigación científica a través de la revisión de fuentes internacionales como nacionales. Brindando así un componente importante para empresas y profesionales de la salud ocupacional en la toma de decisiones relacionadas con la salud laboral y ambiente.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizó una revisión de bibliografías y documentación relacionada a la toxicología laboral. En la metodología implementada se consideraron cuatro dimensiones de revisión y análisis para el abordaje de la toxicología vista desde el enfoque laboral; estas dimensiones consisten en: concepción de la toxicología, rol de las instituciones vinculadas a la toxicología, sectores laborales más afectados e investigaciones en la materia.

### Etapas de investigación

#### Etapa 1. Búsqueda en bases de datos

Se consultaron las bases de datos Google académico, Bireme, Pubmed, Latindex, plataformas electrónicas como ASTDR, revistas científicas indexadas en: Scielo, Aetox,

Revista de ciencias sociales; sitios web de instituciones nacionales e internacionales como: Ministerio de Salud (MINSa), Instituto Nicaragüense de Seguridad Social (INSS), Ministerio del Trabajo (MITRAB), Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas (CNRcST), Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS), y la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Durante el proceso de búsqueda se utilizaron palabras claves como “toxicología laboral”, “intoxicaciones en Nicaragua”, “intoxicaciones profesionales”, “prevención de intoxicaciones”, “intoxicaciones y agricultura”. Se incluyeron publicaciones relacionadas con las palabras claves y que fueran de fuentes confiables de información como las citadas anteriormente. Igualmente se incluyeron resultados obtenidos de las autoridades nacionales en la materia. Se excluyeron resultados en los que no se pudo comprobar la fuente, así como también resultados que enfocaron en intoxicaciones por intento de suicidio o por abuso de sustancias.

## Etapa 2. Proceso de selección y análisis de información

El proceso de selección y el de análisis de la información recopilada se realizó conjuntamente entre los autores del artículo, considerando los perfiles académicos y la experticia de sus autores, a saber: epidemiólogo, investigador, especialistas en salud ocupacional y toxicología.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según estadísticas del Ministerio de Salud de Nicaragua, desde marzo del 2004 a agosto del 2005, se reportaron 788 intoxicaciones en niños y jóvenes menores de 18 años. Los grupos de edad más afectados son de 2 a 5 años y los mayores de 10 años, con 30% y 44% respectivamente. Cada año se reportan alrededor de 1000 casos. El problema de las intoxicaciones por sustancias peligrosas en el país está afectando en forma similar tanto a niñas como a niños; es importante conocer que la forma de intoxicación más frecuente en ellos es el modo accidental, sin embargo, es preocupante que la tentativa suicida tiene también un porcentaje significativo de incidencia en estos casos.

Otros modos de intoxicación también importantes son por presencia ambiental de las sustancias tóxicas y por exposición laboral (Ministerio de Salud Nicaragua, 2006).

Según Castillo & Mejía (2023), en un estudio realizado en el año 2000 se encontró que entre 3169 encuestados, 72 personas reportaron un episodio de intoxicación aguda por pesticidas. De estos, 65 casos (90%) estaban relacionados con la exposición ocupacional, cinco (7%) con la exposición doméstica y dos (3%) a la exposición intencional. La tasa de incidencia acumulada/100, 000 intoxicaciones por plaguicidas en Nicaragua fue de 2,3 (IC del 95%: 1,7 a 2,8). Esto correspondía a 66,113 casos. La tasa más alta se encontró entre los hombres de las zonas rurales, en particular entre los agricultores y trabajadores agrícolas 37.

De igual manera, en el estudio citado por Castillo & Mejía (2023), se menciona que existe un subregistro de intoxicaciones agudas por plaguicidas (APP) en el sistema de vigilancia de plaguicidas en Nicaragua. Se estima que en el año 2000 no se informaron alrededor de 30,000 casos de envenenamiento por pesticidas que recibieron tratamiento médico, lo que “conduce a una incapacidad constante para interpretar e informar los efectos agudos de los plaguicidas en la salud de una manera útil para los formuladores de políticas”.

A nivel nacional el Ministerio de Salud, ha sido pionero en el desarrollo de acciones para la prevención, vigilancia y control de intoxicaciones en la población en general y sobre todo en el sector laboralmente activo más propenso a sufrir los efectos de la exposición laboral a sustancias tóxicas. Considerando que las intoxicaciones representan peligro para la vida de los trabajadores es importante tener conocimientos para la prevención efectiva de estos eventos en el ambiente de trabajo. Entre las funciones que se han realizado se encuentran: a) asesoramiento toxicológico, b) capacitación, c) registro de casos, d) evaluación toxicológica, e) antídotos, f) laboratorio (OPS, 2015).

Según la Ley General de Salud, Ley 423, en el título II, Capítulo I, De las competencias del Ministerio de Salud, en el artículo 7, se orienta dictar e implementar de común acuerdo con entidades públicas o privadas, las normas de protección contra los peligros para la salud de las personas que se deriven del uso de sustancias tóxicas, declaradas peligrosas. Así mismo en el título V, capítulo I, en el artículo 60, sobre el control y regulación sanitaria se orienta que el control sanitario a los productos y establecimientos farmacéuticos, a la producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos; a los plaguicidas, sustancias tóxicas y peligrosas y otras similares. (Ley 423. Ley General de Salud, 2002).

La Ley 274 y su Reglamento, es la encargada de regular el manejo y control de los plaguicidas, sustancias tóxicas y similares. (Ley No. 274, 1998).

Esta Ley cuya autoridad nacional de aplicación es, desde el año 2014, la Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas (CNRCST, también llamada “La Comisión”) (La Gaceta 217, 2023), tiene por objeto en su Artículo 1, establecer las normas básicas para la regulación control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares, así como determinar a tal efecto la competencia institucional y asegurar la protección de la actividad agropecuaria sostenida, la salud humana, los recursos naturales, la seguridad e higiene laboral y del ambiente en general para evitar los daños que pudieren causar estos productos por su impropia selección, manejo y el mal uso de los mismos. (Ley No. 274, 1998).

También instituye la coordinación interinstitucional dentro del sistema nacional de vigilancia junto con el Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales e Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria.

De igual manera, desde la CNRCST se han establecido coordinaciones con el Ministerio del Trabajo (por ejemplo, para que una empresa pueda tener licencia de importador de sustancias químicas emitida por La Comisión debe también tener su respectiva licencia en materia de Higiene y Seguridad otorgada por este ministerio). Así como también, ser miembro del Consejo Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (por el tema del transporte de estas sustancias) e incluso con el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil, por el tema de las fumigaciones aéreas en lo concerniente a la autorización de las avionetas que serán utilizadas para tal fin.

También, se han coordinado actividades de carácter correctivo, pero fundamentalmente de tipo preventivo con el Instituto Nicaragüense de Seguridad Social, Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres, y Dirección General de Bomberos por dar otros ejemplos.

Es importante citar que, en lo concerniente a la regulación de las sustancias químicas, Nicaragua ha venido prohibiendo o restringiendo el uso de aquellas sustancias que, por sus efectos adversos a la salud humana, al medio ambiente o agricultura, representan un riesgo inaceptable de exposición, tanto ambiental como laboral. Por ejemplo, la prohibición del uso de rodenticidas en presentaciones en polvos o la restricción de usos de Paraquat, entre otras prohibiciones (La Gaceta No. 49, 2014).

Así mismo, la prohibición de usos, importaciones y comercio de Clorpirifos (La Gaceta No. 186, 2020), y más recientemente, la prohibición de usos, importaciones y comercio de sustancias incluidas en los Convenios de Estocolmo (Convenio sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes) y en el Anexo III del Convenio de Rotterdam (Convenio sobre el Procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional) (La Gaceta No. 75, 2022) y en el primer trimestre de 2024, de 4 plaguicidas agrícolas altamente peligrosos. (La Gaceta No. 67, 2024).

En el panorama internacional, también se han ejecutado estrategias para el control y regulación en el uso de las sustancias químicas y tóxicas que son manipuladas de manera frecuente en distintos escenarios de trabajo, es importante destacar que la toxicología laboral tiene un gran aporte desde el componente de la vigilancia epidemiológica de los trabajadores que se exponen constantemente a sustancias tóxicas.

Existen entidades que están encargadas de esto desde diferentes países y niveles (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2019).

- Agencia Protección Ambiental de USA (EPA)
- Sistema de Registro, Evaluación, Autorización, Restricción de Sustancias Químicas (REACH) de la UE
- Agencia Europea de Químicos (ECHA)
- Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM)
- Autoridad Europea de Seguridad de los Alimentos (EFSA)
- Sistema Globalmente Armonizado
- Agencia de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Reglamentos de Etiquetado de Plaguicidas Agrícolas; Domésticos y Profesionales (SICA)
- Norma Andina para Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola
- Protocolo de Montreal
- Convenios internacionales, legalmente vinculantes

En este sentido el estado nicaragüense está adherido a los siguientes convenios legalmente vinculantes en materia de seguridad química como son el Convenio de Estocolmo que se centra en la prohibición y eliminación de sustancias químicas denominadas “contaminantes orgánicos persistentes” entre los que podemos mencionar la docena sucia; el Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional, que fundamentalmente otorga a los países el derecho a rechazar la importación de sustancias tóxicas altamente peligrosas; el Convenio de Minamata sobre el Mercurio, enfocado en la reducción y eventual prohibición de uso de este metal en los procesos industriales; del Protocolo de Montreal que regula las importaciones de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Asimismo, Nicaragua es estado parte del Convenio de Basilea, que se enfoca en los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, en los que se incluyen los productos químicos.

Entre los convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo en 2009, se publicaron avances que orientan la regulación global en la escena de toxicología laborales tal es el caso de Suecia que comenzó por revisar todos los insecticidas y herbicidas en uso específicamente en lo que respecta a tres puntos: su toxicología, la ecotoxicología y su necesidad.

Los principios que hacen inadmisibles un plaguicida formaron parte de este patrón de lectura y, al mismo tiempo que se investigaba si estaba disponible una alternativa menos peligrosa, se negaba el registro o se cancelaba la vigencia de cada plaguicida innecesario. De esta forma, de 700 pesticidas aprobados en 1986 se pasó a 350 en la actualidad. Las tasas de accidentes no siempre dan cuenta de la gravedad de un suceso. Hay muchas evidencias que muestran cómo empresas con bajos índices de accidentes menores, siguen presentando posibilidades de accidentes mayores (explosiones, incendios, contaminación por sustancias tóxicas, entre otros). (OIT, 2009)

Según el mapa de salud del Ministerio de Salud de Nicaragua, durante los últimos 5 años entre las causas de hospitalización de la población en general, se reportan las intoxicaciones por sustancias desconocidas ocupando el 11vo lugar en 2017, el 15vo lugar en 2019; y los efectos tóxicos por sustancias de procedencia principalmente no medicinal el 15vo lugar en 2020-2021 y 13vo lugar en 2022 (MINSA, 2023).

El Ministerio del Trabajo en Nicaragua, es el único avalado por la ley para autorizar a las personas naturales o jurídicas que efectúen capacitaciones en materia de higiene y seguridad laboral; en el Capítulo VII Obligaciones de los fabricantes importadores y suministradores de productos químicos. Según la ley 618, Ley de Higiene y seguridad en el trabajo, a nivel nacional debe asegurarse la vigilancia y control del uso y destino de los productos químicos, usados en la agro-industrial, agricultura y procesos industriales. Los Ministerios encargados de controlar y autorizar sus importaciones deben suministrar mensualmente a la Dirección de Higiene y Seguridad del Trabajo del Ministerio del Trabajo, copia de la lista de los importadores y productos químicos autorizados para su importación (Compilación de leyes y normativas en materia de higiene, 2008) .

Es importante la orientación que a nivel nacional promueve el aseguramiento de la seguridad laboral de los trabajadores que mantiene algún tipo de contacto con las diversas sustancias tóxicas que son necesarias para lograr resultados en sector productivos del país. De igual manera se orienta que todo producto tóxico lleve una identificación por medio de simbología internacional estandarizada para que la persona que los manipula sea que medidas de seguridad utilizar y se eviten accidentes ocasionados por imprudencias o por falta de información o aseguramiento de la integridad en el ambiente de trabajo.

Acorde al anuario estadístico del INSS 2021, se reporta que, en los accidentes y enfermedades por calificación, según naturaleza de la lesión el envenenamiento e intoxicación agudas reporta 26 casos por accidentes de trabajo y 1 por accidentes de trayecto; a diferencia del año 2020 en donde se reportaron 70 casos por accidentes de trabajo y 1 por accidentes de trayecto, y durante el año 2019 el comportamiento reportado fue de 53 casos por accidente de trabajo y 2 por accidente de trayecto (INSS, 2021).



En Nicaragua, debido a que es un país altamente agrícola, existe una estrecha relación con las intoxicaciones debido al uso de los plaguicidas como consecuencia de la propia estrategia de control de plagas que pueden dañar los cultivos. De igual manera, otras sustancias químicas también son utilizadas en el sector producción, con la elaboración, el almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos y productos agrícolas (Corea García, 2011).

Los trabajadores agrícolas representan el grupo con mayor riesgo de ser afectados; otros grupos laborales que también tienen riesgo laboral de intoxicación y efectos de sustancias químicas son los jardineros, ebanistas y taladores, pilotos y personal de apoyo en las aplicaciones aéreas, veterinarios, trabajadores que realizan control de vectores, personal que manipula resinas y otras sustancias industriales, incluyendo pinturas que incorporan a en su formulación, plaguicidas para el control de hongos. Se considera que la contaminación ambiental atribuible a los plaguicidas a la cual el público en general está inevitablemente expuesto contribuye al 22% de la carga mundial de enfermedades y al 23% de las muertes. Sobre los grupos de riesgos destacan quienes manipulan, aplican, viven, trabajan o estudian cerca de zonas agrícolas, así como las mujeres embarazadas y niños en crecimiento (Castillo & Mejía, 2023).

De acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) o GHS en inglés, con relación a la toxicidad de las sustancias químicas, las clasifica en 5 categorías (diferenciadas en números arábigos, pictogramas y leyendas toxicológicas) a saber en orden de mayor a menor peligrosidad aguda: categoría 1, categoría 2, categoría 3, categoría 4 y categoría 5, pero también considera si la sustancia es irritante/corrosiva para ojos y piel, si es sensibilizante para ojos y piel. En cuanto a la toxicidad crónica, establece categorías específicas para aquellas sustancias químicas cancerígenas, tóxicas para la reproducción (ya sea afectado la fertilidad, ocasionando malformaciones congénitas o si la sustancia puede perjudicar a los lactantes al ser excretada por la leche materna), mutágenas, pero también, si la sustancia tiene toxicidad específica para órganos dianas tras exposiciones únicas o repetidas (OIT, 2022).

La toxicidad de un plaguicida depende de su función y de otros factores. Por ejemplo, los insecticidas tienden a ser más tóxicos para los seres humanos que los herbicidas. La misma sustancia química puede tener diferentes efectos en diferentes dosis, es decir, la cantidad de sustancia química a la que se expone la persona. La toxicidad también puede depender de la vía por la cual se produce la exposición, por ejemplo, si se traga o inhala el producto, o si entra en contacto directo con la piel. También influye la presencia de ingredientes que contribuyen en la formulación comercial a que el plaguicida ejerza su función, por ejemplo, hidrocarburos y diversas formas de alcoholes.

Es necesario considerar algunas diferencias entre la exposición ambiental y ocupacional a las sustancias químicas, sin perder de vista que ambas exposiciones son importantes al valorar integralmente el estado de salud de una población.

Mientras que, en la exposición ambiental, la población afectada es heterogénea en términos de comorbilidades, en las exposiciones ocupacionales la población potencialmente afectada está "sana" por cuanto han pasado por un proceso de chequeos médicos laborales enfocados a detectar diversas condiciones que merman la aptitud de una persona para optar a puestos de trabajo que conllevan inherentemente exposiciones a diversos riesgos laborales, no sólo de tipo químicos, sino también físicos, biológicos, ergonómicos, entre otros.

Otra diferencia importante es el tiempo de exposición. Mientras que en un entorno ambiental la exposición puede ser permanente, mayor a una jornada laboral promedio de 8 horas al día, las exposiciones ocupacionales van a estar delimitadas precisamente por la forma en que está organizado el trabajo, ya sea una jornada de 8 horas laborales al día para un total de 40 horas a la semana o por turnos de 12 horas por día.

En Nicaragua, se han presentado múltiples casos de intoxicación por productos químicos relacionados a causas asociadas al trabajo, algunas de ellas con relevancia internacional como es el caso de la Empresa PENNWALT, empresa que estuvo en operaciones en Nicaragua entre los años 1967 hasta el año 1992, período en el que vertió unas 40 toneladas de mercurio en el Lago Xolotlán, y en un estudio realizado por el Centro de Investigaciones de Recursos Acuáticos CIRA, se determinó la afectación del lago, a su vez los datos de afectación laboral se traducen en muerte de 24 trabajadores y 107 con daños irreversibles. (Peña, Montenegro, & Matsuyama, 2009).

También fue relevante el caso “NEMAGON”, cuyo ingrediente activo es 1,2 – dicromo – 3- cloro propano o por sus siglas, DBCP, de las empresas Dow Chemical y Shell aplicado por ser un potente nematocida en las bananeras de propiedad estadounidense, afectando no solo a los nematodos, sino también a los trabajadores y población aledaña a las plantaciones. (WHO, 2003).

Estudios realizados en Estados Unidos demostraron que el DBCP, producía esterilidad (1/3 de los trabajadores de Dow Chemical resultaron estériles), conllevando a su prohibición en Estados Unidos en el año 1979 y en Hawái en 1985, sin embargo, apoyándose en la premisa del proyecto de libre comercio, se continuó produciendo y exportando para diversos países, incluyendo el istmo centroamericano, resultando en la afectación de aproximadamente 20,000 campesinos que no utilizaban los medios de protección personal. (OMS/OPS, 2020) Esto terminó en una demanda internacional ante el Tribunal Internacional de Justicia ganada por Nicaragua y la cuál Estados Unidos se negó a cumplir, desconociendo la decisión del tribunal (1987), la zona afectada fue el departamento de Chinandega (Gómez Suárez, 2013).

En Nicaragua se utilizó hasta los años 1982 – 1985, asociándose con pacientes atendidos en Hospitales de Chinandega, madres con abortos espontáneos malformaciones congénitas. Un estudio del UNAN Managua de 1997, mostró 157 madres con niveles altos de químicos en leche materna, cordón umbilical y sangre. 1 de cada 8 pozos estaba contaminado. Se presentaron casos de cáncer, lesiones en la piel, afecciones dentales entre otros.

Un estudio de la UNAN Managua de 1997, mostró 157 madres con niveles altos de químicos en leche materna, cordón umbilical y sangre. 1 de cada 8 pozos estaba contaminado. Se presentaron casos de cáncer, lesiones en la piel, afecciones dentales entre otros (Corriols, 2001).

Según reportes del Anuario Estadístico del INSS del año 2018, el área de agricultura representaba un total de 35 enfermedades relacionadas al trabajo en el área de agricultura propiamente dicho, ganadería, pesca y caza, de un total de 644 casos. Predominando las enfermedades profesionales en Chinandega (68 casos), Managua (306 casos), Masaya (60 casos) y León (87 casos). Se reportaron 50 casos de envenenamiento e intoxicaciones agudas como accidentes de trabajo. Así mismo se describen 902 casos de accidentes de trabajo por intoxicación por gases, polvos, líquidos y productos químicos y 76 por

enfermedades profesionales. De estos casos 73 corresponden a enfermedad renal crónica (Mesoamericana relacionada al trabajo) (Instituto Nicaraguense de Seguridad Social, 2018).

En el año 2014, se realizó un estudio sobre la Exposición a solventes en trabajadores de una maquila Nicaragua, en las que se encontró que los trabajadores que utilizan solventes para limpieza y salvado de prendas sí presentan efectos adversos a su salud, resultados que son estadísticamente significativos, asociados a la exposición directa a dichas sustancias. Los principales aparatos y sistemas afectados fueron el respiratorio, dérmico, oftálmico y a nivel de sistema nervioso central. Estos efectos son de tipo local y de corta duración, consistentes a exposición aguda. No se encontró afectación en las pruebas biológicas practicadas como biomarcadores indirectos de exposición a solventes que orienten a efectos crónicos debidos a exposición prolongada (Delgado Cortéz & Vásquez Ortega, 2014) .

En el año 2021, según anuario estadístico del INSS, se reportaron un total de 188 casos de enfermedades profesionales. Predominando en Managua, Chinandega, Masaya y León. 13 casos relacionados a la agricultura, caza y ganadería. Con 27 casos relacionados a intoxicaciones y envenenamientos agudos (Accidentes). No se registraron como secuelas de enfermedades laborales (INSS, 2021).

En 2022, se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal, el cual se basó en la realización de una encuesta de campo, para identificar por medio de entrevista y revisión clínica, los efectos neurológicos de una muestra de personas expuestas al mercurio del municipio de Bonanza. Entre los principales resultados, se encontró que la mayoría eran del género masculino, predominando los mestizos y la labor de minero artesanal y poseedoras de algún grado de instrucción académica.

El factor de riesgo más importante fue el ocupacional, asociado a un riesgo intermedio como son el higiénico, mal uso de equipos de protección personal, sin relevancia en el tiempo de exposición. El estudio reveló que el 42.1% de los entrevistados presenta algún síntoma que sugiere intoxicación por mercurio y 41.48% de la población en estudio presenta síndrome neurológico asociado a la intoxicación por mercurio (Gutiérrez Pérez & González, 2022).

En 2022, se realizó un estudio analítico de corte trasversal, la población de estudio fueron 87 mineros artesanales con exposición al mercurio metálico. Se identificaron síntomas y signos asociados a intoxicación por mercurio y se estableció asociación estadística entre variables de exposición y manifestaciones clínicas, además se valoró el conocimiento de los mineros acerca del mercurio y el uso de equipos de protección personal.

Los síntomas y signos asociados a intoxicación laboral por mercurio que presentan mayor relevancia estadística son los síntomas dérmicos como acrodinia, erupción eritematosa con exfoliación, digestivo pérdida de la dentición, sabor metálico y los síntomas neurológicos pérdida de la memoria, tristeza, labilidad emocional. Los factores de riesgo asociados a intoxicación por mercurio en los mineros fueron, laborar por más de 4 años con exposición al mercurio y no usar equipo de protección personal (Larios Córdoba & Gonzalez, 2022).

En la actualidad los casos de intoxicaciones siguen predominando en el área agrícola, siendo los departamentos más afectados, Estelí (Cultivo de tabaco), Chinandega (Cultivo de caña y bananeras), Matagalpa, Jinotega y Madriz (Agricultura de granos). Es importante

mencionar incremento en la incidencia de enfermedad renal mesoamericana en San Rafael del Sur, Municipio de Managua y Rivas.

## CONCLUSIONES

Los trabajadores están expuestos desde sus diferentes ambientes laborales a una variedad de elementos que se pueden encontrar presentes diariamente los cuales son denominados tóxicos. En Nicaragua los sectores laborales de mayor riesgo toxicológico son: sector agrícola, entornos industriales como zonas francas textiles, empresas formuladoras de pinturas, cementeras, minería industrial y artesanal, construcción farmacéutica, servicios.

Los estudios realizados en el país han sido en respuesta a la necesidad de prever accidentes laborales de origen toxicológico dados en el pasado tales como la contaminación con mercurio del lago Xolotlán por la empresa PENNWALT, así como también las víctimas de Nemagón. Existen zonas de mayor afectación como lo son aquellas en la que se ejerce la labor de minería artesanal, agricultura y cultivos en los que se amerita el uso de sustancias químicas para distintos fines.

Las instituciones que más participan en el control de la exposición laboral a intoxicaciones son el Ministerio de Salud, Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, Instituto de Seguridad Social, Ministerio del Trabajo, entre otras, así como desde el ámbito internacional participan la OMS, OPS y OIT. Con esta revisión se concluye que es necesario brindar seguimiento al comportamiento de la toxicología laboral y tomarla como una sublínea de investigación de salud ocupacional dentro de la salud pública con mucha relevancia en el país principalmente por el personal capacitado en salud ocupacional y toxicología laboral.

El país es parte firmante de diversos convenios de seguridad química que diversas instituciones nacionales fungen como autoridades nacionales, lo que les permite participar de proyectos nacionales para elaborar listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, eliminarlas, entrenar a su personal técnico especializado en temas relacionados con la materia que posteriormente se traducirán en políticas públicas para proteger la salud humana, el medio ambiente y agricultura.

Es importante recalcar que, aunque se han realizado diversas investigaciones en materia de toxicología laboral a nivel nacional que empresas y profesionales de la salud ocupacional en general pueden consultar para desarrollar sus propios programas de vigilancia y prevención, el estado de la evidencia actual en esta materia sigue siendo menor en comparación con investigaciones relacionadas con toxicología clínica (intoxicaciones pediátricas, por suicidio, por abuso de sustancias). De manera similar, los estudios dentro de la salud ocupacional como disciplina académica se enfocan mayoritariamente en riesgos disergonómicos, psicosociales y en condiciones de seguridad. Por tanto, investigar y publicar sobre temas de toxicología laboral es una tarea prioritaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (11 de abril de 2019). *Curso de Toxicología para Comunidades*. Obtenido de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology\\_curriculum/modules/1/es\\_lecturenotes.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lecturenotes.html)
- Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades. (2019). *ATSDR en Español*.

- Obtenido de ATSDR en Español: <https://www.atsdr.cdc.gov/es/index.html>
- Albiano, N. F., & Villaamil Lepori, E. (2022). *Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas* (5a ed ampliada ed.). Buenos Aires, Argentina: Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Obtenido de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2024/02/toxicologia\\_laboral\\_2024.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2024/02/toxicologia_laboral_2024.pdf)
- ATSDR. (11 de abril de 2019). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Obtenido de Agency for Toxic Substances and Disease Registry: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology\\_curriculum/modules/1/es\\_lecturenotes.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lecturenotes.html)
- Castillo Fuentes, B. B., & Mejía Dueñas, C. A. (2023). Exposición a plaguicidas en Latinoamérica. *Revisión Bibliográfica. Revista de Ciencias Forenses de Honduras*, 6. doi:DOI: 10.5377/rcfh.v9i1.16389
- Castillo, B. B., & Mejía Dueñas, C. (Junio de 2023). Exposición a plaguicidas en Latinoamérica: *Revisión Bibliográfica. Revista Ciencias Forenses de Honduras*, 4. doi:doi:10.5377/rcfh.v9i1.16389
- (2008). *Compilación de Ley y Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo*. Ministerio del Trabajo, Managua. Managua: Dirección. Recuperado el 3 de Julio de 2024, de [https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/1Compendio\\_normativo\\_Hig\\_Seg\\_Nicaragua.pdf](https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/1Compendio_normativo_Hig_Seg_Nicaragua.pdf)
- Corea García, F. A. (2011). *Comportamiento de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el departamento de Chinandega Enero 2007 a Diciembre 2009*. Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/5245/1/t89.pdf>
- Corriols, M. (2001). *Indicadores agro sanitarios de la exposición laboral a plaguicidas en Nicaragua. Manejo integrado de Plagas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/152/15233381009.pdf>
- Delgado Cortéz, O., & Vásquez Ortega, A. (2014). *Exposición a solventes en trabajadores de una maquila Nicaraguense*. Managua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/5971/1/74363.pdf>
- Gómez Suárez, C. R. (2013). *Tras los rostros de la lucha bananera en Nicaragua. Anuario de Estudios Centroamericanos*.
- Gutiérrez Pérez, L., & González, M. (2022). *Efectos neurológicos de pobladores del Municipio de Bonanza expuestos al Mercurio*. Bonanza.
- INSS. (2021). *Anuario Estadístico del INSS 2021*. Obtenido de <https://inss-princ.inss.gob.ni/index.php/estadisticas-37>
- INSS. (2021). *Anuario Estadístico INSS 2021*. Managua: INSS.
- Instituto Nicaraguense de Seguridad Social. (2018). *Anuario Estadístico 2018*. Managua: INSS. Obtenido de [https://inss-princ.inss.gob.ni/images/anuario\\_estadistico\\_2018.pdf](https://inss-princ.inss.gob.ni/images/anuario_estadistico_2018.pdf)
- La Gaceta 217. (2023). *Ley N°. 941 y sus Reformas. Ley Creadora de la Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas (CNRCSST)*. Obtenido de <https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%20217%202023%20Ley%20941%20y%20sus%20reformas.pdf>
- La Gaceta No. 186. (2020). *CNRCSST. Resolución 002-2020*. Obtenido de <https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%20186%202020%20Resolucion%20002-2020%20Prohibicion%20Clopirifos.pdf>
- La Gaceta No. 49. (2014). *CNRCSST. Resolución 01-2014*. Obtenido de <https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%2049%202014%20Resolucion%20Fosfuro,%20Endosulfan,%20Metomil%20y%20otros.pdf>
- La Gaceta No. 67. (2024). *CNRCSST. Resolución 001-2024*. Obtenido de [https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%2067%202024%20Resolucion%20001-2024%20\(Diclorvos,%20Acefato,%20Foxim%20y%20Carbosulfan\).pdf](https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%2067%202024%20Resolucion%20001-2024%20(Diclorvos,%20Acefato,%20Foxim%20y%20Carbosulfan).pdf)
- La Gaceta No. 75. (2022). *CNRCSST. Resolución 001-2022*. Obtenido de <https://cncrst.gob.ni/public/documentos/legales/Gaceta%20No.%2075%202022%20Resolucion%20001-2022%20CNRCSST.pdf>



- Larios Córdoba, E., & Gonzalez, M. (2022). Factores de riesgo y manifestaciones clínicas de intoxicación por mercurio en mineros artesanales del oro. . Rosita.
- Ley 423. Ley General de Salud. (14 de marzo de 2002). Ley General de Salud. Ley N°. 423. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/FF82EA58EC7C712E062570A1005810E1?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/FF82EA58EC7C712E062570A1005810E1?OpenDocument)
- Ley No. 274. (Febrero de 1998). Ley N° 274 - Ley Básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares. Obtenido de Ley N° 274 - Ley Básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares.: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/a0170b85041e11260625710e0057a30b?OpenDocument>
- Ministerio de Salud Nicaragua. (2006). Niños y niñas aprendamos sobre las sustancias peligrosas. Niños y niñas aprendamos sobre las sustancias peligrosas, 4. Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://www.minsa.gob.ni/sites/default/files/2022-10/cartillasustanciastoxicas.pdf>
- MINSa. (2023). Mapa de Salud de Nicaragua. Obtenido de Mapa de Salud de Nicaragua: <https://mapasalud.minsa.gob.ni/mapa-de-padecimientos-de-salud-de-nicaragua/>
- OISS. (2018). <https://oiss.org>. Obtenido de <https://oiss.org/wp-content/uploads/2019/06/MT11-La-toxicologia-laboral.pdf>
- OIT. (2009). Los convenios de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el me. Turín, Italia: OIT. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos\\_aires/documents/publication/wcms\\_bai\\_pub\\_118.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_bai_pub_118.pdf)
- OIT. (2022). Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---lab\\_admin/documents/publication/wcms\\_871192.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_871192.pdf)
- OMS/OPS. (2020). El Nemagón y los trabajadores banajeros: Estudio de caso. OMS/OPS.
- OPS. (2009). Salud de los trabajadores. OPS. Obtenido de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1527:workers-health-resources&Itemid=1349&limitstart=2&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1527:workers-health-resources&Itemid=1349&limitstart=2&lang=es)
- OPS. (2015). Funciones de Retoxlac. Lima. Obtenido de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8707:2013-red-toxicologia-america-latina-caribe&Itemid=40144&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8707:2013-red-toxicologia-america-latina-caribe&Itemid=40144&lang=es#gsc.tab=0)
- Peña, E., Montenegro, P., & Matsuyama, A. (2009). Contaminación por Mercurio en Nicaragua, El caso de la Empresa Pennwalt. Revista Científica Universidad y Ciencia. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/2448/1/995.pdf>
- Pérez, L. e. (2014). Origen e historia de la Toxicología. Revista Cubana de Medicina Militar, 2.
- Silbergeld, E. K. (1998). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, fourth edition. En E. K. Silbergeld, Capítulo 33. Toxicología- INSST. Madrid: Oficina Internacional del Trabajo. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo%2033.%20Toxicolog%C3%ADa.pdf/01977ca3-9fcc-4ff5-87cc-7d79c1026d08?version=1.0&t=1526457499109&download=true>
- Silbergeld, E.K. (1998). Toxicología. En E.K. Silbergeld, "Encyclopaedia of Occupational (pág. 32). Madrid: Oficina Internacional de la Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Sumario+del+Volumen+I.pdf/18ea3013-6f64-4997-88a1-0aadd719faac?t=1526457520818>
- Verdu, F. (Septiembre de 2022). El trabajo como origen de enfermedad y muerte. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses(44), 1. Obtenido de [https://www.uv.es/gicf/1TA1\\_Verdu\\_GICF\\_44.pdf](https://www.uv.es/gicf/1TA1_Verdu_GICF_44.pdf)
- WHO. (2003). WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Obtenido de <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/1-2-dibromo-3-chloropropane.pdf>



## Estrategias Sanitarias para fortalecer el trabajo del personal de salud en la atención de la cardiopatía Chagásica en el departamento de Estelí, Nicaragua

### Health strategies to strengthen the work of health personnel in the care of Chagasic heart disease in the department of Estelí, Nicaragua

**Fabricio Alexander Bermúdez Centeno**  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua.  
[fabricente@gmail.com](mailto:fabricente@gmail.com)

**María José Gutiérrez Talavera**  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua.  
[guti.talavera.jgt@gmail.com](mailto:guti.talavera.jgt@gmail.com)

**RECIBIDO**  
16/02/2024

**ACEPTADO**  
08/07/2024

**Elian Arnolis Canales Martínez**  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua.  
[eliancanales@gmail.com](mailto:eliancanales@gmail.com)

**Beverly Castillo Herrera**  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua.  
<https://orcid.org/0000-0002-9086-9388>  
[beverly.castillo@yahoo.es](mailto:beverly.castillo@yahoo.es)

## RESUMEN

La enfermedad de Chagas es una parasitosis global, siendo la complicación cardiaca el problema más frecuente y que puede ser mortal. En Nicaragua, no se conoce la cantidad de fallecidos, ni se realiza un diagnóstico frecuente en su fase aguda. La prevención y promoción son fundamentales, pero la población desconoce la infección y su impacto a largo plazo. El seguimiento estricto es crucial para evitar el desarrollo de cardiopatía y demás complicaciones crónicas, con las medidas y el tratamiento adecuados. En los últimos años; la atención a la enfermedad de Chagas se ha visto afectada por la priorización de otras enfermedades y la situación de la COVID-19 en el año 2020. De acuerdo con el enfoque filosófico es una investigación cuantitativa. Se analizaron expedientes médicos, se aplicaron encuestas y entrevistas al personal médico. Se demuestra que la enfermedad es predominante en áreas urbanas, afecta más a mujeres y ser ama de casa es factor de riesgo. La promoción desde las unidades de salud se limita a charlas y uso de medios visuales, y la prevención se basa en la fumigación. El seguimiento de pacientes se realiza siguiendo las normativas, pero está pobremente implementada, afectando la coherencia y la integridad del tratamiento, y aumenta el riesgo de cronicidad. Este estudio establece una propuesta de Estrategia Sanitaria Para Enfermedad cardiopatía Chagásica (ESPECH), para fortalecer el trabajo realizado por el personal de salud en el departamento de Estelí, y propone una lista de verificación que incluya promoción, prevención y rehabilitación e integrarla en los programas de atención primaria y secundaria para brindar una mejor atención a los pacientes afectados.

## PALABRAS CLAVE

Chagas; parasitosis; promoción; prevención; cardiopatía.





## ABSTRACT

Chagas disease is a global parasitosis, with cardiac complications being the most frequent and potentially fatal problem. In Nicaragua, the number of deaths is not known, nor is there frequent diagnosis in its acute phase. Prevention and promotion are fundamental, but the population is of the infection and its long-term impact. Strict follow-up is crucial to avoid the development of heart disease and other chronic complications, with appropriate preventive measures and treatment. In recent years; attention to Chagas disease has been affected by the prioritization of other diseases and the status of COVID-19 in 2020. According to the philosophical approach it is a quantitative research. Medical records were analyzed, surveys and interviews with medical personnel were applied. It is shown that the disease is predominant in urban areas, affects more women and being a housewife is a risk factor. Promotion from the health units is limited to talks and the use of visual media, and prevention is based on fumigation. Patient follow-up is carried out according to regulations, but is poorly implemented, affecting the consistency and integrity of treatment, and increasing the risk of chronicity. This study establishes a proposal for a Health Strategy for Chagasic Heart Disease (ESPECH), to strengthen the work done by health personnel in the department of Estelí, and proposes a checklist that includes promotion, prevention and rehabilitation and integrates it into primary and secondary care programs to provide better care for affected patients.

## KEYWORDS

Chagas disease; parasitosis; promotion; prevention; heart disease.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el informe secretarial de la Asamblea Mundial de la Salud del año 2012 reportó 28,000 nuevos casos registrados para el año 2010. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que actualmente 6-7 millones de personas están infectadas con el parásito *Tripanosoma cruzi*, en su mayoría de América Latina, siendo responsable de 45,000-50,000 muertes por año y el mayor impacto en la salud de América Latina, superior a los efectos combinados de la Malaria, Schistosomiasis y Leishmaniasis (OMS, 2020).

La enfermedad de Chagas o mal de Chagas es causada por *Tripanosoma cruzi* afectando aproximadamente a 20 millones de habitantes en Latinoamérica (OMS, 2020). La tripanosomiasis americana representa un problema de salud pública para las poblaciones pobres de Latinoamérica incluyendo Nicaragua, donde es causa de ingresos hospitalarios por complicaciones crónicas severas, como lo es la cardiopatía Chagásica. “La enfermedad de Chagas es en general una parasitosis crónica, que lleva a la muerte a largo plazo, pero que a veces en su forma aguda puede ser fulminante” (Vallecillo Benavidez, 2023, pág. 3).

Debido a su carácter silencioso, menos del 10% de los infectados con la enfermedad de Chagas recibe anualmente un diagnóstico oportuno se estima que un 30 % de los pacientes con la enfermedad crónica desarrollan complicaciones severas como lo son la Insuficiencia cardiaca. El 85% de fallecidos es por complicaciones y el 15 % fallece en enfermedad aguda. La miocardiopatía chagásica es la máxima expresión de la enfermedad donde por antecedentes y subregistros preexistentes por el sistema de salud se desconoce el número de personas que han fallecido, sin saberlo, portadores de dicha parasitemia (Vallecillo Benavidez, 2023, pág. 3).

Las características sociodemográficas de la población afectada comparten muchas particularidades, variables como el sexo, la ocupación, la edad son factores que influyen para adquirir esta enfermedad. Esta afección es de gran incidencia en la región norte rural de Nicaragua, porque la tripanosomiasis es una infección producida por un parásito y transmitida por un insecto, el triatoma, y el departamento de Estelí ofrece las condiciones necesarias para la reproducción y sobrevivencia de tal vector, y este agente infeccioso se ha vuelto endémico en esta región de Nicaragua.

Existen comunidades rurales alejadas donde el acceso a la información es escaso y se dificulta su obtención, por ello el desconocimiento de la enfermedad es amplio, esto incluye la información sobre las medidas preventivas más eficaces, el que hacer ante la picadura del vector, y el cómo identificar las lesiones características de la tripanosomiasis. Como resultado de lo antes descrito existe ignorancia sobre la conducta a realizar luego del contacto con el vector obviando los signos típicos de la tripanosomiasis en su comienzo, como por ejemplo el signo de Romaña, en donde se puede tratar con medicamento y prevenir mayores complicaciones y por lo tanto la falta de conocimiento de la enfermedad en su evolución natural, dejando avanzar sin ni siquiera acudir al puesto de salud más cercano.

En Nicaragua existen gran cantidad de casas hechas a base de materiales que ofrecen las condiciones oportunas para el albergue del vector transmisor. Entre los materiales favorecedores destacan techos de teja, paredes de adobe, suelos de tierra y condiciones peri domiciliarias poco higiénicas, las cuales han demostrado tener repercusión negativa

en la población, exponiéndolas en mayor medida a la tripanosomiasis. Se ha demostrado que en estos hogares el número de chinches es mayor, además en estas casas habitan mascotas como perros, gatos, gallinas que no permanecen en los patios de las casas, y conviven dentro con las personas, incluso durante las noches, estos animales son potenciales atrayentes del vector que busca alimentarse de ellos.

Como consecuencia de priorización de otros programas de salud (COVID-19) y repercusiones sociopolíticas, las acciones en unidades de atención primaria y secundaria en cuanto a prevención, control y atención de enfermedad de Chagas han sido desatendidas, se vieron interrumpidas en muchos departamentos y municipios por diversos periodos de tiempo, en particular las acciones rutinarias de control vectorial, las encuestas, la búsqueda activa de casos y provisión de medicamentos. Actualmente el Ministerio de salud (MINSAL) de Nicaragua está haciendo un sobreesfuerzo por lo desafiante que resulta la atención a enfermedades de prioridades e interés epidemiológico nacional y al mismo tiempo mantener sus esfuerzos contra la enfermedad de Chagas.

Esta investigación es esencial para profesionales de la salud, autoridades de salud pública, comunidades afectadas e investigadores y académicos, porque aborda un problema de salud pública de gran impacto, buscando fortalecer la prevención y promoción en atención primaria. Destaca la importancia del diagnóstico temprano y el seguimiento para evitar complicaciones, especialmente la afectación cardíaca.

### Fundamentación teórica

Botero y Restrepo (2013) describen al *Tripanosoma Cruzi* como un protozoo mastigóforo que se encuentra en el ciclo biológico de mamíferos e insectos vectores. El tripomastigote, una forma alargada y fusiforme de *T. cruzi*, se encuentra en la sangre de personas y animales infectados, con un tamaño de 20  $\mu\text{m}$  de longitud y un flagelo a lo largo de su cuerpo. Dentro de las células del huésped, se transforma en amastigote, una forma redondeada u oval sin flagelo. Durante su ciclo celular, el parásito adopta también una forma intermedia llamada epimastigote, con aspecto fusiforme, kinetoplasto y flagelos anteriores al núcleo.

Según Botero & Restrepo (2013) normalmente la transmisión natural de *T. cruzi* en la que interviene el vector se lleva a cabo en tres panoramas o contextos: el doméstico, en esta parte el vector llega a infestar de manera exclusiva el hogar de las personas en zonas rurales y suburbanas; el peri doméstico, donde se mantienen alrededor de núcleos de población humana y por último el enzoonótico, el cual se presenta alejado de asentamientos humanos por lo cual existe tentativamente la participación exclusiva de reservorios silvestres y ecotopes naturales.

La cardiopatía Chagásica se define como una complicación de la fase crónica de la enfermedad de Chagas caracterizada por un daño directo al miocardio con síntomas y signos de insuficiencia cardíaca y otras afecciones causantes de muerte súbita (Botero & Restrepo, Parasitosis humanas, 2013). Al centrarse esta complicación de la enfermedad de Chagas, se destaca la importancia de la detección temprana y el seguimiento continuo de los pacientes afectados para prevenir y tratar las complicaciones cardiovasculares.

De acuerdo con Toreani (2013), la cardiopatía chagásica presenta algunas características diferenciales con otras cardiopatías más comunes:

- Se trata de una cardiopatía fibrosante, que generalmente se localiza en la región posteroinferior y apical del ventrículo izquierdo, el nódulo sinusal y el sistema de conducción por debajo del haz de His y cursa con afectación predominantemente segmentaria de la contractilidad.
- Es una miocardiopatía dilatada con tendencia a la formación de aneurismas, sobre todo apicales.
- Tiene un gran potencial arritmogénico, siendo frecuentes las arritmias ventriculares, muchas veces asociadas a bradiarritmias (de origen sinusal y/o auriculoventricular).
- Presenta una elevada frecuencia de fenómenos tromboembólicos.
- Puede presentarse con dolor precordial, generalmente atípico, aunque eventualmente puede simular una cardiopatía isquémica.

Toreani (2013) considera que, en la evolución natural de la enfermedad, las alteraciones cardíacas aparecen de forma progresiva a los 20-30 años de la infección. En cuanto a los métodos auxiliares de diagnóstico podemos concluir que un ECG normal excluye la presencia de disfunción moderada o grave del ventrículo izquierdo, con un valor predictivo negativo cercano al 100%. Por otro lado, a mayor número de alteraciones presentes en el ECG, peor función ventricular (pág. 10).

Las medidas preventivas y promoción se refieren a las acciones dirigidas a la intervención sociales y ambientales destinadas a proteger y beneficiar la salud. (OMS, 2016). Proceso que permite a las personas incrementar el control sobre su salud (OMS, 2016). Estas acciones se vinculan directamente con la propuesta de mejora al resaltar cómo las intervenciones sociales y ambientales pueden proteger y beneficiar la salud de las personas afectadas por la enfermedad de Chagas.

El objetivo de este artículo es determinar las medidas preventivas y promoción que el equipo de salud familiar y comunitario utiliza en puestos de salud de atención primaria y repercusión a nivel de atención secundaria en el municipio de Estelí, y se incluye el diseño de una estrategia de atención en relación con la normativa 110. La hipótesis de estudio sugiere que “A menor calidad en las medidas de prevención y promoción, mayor es la incidencia de la cardiopatía chagásica en los pacientes que acuden al centro de cardiología del Hospital Escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí, Nicaragua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es el departamento de Estelí, y su cabecera departamental es la ciudad de Estelí, conocida también como *El Diamante de las Segovia*. La ciudad de Estelí se localiza al norte de Nicaragua, con una población de aproximadamente 230,000 habitantes.

Según el uso del conocimiento es una investigación aplicada porque se analiza la existencia de un problema establecido, como es la enfermedad de Chagas, y se pretende dar sugerencias para la prevención del problema a nivel de atención primaria; partiendo por revisión de expedientes clínicos del Hospital Escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí.

Según el enfoque filosófico es una investigación cuantitativa porque estudia la relación entre las variables: medidas preventivas, sindromología y cardiopatía chagásica, a fin de realizar los procedimientos requeridos para afirmar o rechazar la hipótesis de investigación. Según la secuencia temporal es un estudio longitudinal porque permite medir un fenómeno a través de un intervalo temporal determinado, en este caso el período del 2016 al 2022.

## Universo y muestra

El universo de estudio respecta a 101 pacientes que se han atendido en el servicio de Cardiología del Hospital Escuela San Juan de Dios Estelí, en el periodo del año 2016 al 2022. Se calcula el tamaño de la muestra para cálculo de población finita, con un 95% de confiabilidad, y se obtiene una muestra de 80 pacientes. El tipo de muestreo es probabilístico, aleatorio simple, el cual da a todos los participantes la misma probabilidad de ser seleccionados.

Se incluye en el estudio 86 trabajadores de la salud que laboran en atención primaria del departamento de Estelí. Obteniendo una muestra del mismo tamaño del universo. debido a la cantidad de participantes.

Se utilizaron tres técnicas de recolección de datos. 1) Se analizaron los expedientes clínicos de los 86 pacientes atendidos en el servicio de cardiología del hospital escuela san juan de Dios. 2) Se aplicaron 86 encuestas al personal de salud que labora en los distintos centros de atención a pacientes con enfermedad de Chagas en el municipio de Estelí. 3) Se aplicaron entrevistas semiestructuradas al personal médico y de salud que se involucra en la atención de estos pacientes.

## Etapas de la investigación

### **Etapas 1: Investigación documental**

Se realizó una revisión exhaustiva de tesis, artículos, informes y libros para recopilar información relevante sobre la enfermedad de Chagas y las medidas de promoción, prevención, seguimiento y rehabilitación. También se revisaron expedientes clínicos y normativas del MINSa para obtener datos específicos sobre el manejo de la enfermedad en el ámbito hospitalario.

### **Etapas 2: Técnicas de recolección de datos**

Se utilizaron dos instrumentos de recolección de datos: una encuesta dirigida al equipo médico de atención primaria y una entrevista semiestructurada al personal de salud competente en el marco de atención primaria. Estos instrumentos fueron diseñados con la autorización del SILAIS Estelí y se enfocaron en obtener información sobre la promoción, prevención, seguimiento y tratamiento de la enfermedad de Chagas.

### **Etapas 3: Trabajo de campo**

Se llevaron a cabo visitas a diversos centros de salud y hospitales en municipios seleccionados para obtener datos cuantitativos y cualitativos. Se revisaron expedientes clínicos y se aplicaron encuestas y entrevistas al personal médico y de salud involucrado en la atención primaria en estas instituciones. Se enfocó principalmente en el departamento de Estelí y se recopiló información sobre el comportamiento clínico y epidemiológico de la enfermedad.

EL MINSa presta servicios en absolutamente todos los municipios del departamento de Estelí. Los centros de salud visitados durante la investigación fueron el Hospital primario Monseñor Julio César Videá, ubicado en el municipio de Pueblo Nuevo, salida a la cofradía contiguo al preescolar Janeth Rodríguez, barrio Byron Jiménez, en el cuál

trabajan enfermeras y médicos generales, especialistas, y médicos en servicio social que se desempeñan en el ámbito hospitalario y en la atención primaria desde sus respectivos sectores.

Así mismo se visitó el Hospital primario Ada María López, ubicado en la carretera panamericana, municipio de Condega, en dónde se encuestó al personal involucrado en la atención primaria, a los médicos en servicio social y al personal del sus respectivos ESAFC'S.

En el municipio de la Trinidad se visitó el Hospital Pedro Altamirano, haciendo énfasis en el personal que se involucra en la atención primaria en las comunidades quien también laboran en este hospital. Dicha institución ubicada en el kilómetro 123 carretera panamericana. En el municipio de Limay el hospital primario Dr. Uriel Morales Arguello fue donde se interrogó al personal médico encargado de los diferentes puestos de salud distribuidos en las comunidades.

En los municipios de San Nicolas y Estelí se encuestó sus centros de salud principales; German Pomares y Leonel Rugama, respectivamente, a quienes se le aplicaron los instrumentos ya mencionados, y de distribuyó a sus enfermeras para ser aplicados en sus sectores respectivos. Cabe mencionar que la información sobre el comportamiento clínico y epidemiológico se enfocó mayormente al departamento de Estelí, dentro del HESJDE en el departamento de estadística y servicio de cardiología, el SILAIS y puesto de salud.

#### **Etapas 4: Análisis y elaboración del documento final**

Los datos recopilados fueron procesados utilizando programas estadísticos como SPSS y Microsoft Excel para sistematizar la información y elaborar tablas y gráficos. Las entrevistas fueron grabadas, transcritas y organizadas según los objetivos específicos de la investigación. El informe final se estructuró considerando los objetivos del estudio y las pautas establecidas por la universidad para la presentación de trabajos monográficos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Atención Primaria en Salud y el Modelo de Salud Familiar y Comunitario**

En Nicaragua las prestaciones de los servicios de salud en atención primaria está regida bajo la Normativa del Modelo de salud Familiar y comunitaria (MOSAF), Normativa creada en 2007 este Modelo de Salud Familiar y Comunitario está basado en la estrategia de atención primaria en salud, entendida como “la asistencia sanitaria esencial basada en métodos y tecnologías prácticas, científicamente fundamentado y socialmente aceptada, puesta al alcance de todos las personas y familias de la comunidad, mediante su plena participación y a un costo que la comunidad y el país puedan soportar en todas las etapas de su desarrollo, con espíritu de auto responsabilidad y autodeterminación (MINSAL, 2007, pág. 19).

El MOSAF (2007) establece dar un abordaje integral de la salud esto a través de una provisión de servicios efectiva y eficiente que debe considerar a la población en términos de la persona, familia y comunidad como sujetos de la atención inmersos en un entorno físico y ecológico que le favorecen o limitan su salud, esto dentro del contexto de la participación multisectorial; existen normativas elaborados y revisados por el MINSAL que permiten la coordinación entre los diferentes niveles de atención en salud.



El sector de salud nicaragüense, al organizarse en redes de servicios por niveles de atención y con establecimientos de salud de complejidades diversas, requiere tener identificación clara de la población a atender, la cual puede acudir y acceder a los establecimientos para ser atendida en diversos aspectos de sus necesidades de salud. La coordinación debe ser lo suficientemente efectiva cómo para garantizar el acceso efectivo y la continuidad de la atención (MINSA, 2007, pág. 21).

### Descripción de Plan Operativo Nacional para la enfermedad de Chagas (PONCH)

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha implementado el proyecto de cooperación técnica sobre la vigilancia y control de la Enfermedad de Chagas en Nicaragua a partir del año 2009. El proyecto beneficia a 5 SILAIS (Estelí, Jinotega, Madriz, Matagalpa y Nueva Segovia) y ha fortalecido la realización de las encuestas entomológicas y serológicas, el rociamiento masivo con insecticidas y la vigilancia entomológica y epidemiológica. Sin embargo, con el propósito de fortalecer en todos los SILAIS las actividades de prevención y control de la Enfermedad de Chagas, el MINSA elaboró en el año 2012 el Plan Operativo Nacional de la Enfermedad de Chagas (PONCh) con vigencia para el periodo 2012-2020 (Ministerio de Salud, 2013).

Actualmente, el Ministerio de Salud (MINSA) cuenta con el “Manual de Procedimientos para el Control y Prevención de la Enfermedad de Chagas”, editado en agosto del 2005. Sin embargo, los avances técnico-científicos alcanzados en los últimos años en el país, demandan la necesidad de actualizar el Manual de Procedimientos existente, que permita mejorar los conocimientos, estandarizar y regular los procedimientos a seguir del personal que labora en el sector de salud.

De ser evidente la necesidad según la valoración médica por médico internista ser referido al servicio de cardiología del HESJDE, el internista tiene que efectuar hoja de referencia para derivar con cardiólogo. Al ser valorado por cardiólogo y se confirma dicha necesidad de seguimiento entonces se agrega a base de datos digital de pacientes cardiopatas y se le da su respectivo seguimiento a su complicación por cardiopatía chagásica.

### Caracterización epidemiología de los pacientes atendidos por cardiología en el periodo 2016-2022

El rango de edad de los pacientes con diagnóstico de Chagas más prevalente según la investigación es entre los 60 a 69 años, siendo las féminas las de mayor afección. Sin embargo, la población resulta ser afectada desde los 24 años y más del 50% de los

pacientes en estudio tienen una edad mayor a 50 años.



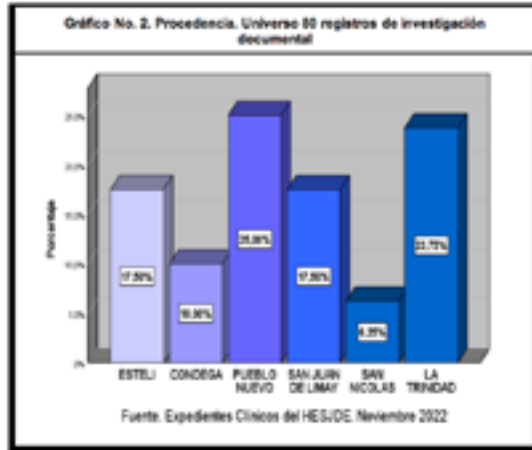
Según Gonzales y otros (2008) en el estudio intrahospitalario se observan que 161 pacientes de 300 estudiados con cardiopatía son mayores a 51 años y 131 menores o igual a 50 años, dato que se le suma a la sustentación de hipótesis debido a que encontramos que los grupos de edad más avanzada tienen una incidencia significativamente mayor de cardiopatía chagásica, punto a favor sobre el comportamiento natural de la enfermedad de Chagas que avanza a la cronicidad.



De acuerdo con la procedencia geográfica de los pacientes, el 25% provienen de Pueblo Nuevo, y otro 23.75% de La Trinidad (Ver gráfico No.2).

El municipio con menor incidencia es San Nicolás con 5 casos. El 57.4% proceden del área urbana y un 42.5% del área rural.

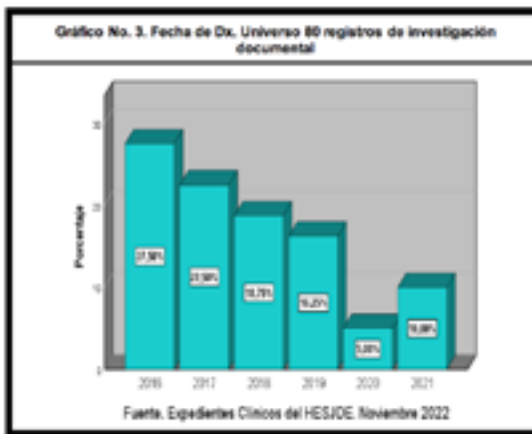
Ruíz Lander (2015, pág. 4) plantea que la situación de urbanización se ha visto modificada debido a las numerosas migraciones, los cambios sociales que han llevado a la población a movilizarse a los núcleos urbanos. Por otro lado, no se descarta el hecho de que pacientes enfermos dentro del ámbito urbano son quienes tienen mejor acceso a la salud, y por ende su diagnóstico y seguimiento en el Hospital es más frecuente.



Conforme se han ido transformando los territorios de invasión para viviendas en la periferia de la ciudad, en pueblos jóvenes y urbanizaciones, la presencia del vector y de los reservorios se ha ido haciendo cada vez más persistente, principalmente por los hábitos de las comunidades establecidas, todo lo cual ha contribuido a la urbanización de la enfermedad de Chagas (Naquira, 2014, pág. 344).

Desde otro escenario de análisis se puede inferir que, debido a la creciente movilización de las personas desde la zona rural a la zona urbana, y la transformación de los territorios como en el caso de Estelí, la enfermedad de Chagas se ha urbanizado, resultando así el mayor porcentaje de individuos afectados provenientes de zonas urbanas según nuestra investigación.

En 2020 Nicaragua tuvo que enfrentarse a la pandemia COVID-19 en el cual hubo menos captaciones de enfermos por Chagas, dando esto explicación al fenómeno observado en el presente estudio, ya que el país se sometía a una emergencia sanitaria, los servicios de salud de rutina fueron reorganizados o interrumpidos, y el personal de salud fue redirigido y los pacientes no acudían a su unidad de salud.



Según la Organización Panamericana de la Salud (Organización Panamericana de la Salud, 2012) se reconoce a un grupo de enfermedades que no han recibido suficiente atención por parte instituciones sanitarias latinoamericanas y que suelen afectar a entornos empobrecidos y en lugares con climas calurosos y húmedos. Son las enfermedades tropicales desatendidas a las que también son llamadas olvidadas incluyendo la Enfermedad de Chagas, sin embargo, el mundo ha sido impactado afectando a los países en vías de desarrollo.

### Caracterización clínica de los pacientes atendidos por cardiología, periodo 2016-2022

De acuerdo con las historias clínicas, el 92.50% de diagnóstico en fase crónica se trata de pacientes sintomáticos, esto implica que al momento del diagnóstico presentan alteraciones estructurales o de conducción cardiaca avanzadas que generan cambios anatómicos y fisiológicos.

La literatura describe que cuando la extensión del daño miocárdico es pequeña (estadio IA y IB) las anomalías ventriculares son mínimas o ausentes y el electrocardiograma es normal. Cuando el daño miocárdico es más avanzado (estadio II) existen áreas de contracción anormal y anomalías de la conducción por lesión del sistema de Híz, es decir, de las fibras de Purkinje (Gonzalez, y otros, 2008).

Chacón y Leáñez (2013) refieren que al menos el 50% de pacientes con cardiopatía son asintomáticos en fase inicial o presentan sintomatología inespecífica como palpitaciones, dolor precordial intermitente, mareos, síncope, alteraciones del ritmo. Por tanto, el tamizaje debe ser enfocado de forma temprana en pacientes de áreas endémicas, con síntomas inespecíficos o antecedentes familiares y comorbilidades asociadas.

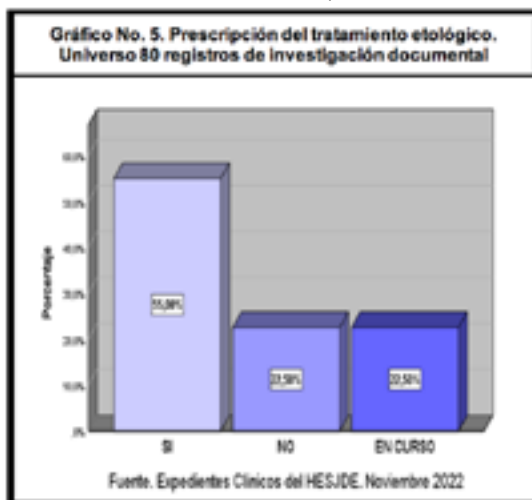


### Tratamiento etiológico de los pacientes atendidos por cardiología en el periodo 2016-2022

Respecto a la administración de tratamiento etiológico según la normativa 111 existen sus criterios de inclusión y exclusión de candidatos a tratamiento, es a partir de esta guía las pautas terapéuticas usadas. En el grafico No 5 se observa que un 55% de los pacientes atendidos fueron tratados etiológicamente.

De acuerdo con Angeleri (Angeleri, 2018) se sabe que en la fase crónica de la enfermedad la tasa de curación en personas adultas oscila entre el 8 y el 25% aun así, al no existir contraindicaciones Nifurtimox o Benznidazol, se administra llevando control de cerca, y seguimiento de biomarcadores para definir su efectividad.

Respecto a quienes no recibieron tratamiento etiológico a un 22.5% no se le administró debido a la presencia de cardiopatía grave, alteraciones renales y hepáticas los cuales son criterios que el médico especialista debe de tomar en cuenta al prescribir (MINSa, 2013, pág. 37). El otro 22.5% son pacientes con tratamiento en curso, los cuales presentaban síntomas asociados a la enfermedad.



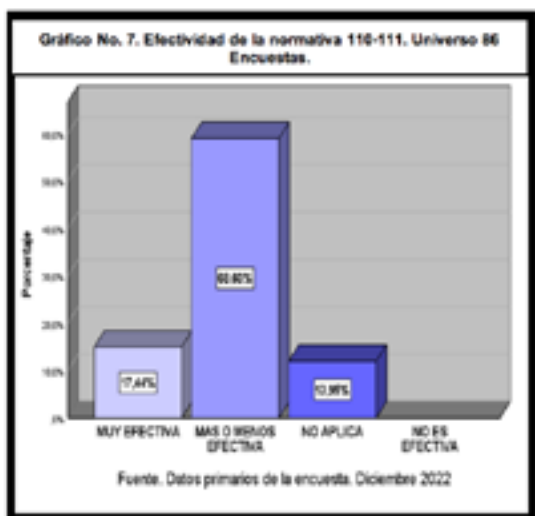
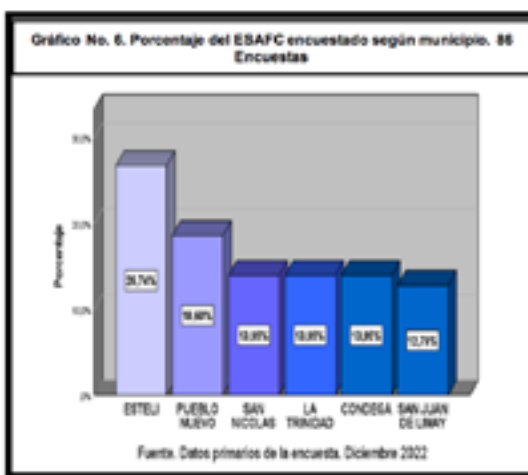
En el caso de los pacientes que se tratan sindromológicamente, se debe de tener en consideración que la persona con cardiopatía chagásica sintomática presenta un elevado riesgo de muerte súbita. Se le debe instaurar terapia farmacológica de manera inmediata, y esto se decide a partir de mediciones estándar con la aplicación de tablas y scores que indicaran un esquema de tratamiento sintomático, por lo tanto, es información que no se considera de valor metodológico.

**Proceso de control y seguimiento a pacientes por el Ministerio de Salud (MINS)**

El personal de salud que fue encuestado para conocer el proceso de control y seguimiento que realiza el MINS a pacientes, el 26.7% laboran en el municipio de Estelí y es quien tuvo mayor participación, mientras un 18.6% de Pueblo Nuevo, un 13.9% tuvieron los municipios de San Nicolás, La Trinidad y Condesa, y finalmente San Juan de Limay (12,7). Gráfico No.6.

La mayoría de los pacientes con cardiopatía chagásica originarios del municipio de Pueblo Nuevo se considera debe existir un mayor enfoque debido a la endemia de la patología a estudio; tomando en cuenta que el conocimiento y aplicación de normativas debe ser en 100% de ESAFC del departamento.

*“Desde el inicio de la pandemia (2021) no hemos recibido capacitaciones y estrategias de promoción y prevención en pacientes con Chagas. Tampoco se ha planteado estrategias de tamizaje a la población en general (ESAF. Pueblo Nuevo, solicita anonimato).*



El 68,60% del personal encuestado manifiesta que la efectividad con que se aplica la normativa no es satisfactoria, un porcentaje menor 17,44% expresa aplicar dicho protocolo en sus unidades de salud.

*“En este momento la inmunización Covid-19 es prioridad y se ha descuidado otros programas que son parte del ministerio de salud. (encuestado, anónimo)”*

Por otro lado, el 44.1% de los participantes refiere que, sí existe un plan de charlas dirigidas a la enfermedad de Chagas en atención primaria, esto afirma que el

Ministerio de Salud si está prestando atención a la enfermedad de Chagas y trabajando en su prevención y control.

En este caso, se podría evaluar que tan efectivos y eficaces están siendo estos programas existentes y buscar maneras de mejorarlos y expandirlos para alcanzar a una mayor cantidad de personas en las cuales se podría incidir para educarles y así prevenir la enfermedad.

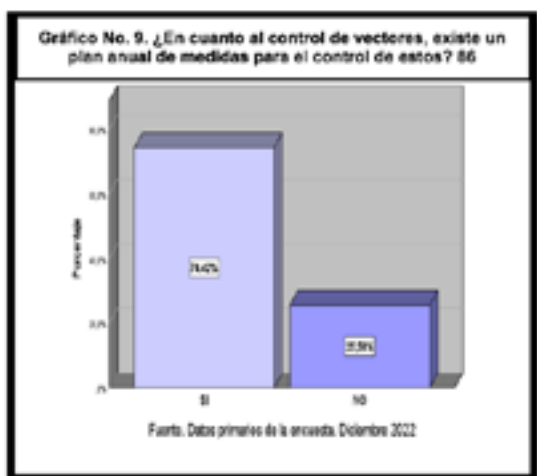
El 55.81% de los participantes encuestados contestaron que no se aplica un plan de charlas y talleres, que contestaron no fueron 48, lo que corresponde al 55.8% plasmado en el grafico anterior.



Según la Red Estatal de Organizaciones y Plataformas Sociales (La Coordinadora, 2021), la prevención y control de la enfermedad de este tipo de enfermedades infectológicas en Nicaragua puede verse limitada por diversas condiciones, entre las que se incluyen, falta de recursos, pobreza y desigualdades socioeconómicas, falta de conocimiento y conciencia sobre la enfermedad, falta de coordinación entre los sectores de salud y otros sectores, y falta de programas específicos.

Un 59,3% del personal afirma disponer en sus puestos de salud con un flujograma de actividades a realizar, por tanto, esto se correlaciona con la aplicación insatisfactoria del protocolo, ya que el 40.69 % no tiene este esquema visible en su unidad, contribuyendo de manera negativa a la implementación de las actividades propuestas en la normativa. Relacionando siempre el impacto y priorización de urgencias epidemiológicas, tal como, la pandemia SARS-COVII.}

La mayoría del personal encuestado 74,42% afirman conocer el plan de control vectorial anual que rige el ministerio de salud en la normativa correspondiente (MINSAs, 2013). Un menor porcentaje 25,58% desconoce el plan anual de estrategias preventivas para enfermedad de Chagas.



Las medidas de control de la enfermedad ejercen un pilar importante en la prevención de la enfermedad. Al controlar los principales vectores de la enfermedad; el triatómio, se evita nuevas infecciones en la población, sobre todo en la zona endémica y que prestan las condiciones adecuadas para el albergue de los insectos transmisores del parásito. Así mismo, al prevenir la enfermedad de Chagas, se previene por consiguiente que nuevos pacientes estén en riesgo de desarrollar una cardiopatía.

## Diagnóstico y seguimiento por Equipo de salud familiar y comunitario (ES AFC)

En relación con el seguimiento que se les da a los pacientes y la educación continua que debe existir, ya que los pacientes diagnosticados y tratados en la fase aguda deben conocer de su enfermedad y que, de no tratarse adecuadamente, pueden llegar a complicaciones y daños irreversibles en distintos órganos, sobre todo en el miocardio. En la tabla No.5, se observa que a todos los pacientes diagnosticados se les da seguimiento por APS, multidisciplinarios y se les explica a los asintomáticos sobre las complicaciones de esta enfermedad.

**Tabla 1.** Seguimiento de pacientes captados.

**Universo.** 86 encuestados

	SI	NO
¿Se les da seguimiento por APS a los pacientes diagnosticados con enfermedad de Chagas?	100%	0%
¿Se les da seguimiento multidisciplinario a los pacientes diagnosticados con cardiopatía chagásica?	100%	0%
¿Se le explica aquellos pacientes asintomáticos, que existen complicaciones de esta enfermedad?	100%	0%

Estas respuestas se complementan con la siguiente entrevista:

*“A los pacientes diagnosticados se les procede a brindar el tratamiento etiológico, de encontrarse en la fase aguda una vez han sido valorados por el especialista (internista), el ES AFC se encarga de la gestión de este tratamiento ya que no es de existencia usual ni permanente en las unidades, y se brinda al paciente, al cual se le realizan visitas domiciliarias para vigilar por los efectos adversos y para realizar los controles serológicos” (ES AFC, Limay)*

Según la normativa 110 (2013, pág. 45), establece que el seguimiento incluye el mantenimiento de la vigilancia en la vivienda para evitar reinfecciones, el control serológico de los pacientes tratados debe realizarse cada 18 meses hasta la negativización serológica (máximo 4 controles en el caso agudo y congénito y 7 en el caso crónico).

*“Si se realiza seguimiento para dar el medicamento etiológico, si se trata de un caso crónico siempre se brinda seguimiento, ya que resultan ser pacientes cardiopatas, pero generalmente se envían con los especialistas para su valoración y seguimiento” (ES AFC, Estelí)*

El 89.53% del personal afirman que no existe un tamizaje a la población para la detección temprana de la enfermedad de Chagas, como existe de otras enfermedades donde se hace énfasis en la toma continua de muestras para detectarle, esto constituye un aspecto importante ya que los pacientes pueden pasar desapercibidos durante muchos años y son diagnosticados hasta que presentan clínica compatible con la enfermedad, muchas veces cuando ya hay daño irreversible a órganos vitales.

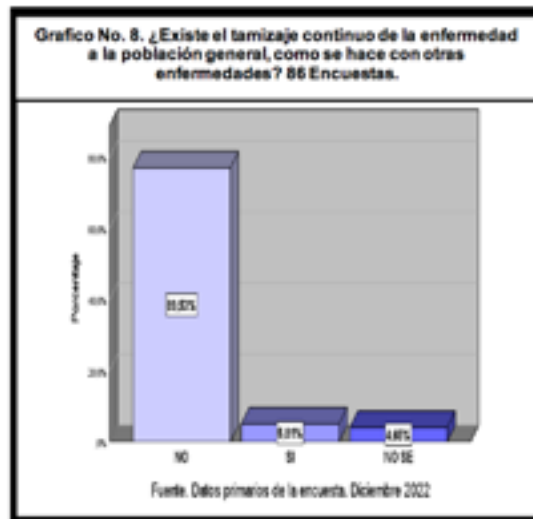
*“La normativa 111 posee un formato para realización de examen de laboratorio para diagnóstico de Enfermedad de Chagas, de fácil acceso la cual se utiliza en diferentes niveles de atención” ES AFC Pueblo Nuevo.*

Por lo que este aspecto sería importante desde el punto de vista preventivo, si se hiciera un tamizaje más amplio de la enfermedad en población en general, probablemente muchos pacientes serían diagnosticados en fase aguda, o subaguda, pudiendo dar así un abordaje más temprano de la enfermedad, previniendo que la enfermedad llega a fase crónica, en donde se instaura el daño al miocardio.

La hipótesis de investigación de este estudio expresa:

A menor calidad en las medidas de prevención y promoción, mayor la incidencia de la cardiopatía chagásica en los pacientes que acuden al centro de cardiología del Hospital Escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí.

El análisis estadístico realizado sobre la relación entre la calidad de las medidas de prevención y promoción y la incidencia de cardiopatía chagásica arrojó los siguientes resultados significativos:



**Tabla 2.** Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Modo de captación *	80	100.0%	0	0.0%	80	100.0%
Definición de casos crónicos						

Fuente: Datos primarios de la encuesta, diciembre 2022

RECUESTO	DEFINICION DE CASOS CRONICOS		Total
	SINTOMATI CO	ASINTOMA TICO	
	ESTABLECIMIENTO DE SALUD	49	
MODO DE CAPTACION			
TAMIZAJE DE DONANTES	6	0	6
NO SE REFLEJA EN EXPEDIENTE	19	6	25
Total	74	6	80

Fuente: Datos primarios de la encuesta, diciembre 2022



**Tabla 4. Pruebas de chi-cuadrado**

Recuento	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14.270 <sup>a</sup>	2	.001
Razón de verosimilitudes	15.068	2	.001
Asociación lineal por lineal	12.964	1	.000
N de casos válidos	80		

a. 3 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es .45.

**Fuente:** Datos primarios de la encuesta, diciembre 2022

El análisis de tabulación estadístico anterior correlaciona la relación existente entre modo de captación del paciente (HESJDE, en su mayoría) y la existencia de sintomatología crónica al momento del diagnóstico. Se observa un valor Chi-cuadrado débil (por tanto, se implementará un análisis estadístico de soporte) pero el valor p estadístico es menor de 0.05, lo cual, rechaza la hipótesis nula y aprueba la hipótesis de investigación.

**Tabla 5. Tabla de contingencia 1. ¿Conoce sobre la normativa 110 y 111 a cerca de la enfermedad de chagas? \* 6. ¿Qué tan efectivamente cree usted que el ESAFC aplica la Normativa 110-111?**

MUY EFECTIVA	6. ¿QUÉ TAN EFECTIVAMENTE CREE USTED QUE EL ESAFC APLICA LA NORMATIVA 110-111?			Total	
	MAS O MENOS EFECTIVA	NO APLICA			
1. ¿Conoce sobre la Normativa 110 Y 111 acerca de la enfermedad de Chagas?	SI	15	59	0	74
	NO	0	0	12	12
Total		15	59	12	86

**Fuente:** Datos primarios de la encuesta, diciembre 2022

En lo que corresponde a la tabla 5, el análisis estadístico, se encontró una asociación significativa entre el conocimiento del personal sobre la normativa y la efectividad de su aplicación en atención primaria en salud. Aunque la efectividad chi-cuadrado fue mayor al 20%, lo que indica una asociación moderada, el valor p-estadístico fue menor a 0.05, lo que sugiere una dependencia entre las variables. Este resultado implica que el conocimiento del personal sobre la normativa está relacionado con la efectividad de su aplicación, respaldando así la hipótesis de investigación.

Por otro lado, se examinó la asociación entre el conocimiento de la normativa por parte del personal de atención primaria en salud y la efectividad de aplicación de dicha normativa. Se encontró que el valor V-Cramer, que mide la intensidad de la asociación, fue 1, indicando una asociación alta entre ambas variables. Además, el valor p-estadístico fue menor a 0.05, lo que sugiere una relación significativa entre el conocimiento de la normativa y su

efectividad de aplicación. Este hallazgo apoya la hipótesis de investigación, demostrando que un mayor conocimiento de la normativa se relaciona con una mayor efectividad en su aplicación en atención primaria en salud.

**Propuesta de mejoras en el desarrollo de estrategias de prevención, promoción y seguimiento de la enfermedad de Chagas.**

Tomando como referencia PONCH, y al demostrar en este estudio que la enfermedad de Chagas es una enfermedad desatendida, se realiza el siguiente análisis FODA enfocada en las normativas 110 y 111, y en base a ella realizar la propuesta de la estrategia comunitaria planteado como tercer objetivo en la presente investigación.

**Análisis FODA de Normativa 110 y 111**

Fortalezas	Oportunidades
<p>F.1. Enseña conductas preventivas y estilos de vida que protegen contra la enfermedad de Chagas</p> <p>F.2. Contempla un enfoque eco-sistémico que impulsa el apropiamiento y la sostenibilidad en el control y prevención de enfermedad de Chagas</p> <p>F.3. Brinda atención de las morbilidades a nivel de la comunidad.</p> <p>F.4. Se cuenta con Formatos documentales para un mejor abordaje de la problemática.</p> <p>F.5. Va dirigido al 1er y 2do nivel de atención</p> <p>F.6. Cuenta con una Norma técnica operativa, manual.</p>	<p>O.1. Es un Programa elaborado para el abordaje de la prevención, control y atención de la enfermedad de Chagas desde el marco del quehacer del MINSA como la institución rectora de la salud y garante de este derecho en nuestro país Nicaragua.</p> <p>O.2. Se puede extender el alcance de difusión de información implementando uso de medios audiovisuales, tales como; radio, televisión, redes sociales.</p>
Debilidades	Amenazas
<p>D.1. No incluye la participación de la comunidad.</p> <p>D.2. Dirigido como plan 2012-2020 (Periodo de aplicabilidad expirado y desactualizada). D.3. Carece de recursos para trabajar en la comunicación</p> <p>D.4 No es una estrategia que profundiza en el manejo de la enfermedad de Chagas en su estado crónico</p> <p>D.5. No incluye acciones de coordinación con otras instituciones para fortalecer promoción y prevención</p> <p>D.6. No educa sobre los criterios de cura de los pacientes con enfermedad de Chagas.</p> <p>D.7. No existe hoja de verificación del expediente clínico que controle el cumplimiento de una lista de requisitos o recolecta de datos ordenadamente y de forma sistemática para el adecuado manejo del paciente.</p>	<p>A.1. Familias no pueden cumplir con las orientaciones sobre mejoras de vivienda por ser de escasos recursos.</p> <p>A.2. Desinformación respecto a síntomas agudos y crónicos de enfermedad de Chagas</p> <p>A.3. Posibilidad de subregistros en datos de captación, seguimiento y encuestas serológicas, debido a desatención de esta enfermedad.</p>

Tomando como referencia los resultados obtenidos y la metodología para la realización de una estrategia de prevención según lo descrito en el marco teórico sumado al análisis FODA de la normativa 110 y 111 surge la propuesta de agregar nuevas herramientas de Estrategias sanitarias para la Prevención, control y seguimiento de la enfermedad de Chagas.

ESPECH es una estrategia sanitaria para la prevención, promoción y seguimiento de la enfermedad de Chagas en sus diferentes fases, la cual está centrada en la participación activa del ESAFC y la comunidad como protagonistas de la restitución del derecho de su propia salud y orientada a contribuir a la erradicación y correcto manejo de la enfermedad de Chagas en diferentes niveles de atención.

### **Objetivos de “Estrategias sanitarias para la Prevención, promoción y seguimiento de la enfermedad de Chagas” (ESPECH)**

#### **Objetivo general:**

Contribuir en la prevención, promoción y seguimiento de la enfermedad de Chagas en sus diferentes fases en el departamento de Estelí-Nicaragua para evitar su progreso a la cronicidad.

#### **Objetivos específicos:**

1. Promover la organización y participación de los diferentes actores y sectores sociales para disminuir la incidencia de la enfermedad de Chagas.
2. Mejorar el seguimiento del paciente con enfermedad de Chagas crónico implementando el Checklist como herramienta de seguridad del paciente y de los profesionales sanitarios.
3. Favorecer el acceso a material de información sobre la enfermedad a la comunidad.
4. Realizar jornadas de capacitación en promoción, prevención y seguimiento que hagan del ESAFC un recurso calificado para la atención de enfermedad de Chagas.

#### **Componente no. 1. Capacitación del personal de salud**

En primera instancia, el Ministerio de Salud (MINSAL) deberá instruir al personal que labora desde el nivel departamental y municipal hasta el nivel sectorial (Puestos de Salud) para que conozcan esta estrategia y la promuevan en los Sectores, haciendo énfasis en objetivos, componentes y metodología a aplicar. Además, se incluye el adiestramiento en el uso de los instrumentos de apoyo y seguimiento a los Comités comunitarios, estructura alrededor de la que funcionará ESPECH

#### **Componente no 2. La concientización desde el núcleo familiar**

La familia como la base de la sociedad, debe ser educada y concientizada, desde los más pequeños del hogar quienes son el pilar del país. Es por ello que, en conjunto con otras instituciones, cómo el MINED, se pretende desarrollar actividades que eduquen a los niños y adolescentes sobre estas enfermedades, la importancia de la limpieza de los hogares y los peri-domicilios y la identificación del vector y principales síntomas.

Con la implementación de cartillas coloridas y educativas, simples al entendimiento y con actividades incluidas, como colorear que hagan más divertido y didáctico el aprendizaje sobre esta enfermedad.

### **Componente no. 3: Organización y participación comunitaria.**

#### **a. Presentación de Estrategias sanitarias a la población y a Organizaciones multisectoriales con incidencia en la comunidad.**

Se realizará una asamblea que incluya la comunidad dando a conocer sus objetivos, metodología, alcances de la estrategia y requerimientos organizativos necesarios para impulsarla, en donde se propondrán diferentes actividades y acciones como:

1. Identificación y contacto con líderes comunitarios
2. Reuniones de planificación con líderes comunitarios
3. Campañas de sensibilización y concientización en la comunidad
4. Capacitación a la comunidad
5. Identificación de casos y seguimiento
6. Implementación de medidas de control vectorial
7. Evaluación y seguimiento

#### **b. Conformación del Comité ESPECH**

1. Convocatoria una reunión con las autoridades municipales, el personal de salud y los pobladores interesados en formar parte del comité.
2. presentación de la estrategia Espech y describir el objetivo del comité, su función y las actividades a realizar.
3. Selección de los miembros del comité, considerando a un brigadista de salud, pobladores base, un médico y una enfermera
4. Nombramiento del director Municipal como responsable del comité y definir las funciones de cada miembro.
5. Establecimiento de reuniones periódicas del comité para planificar, coordinar y evaluar las actividades.
6. Capacitación al comité en temas relacionados con la prevención, promoción y seguimiento de la enfermedad de Chagas, así como en la organización y participación comunitaria.
7. Realización de campañas de concientización en la comunidad sobre la enfermedad de Chagas y la importancia de la prevención y el seguimiento.
8. Ejecución alianzas con instituciones y organismos relacionados con la prevención y el control de la enfermedad de Chagas en la zona.
9. Cumplimiento de jornadas de atención médica y pruebas de detección de la enfermedad de Chagas en la comunidad.
10. Recopilación y análisis de los datos obtenidos durante la prueba piloto para evaluar la efectividad de la estrategia ESPECH y realizar ajustes si es necesario

#### **c. Roles específicos de los participantes del comité ESPECH**

- Brigadista de salud: Será el encargado de liderar la organización y participación comunitaria. Deberá coordinar y convocar a las reuniones del comité, así como de la difusión de las actividades y eventos que se realicen en el marco de la estrategia. También deberá promover la participación de la comunidad en las actividades.
- Pobladores base: Serán los representantes de la comunidad y deberán asegurarse de que las actividades de la estrategia sean efectivas en la realidad local. También deberán proporcionar retroalimentación al comité y ayudar a difundir la información y resultados de las actividades.

- Médico y enfermera: Serán los encargados de liderar la capacitación del personal de salud. Deberán planificar y ejecutar la capacitación, así como también evaluar su efectividad y realizar ajustes en caso de ser necesario. También deberán proporcionar asistencia técnica y apoyo a los brigadistas de salud y pobladores base.
- Director municipal: Será el responsable de liderar la implementación de la estrategia en el municipio. Deberá proporcionar recursos necesarios, coordinar la ejecución de las actividades y garantizar la colaboración de otras instituciones que puedan apoyar la estrategia.
- Epidemiólogo: Será el encargado de recopilar y analizar los datos necesarios para evaluar la efectividad de la estrategia. También deberá proporcionar orientación técnica al comité y colaborar en la toma de decisiones estratégicas para mejorar la estrategia.

#### **d. Planificación y evaluación de las actividades del comité**

- Siguiendo el siguiente plan, el comité podrá planificar y evaluar adecuadamente sus actividades para la implementación de la estrategia ESPECH y la prevención de la enfermedad de Chagas.
- Definición de objetivos claros: el comité debe establecer objetivos específicos y alcanzables en función de la estrategia Espech y la prevención de la enfermedad.
- Identificación de los indicadores de éxito: los miembros del comité deben definir cómo medirán el éxito de sus actividades. Por ejemplo, el número de personas capacitadas, la tasa de conciencia de la comunidad sobre la enfermedad de Chagas y las medidas de control de vectores, el número de personas examinadas y tratadas.
- Aplicación de un plan de acción: el comité debe diseñar un plan de acción detallado para cada objetivo, incluyendo los pasos necesarios, el cronograma y los recursos necesarios
- Establecimiento de responsabilidades: cada miembro del comité debe tener tareas específicas y ser responsable de la implementación y el seguimiento de su área.
- Llevar a cabo un sistema de monitoreo y evaluación: el comité debe establecer un sistema de monitoreo y evaluación para rastrear el progreso y los resultados de sus actividades. Esto puede incluir encuestas, evaluaciones de impacto y análisis de datos.
- Monitorización del plan de acción: el comité debe revisar regularmente el plan de acción y ajustarlo en función de los resultados del monitoreo y la evaluación.
- Comunicación y retroalimentación: el comité debe asegurarse de mantener una comunicación efectiva con la comunidad, las autoridades sanitarias y otras partes interesadas, y recibir retroalimentación para mejorar sus actividades.
- Documentación: se debe documentar todas las actividades y resultados, para compartir experiencias y buenas prácticas, y para evaluar y mejorar las actividades futuras.

El plan de promoción de la campaña es el siguiente.

- Identificación de medios de comunicación locales y regionales: Semana 1-2.
- Contacto y negociación con medios de comunicación: Semana 3-4.
- Producción de materiales de promoción: Semana 5-6.
- Realización de entrevistas en medios de comunicación: Semana 7-8.
- Realización de eventos comunitarios: Semana 9-10.
- Difusión en redes sociales: Semana 11-12.

## Componente no 4. Introducción de la lista de verificación para la mejora del manejo clínico de pacientes con cardiopatía chagásica y enfermedad de Chagas

Es importante que se promueva la importancia del uso de la herramienta en los hospitales primarios y de segundo nivel, y se brinde el apoyo necesario para asegurar que la herramienta sea utilizada adecuadamente. También es fundamental hacer seguimiento y evaluación para asegurarse de que se están obteniendo los resultados deseados.

### CONCLUSIONES

El estudio revela que los pacientes estudiados son la mayoría provenientes del área urbana, predominantemente del sexo femenino, agricultores y amas de casas, con rango de edad entre 60 y 69 años, como características epidemiológicas más importantes. La mayoría de los pacientes no presento clínica aguda registrada, resultandos sintomáticos mayoritariamente aquellos pacientes diagnosticados en fase crónica. Las más afectadas son pacientes del sexo femenino, mayores de 50 años.

En el proceso de control de la enfermedad y seguimiento de los pacientes con enfermedad de Chagas es realizada por médicos, personal de enfermería y personal competente en el ámbito de la salud. Y un porcentaje pequeño no conoce la normativa. El seguimiento de los pacientes con enfermedad de Chagas es multidisciplinario y se realiza basado en la normativa 110, sin embargo, existen debilidades en la eficacia de este, así como en el tamizaje de la enfermedad en comparación a otras enfermedades

Se evidencia de forma parcial que existe cierta relación entre la calidad de medidas de prevención y promoción en salud y la incidencia de cardiopatía chagásica, por tanto, se comprueba parcialmente la hipótesis.

Existe una relación significativa entre el conocimiento del personal sobre la normativa y la efectividad de su aplicación en atención primaria en salud. Esto sugiere que el nivel de conocimiento del personal sobre la normativa influye en la efectividad con la que se implementa, respaldando así la importancia del conocimiento del personal en la aplicación efectiva de las normativas de salud.

Finalmente, la propuesta ESPECH puede proporcionar al Ministerio de Salud beneficios como la mejora de la salud pública, el fortalecimiento del sistema de salud, la capacitación del personal, la coordinación intersectorial y el mejoramiento de la vigilancia epidemiológica. Estos beneficios contribuirán a una mejor prevención, control y atención de la enfermedad de Chagas en el país.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Angeleri, P. (julio de 2018). *Atencion del Paciente infectado con Trypanozoma Cruzi. Chagas, Guia para el equipo de salud*. Buenos Aires, Caba, Argentina: Instituto Nacional de Parasitología, Dr. Mario Fatała Chabén. Obtenido de <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-01/chagas-atencion-paciente-infectado-2018.pdf>
- Botero, D., & Restrepo, M. (2013). *Parasitosis humanas* (5 ed.). (L. M. Duque, Ed.) Medellín, Medellín, Colombia: Fondo editorial.
- Castro, S. (06 de 2013). Norma tecnica 110 para el abordaje de la prevencion, control y atencion de enfermedad de chagas. 60. Managua, Managua, Nicaragua: MINSA.
- Chacón Hernández, J., & Troconis Leáñez, F. (2013). *Protocolo de atencion terciaria para*



- pacientes con cardiopatía chagásica. *Consulta Cardiológica del Hospital Dr. Luis Razetti de Barcelona, Estado Anzoátegui durante el período de Enero-agosto, 2012.* Universidad de Oriente. Venezuela.: Universidad de Oriente. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/228518>
- Gonzalez, M., López, A., Flores, C., Cuadra, R., Palma, R., López, I., & Real, D. (2008). Enfermedad de chagas como factor de riesgo para insuficiencia cardiaca congestiva: basado en estudio hospitalario, Nicaragua 2003. *Revista Universitas*, 1(2), 37-42. Obtenido de <https://www.camjol.info/index.php/UNIVERSITAS/article/view/1642>
- La Coordinadora. (04 de Junio de 2021). *La Coordinadora de organizaciones para el desarrollo.* (J. E. Rodríguez, Productor) Recuperado el enero de 2023, de <https://coordinadoraongd.org/2021/06/los-desafios-en-salud-de-una-nicaragua-inmersa-en-una-crisis-politica-y-social/#:~:text=Los%20desaf%C3%ADos%20en%20salud%20de%20una%20Nicaragua%20inmersa,m%C3%A1s%20necesaria%20que%20nunca%20la%20cooperaci%C3%B3n%20int>
- Ministerio de Salud. (junio de 2013). *Norma técnica para el abordaje de la prevención, control y atención de la enfermedad de Chagas.* 60. Managua, Managua, Nicaragua: Ministerio de Salud (MINSAL). Obtenido de [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/001/materials/ku57pq0000126ws5-att/Standard\\_Spanish.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/001/materials/ku57pq0000126ws5-att/Standard_Spanish.pdf)
- MINSAL. (25 de Junio de 2013). *Norma técnica 111 para el abordaje de la prevención, control y atención de la enfermedad de chagas.* 118. Managua, Managua, Nicaragua: MINSAL.
- Naquira, C. (abril de 2014). *Urbanización de la enfermedad de Chagas en el Perú: experiencias en su prevención y control.* *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 31(2), 343-347. Obtenido de SCielo Perú: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342014000200023](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000200023)
- OMS. (11 de Marzo de 2020). *Organización Mundial de la Salud.* Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/es/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Planes de Acción Integrados para la Prevención, Control y Eliminación de las enfermedades infecciosas desatendidas.* Organización Panamericana de la Salud (OPS). Lima, Perú.: Agencia Canadiense para el desarrollo internacional- ACIDI/CIDA. Obtenido de <https://www.paho.org/es/documentos/cd5515-plan-accion-para-eliminacion-enfermedades-infecciosas-desatendidas-medidas>
- Ruiz Lander, F. (2015). *Epidemiología de la enfermedad de chagas.* Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. Madrid: Facultad de Farmacia. Obtenido de [https://eprints.ucm.es/id/eprint/48878/1/Francisco%20Ruiz%20Lander%20\(1\).pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/48878/1/Francisco%20Ruiz%20Lander%20(1).pdf)
- Toreani, A. (Diciembre de 2013). *Cardiopatía Chagásica.* (U. N. Asunción, Ed.) *Revista del Instituto de medicina Tropical* , 9, 65-77. Obtenido de <http://archivo.bc.una.py/index.php/RIIC/article/view/100/44#>
- Vallecillo Benavidez, B. E. (Septiembre de 2023). *Medidas preventivas para el control de los vectores (chinchas) de la enfermedad de Chagas, en Madriz.* *Revista científica de FAREM-Estelí*, 15. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/FAREM/article/view/16856/20132>



## Características sociodemográficas y clínicas de COVID-19 en una cohorte comunitaria del Distrito II de Managua, Nicaragua

### Sociodemographic and clinical characteristics of COVID-19 in a community cohort from District II of Managua, Nicaragua

**Miguel Ángel Plazaola Cuadra**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de investigaciones y Estudios de la Salud, UNAN-Managua/CIES, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-4153-2615>  
[plazac2@gmail.com](mailto:plazac2@gmail.com)

**Sheyla Valdivia Quiroz**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-8163-3293>  
[sheila.valdivia@cies.unan.edu.ni](mailto:sheila.valdivia@cies.unan.edu.ni)

**Guillermina María Kuan Montes**

Ministerio de Salud, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-5251-173X>  
[gkmontes@icsnicaragua.org](mailto:gkmontes@icsnicaragua.org)

**José Guillermo Juárez Valdez**

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-0583-478X>  
[juarez@icsnicaragua.org](mailto:juarez@icsnicaragua.org)

**Ángel Balmaseda**

Ministerio de Salud, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0006-3812-5978>  
[abalmaseda40@gmail.com](mailto:abalmaseda40@gmail.com)

**RECIBIDO**

04/01/2024

**ACEPTADO**

17/07/2024

## RESUMEN

En diciembre de 2019, en Wuhan, China, se descubrió un nuevo virus que provocaba cuadro respiratorio de infección de vías respiratorias bajas, causando hospitalizaciones y muertes, a la fecha más de 6 millones de personas han fallecido a nivel mundial. La enfermedad fue nombrada como COVID-19 por la OMS. A nivel centroamericano y en Nicaragua aún no se describe el comportamiento que tuvo la COVID-19 a nivel comunitario, es por esta razón que este estudio caracteriza el comportamiento clínico epidemiológico de la COVID-19 en barrios del distrito II. En los meses de abril 2021 a marzo 2022, se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo de corte transversal, la muestra fueron 320 pacientes con un resultado positivo a SARS-CoV-2, a quienes se les aplicó un cuestionario. Los principales resultados demostraron que el sexo femenino fue el más afectado, las edades más afectadas fueron los niños de 10 a 19 años, y el menos afectado de 50 a 59, los estudiantes fueron los que arrojaron más casos positivos, los síntomas que predominaron fueron la fiebre, tos, rinorrea, cefalea y dolor de garganta principalmente. De casos primarios se identificaron casos secundarios, asintomáticos y sintomáticos. Las enfermedades crónicas más frecuentes de esta población fueron la Diabetes Mellitus, Hipertensión arterial, enfermedades Coronarias, ser Obeso, sobrepeso o estar eutrófico tuvieron significancia estadística con tener COVID-19. Estos resultados nos permiten claramente evaluar el comportamiento epidemiológico de la COVID-19 a nivel comunitario, por lo cual se espera que sea de utilidad para nuevos estudios o proyectos del manejo de la enfermedad en la región.

## PALABRAS CLAVE

SARS-CoV-2; estudios de cohorte; incidencia; COVID-19.



## ABSTRACT

In December 2019, in Wuhan, China, a new virus causing respiratory syndrome of lower respiratory tract infection was discovered, causing hospitalizations and deaths, to date more than 6 million people have died worldwide. The disease was named COVID-19 by the WHO. At the Central American level and in Nicaragua, the behavior of COVID-19 at the community level has not yet been described, which is why this study characterizes the clinical epidemiological behavior of COVID-19 in neighborhoods of district II. In the months of April 2021 to March 2022, a descriptive, retrospective cross-sectional study was conducted, the sample was 320 patients with a positive result to SARS-CoV-2, to whom a questionnaire was applied. The main results showed that the female sex was the most affected, the most affected ages were children from 10 to 19 years, and the least affected from 50 to 59, students were the ones who showed more positive cases, the predominant symptoms were fever, cough, rhinorrhea, headache and sore throat mainly. Secondary, asymptomatic and symptomatic cases were identified from primary cases. The most frequent chronic diseases in this population were diabetes mellitus, arterial hypertension, coronary diseases, being obese, overweight or eutrophic were statistically significant with having COVID-19. These results clearly allow us to evaluate the epidemiological behavior of COVID-19 at the community level, which is expected to be useful for new studies or projects on the management of the disease in the region.

## KEYWORDS

SARS-CoV-2; cohort studies; incidence; COVID-19.

## INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Dificultad Respiratoria Severa del Coronavirus 2 (SARS-CoV-2 por sus siglas en inglés), es el causante de la enfermedad llamada coronavirus 2019 (COVID-19) (Aragón-Nogales R, 2020). Es el causante de la más reciente pandemia que ha causado a la fecha más de 670 millones de infecciones y 6 millones de muertes globalmente (JHC, 2023). Su aparición repentina ha generado un cambio en el panorama de la salud pública (García, 2020) y como los programas de salud de cada país pueden atender enfermedades emergentes que causan una amplia gama de características clínicas de severidad (Cucinotta D, 2020).

En la mayoría de los países a nivel mundial la principal medida de contención contra el SARS-CoV-2 fue la restricción en la movilización diaria (ejemplo: cierre de escuelas, negocios, sectores enteros en cuarentena) (Henriquez-Marquez, 2021; Germain, 2021). En Centroamérica se reportan 4 millones de infecciones y más de 50,000 muertes. Interesantemente, Nicaragua ha sido el país menos afectado de la región con más de 15,000 infectados y 245 muertes (JHC, 2023) Con el primer caso confirmado a partir de marzo del 2020 y distintos picos epidémicos causados por la aparición de nuevas variantes. A nivel comunitario en Nicaragua aún no se describe el comportamiento clínico epidemiológico de la enfermedad con sus síntomas y factores de riesgo.

El COVID-19 se caracteriza por infección de las vías respiratorias bajas, con una sintomatología variable desde asintomáticos hasta complicaciones que pueden causar la muerte (Young, 2020). Algunos de sus síntomas pueden persistir de semanas hasta meses (Aleem, 2022) (Aiyegbusi, 2021). Entre los signos y los síntomas más comunes en adultos, se pueden incluir fiebre, tos, cansancio y pérdida del gusto y/o el olfato (Maechler et al., 2020).

En China los síntomas más frecuentes fueron fiebre (80%) y dificultad respiratoria (40%) (Alvarez, 2020). En Argentina, el grupo etario más afectado fue entre 30 a 39 años registrando la mayor tasa específica por edad (7601.3/ 100,000 habitantes), con los menores de 20 años teniendo un 9.2% positividad (Pérez, 2021). En menores de edad la sintomatología es similar a adultos, con una enfermedad más leve (Acosta Torres, 2020) (Rosa María Wong-Chewa, 2022) (Guo, 2020). Hasta la fecha y de acuerdo a la información disponible, los pacientes pediátricos diagnosticados con COVID-19 pueden desarrollar en general desde cuadros clínicos respiratorios leves no complicados (la mayoría) hasta Síndrome de Dificultad Respiratorio Agudo (SDRA) (Alvarez, 2020).

Este estudio describe características sociodemográficas, síntomas iniciales frecuentes, enfermedades crónicas encontradas, estado nutricional e incidencia de la enfermedad para describir el comportamiento del SARS-CoV-2 en un estudio de cohorte comunitaria atendida en barrios del distrito II de Managua, Nicaragua. Se espera que esta información pueda ser utilizada para guiar y apoyar las actividades de control y manejo de la enfermedad en la región, permitiendo mejorar la preparación para futuras intervenciones, así como perseguir el cumplimiento del tercer objetivo de los ODS (Objetivos de desarrollo sostenible).

Es por ello que, caracterizar las manifestaciones clínicas a nivel comunitario en áreas donde dichas restricciones no se implementaron, proporciona un mejor entendimiento de la transmisión de SARS-CoV-2, sin excepción de edades, ni de factores de riesgos asociados a la enfermedad, describiendo una población expuesta.

Las limitaciones de este estudio son debido a que es una cohorte donde hay más mujeres que varones en la edad adulta, otra limitante es que no se dispone datos sobre las variantes que circulaban en los diferentes periodos de tiempo, lo cual podría proveer una evaluación más clara de los factores de riesgo asociados por variante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo. Posteriormente se generan preguntas de investigación y se trazan objetivos, se continuo con una búsqueda exhaustiva de bibliografía, elaborando un marco teórico; el estudio es descriptivo retrospectivo de corte transversal. Este estudio se llevó a cabo en el área administrativa del Centro de Salud Sócrates Flores Vivas, ubicado en Managua y que forma parte de la red de salud del Ministerio de Salud, el cual está ubicado en el Distrito II de Managua (Figura 1).

El Distrito II de Managua cuenta con una extensión territorial de 9.37 km<sup>2</sup>, y una densidad poblacional de 5,833 habitantes por km<sup>2</sup> y una población total de 54,664 habitantes (ALMA, 2020). Este limita al Norte con el lago Xolotlán, al sur con el área de salud de Altagracia, al este con el área de salud del Francisco Buitrago y al oeste con el área de salud del Francisco Morazán. El centro de salud Sócrates Flores cuenta con 11 sectores que atienden un total de 16 barrios. Este centro de salud oferta los siguientes servicios de salud: atención integral a la mujer, niñez y adolescencia, planificación familiar, higiene del medio ambiente, control de las enfermedades vectoriales, atención a pacientes con enfermedades crónicas y emergencias.

Figura 1. Distrito II de Managua Nicaragua, Centro de Salud Sócrates Flores.



Mapa elaborado con QGis 3.8 con zonas administrativas de libre uso y openstreetmaps.

Se seleccionaron participantes que acudieron a consulta médica con criterios de toma de muestra de hisopado nasal y faríngeo con los siguientes criterios de inclusión: presentar



cuadro respiratorio con o sin fiebre, o un síndrome febril sin foco aparente en un periodo no mayor de 28 días, residir en el área del distrito II al momento de la toma de la muestra y participar en el estudio cohorte de hogar. Captando un total de 320 casos positivos para SARS-CoV-2 (casos iniciales) que fueron atendidos en el centro de salud Sócrates Flores utilizando un muestreo por conveniencia.

## Etapas de la investigación

### Etapas de la investigación

Esta cohorte está constituida desde el 2017 con un total de 2,147 participantes hasta marzo del 2021. Para este estudio se definió un hogar como una familia que vive en la misma casa y preparan sus alimentos en la misma cocina, hay hogares que tienen 2 participantes y hogares con un máximo de 22 participantes. Los hogares pertenecen a la población general y barrios atendidos por el centro de salud, a los cuales se les brinda atención médica 24/7 de acuerdo a las normativas del Ministerio de Salud 004-Norma para el expediente clínico (MINSA, Norma para el manejo del expediente clínico y manual para el manejo del expediente, 2013) y la normativa 100 vigilancia epidemiológica de las enfermedades respiratorias (MINSA, 2017).

Todos los participantes de este estudio realizaron el llenado de una carta de consentimiento, aprobada por el IRB de la Universidad de Michigan (DMID# 21-0029) y en Nicaragua por el Comité Institucional de Revisión Ética (#NIC-MINSA/CNDR CIRE- 05/04/17-080Ver7.) En el proceso de consentimiento informado, los menores de 18 años de edad, el tutor o padre firmaron el documento de consentimiento para su participación, y en los niños de 6 años a más, completaron un asentimiento verbal. Cada participante adulto firmó el proceso de consentimiento, salvo que fuese iletrado donde un testigo imparcial firmó, y el participante iletrado colocó su huella digital.

Para este estudio se integraron los datos colectados del 01 de abril del 2021 al 31 de marzo del 2022. Se incluyeron todos los participantes del estudio de cohorte de hogar con un resultado positivo por RT-PCR para SARS-CoV-2, se excluyeron los participantes que se encontraron fuera de la zona del estudio al momento de obtener el resultado de laboratorio (n=12).

### Etapas de la investigación

Los participantes llegan al centro de salud y a su vez, el personal médico regularmente realiza visitas de seguimiento domiciliarias. Cada participante acudió al centro de salud cuando cursaron con un cuadro respiratorio, donde se les dio consulta médica y cumpliendo definición de casos del estudio. Cada participante con definición de caso se le tomó una muestra de hisopado nasal, y un hisopado faríngeo, la cual fue enviada al Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR), donde le realizan protocolo Charité-Berlin de RT-PC (InDre, 2021) para su diagnóstico y confirmación.

### Etapas de la investigación

Una vez confirmado el diagnóstico por laboratorio, se procedió a la visita de seguimiento en sus hogares donde a los contactos del caso inicial que participan en el estudio de cohorte comunitaria se les toma una muestra respiratoria de hisopado nasal e hisopado faríngeo y luego enviarla al Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR) para su



procesamiento, con el objetivo de captar casos secundarios sintomáticos o asintomáticos. Se recolectaron datos empleando un cuestionario cerrado, ingresado mediante una aplicación móvil, donde se registran datos sociodemográficos, síntomas, características de la vivienda.

#### Etapa 4. Análisis de los datos obtenidos

Posteriormente esta información pasó a una base de datos, de donde se extrae la información para analizar las variables de interés para el estudio. Las variables elegidas para determinar si existe asociación y significancia estadística se agruparon en síntomas iniciales, estado nutricional, enfermedades crónicas preexistentes.

Finalmente, el análisis de los datos se realizó inicialmente de manera descriptiva con tablas de frecuencias por sexo, síntomas iniciales, cuartos por casa, escolaridad, ocupación, estado nutricional, enfermedades crónicas preexistentes, positividad de muestras en el periodo estudiado, incidencia de SARS-CoV-2, además en las variables cuantitativas se realizó tasas por grupo etario, medidas de tendencia central para edad.

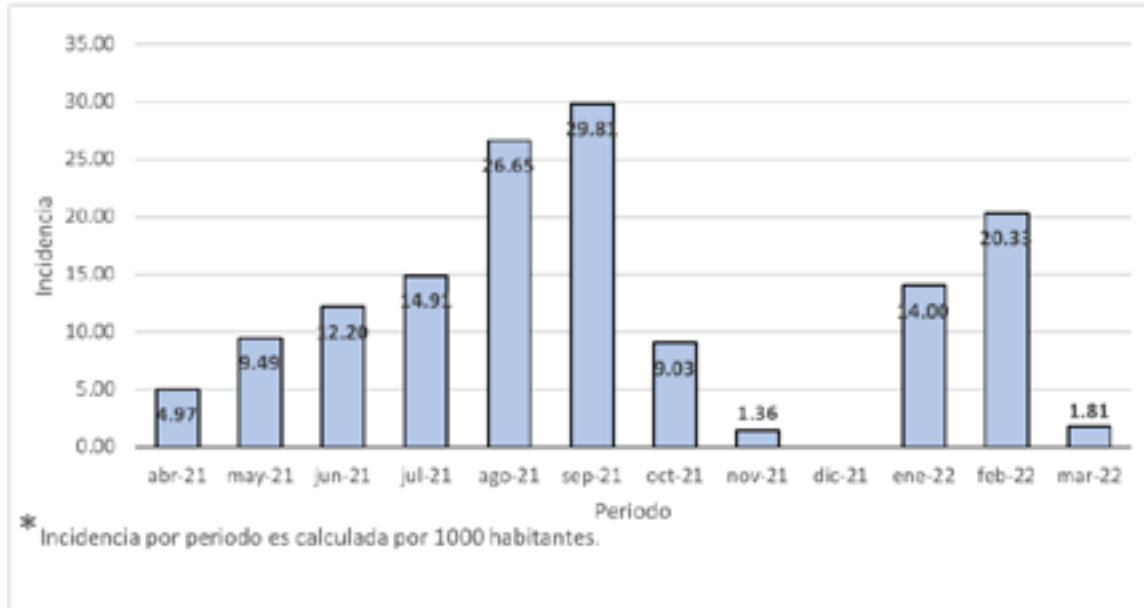
Se realizó prueba de normalidad, se utilizó la prueba de Shápiro Wilk. Seguidamente se realizaron dos pruebas no paramétricas para determinar si existe asociación entre las variables de interés, Chi cuadrado para variables que comparan dos grupos y la prueba de Kruskal-Wallis comparando más de 2 grupos. El porcentaje de datos no recolectados o sin respuesta fue del 3% en las variables de enfermedades crónicas preexistentes y del 4% en las variables cefalea, artralgia, dolor retroocular, mialgia, otalgia y lumbalgia. Para la elaboración de los gráficos y tablas, se utilizaron los programas de Microsoft Excel, Access (Office 365) y SPSS BMI (Versión 25), donde se encontraban las bases de datos con la información recolectada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SARS-CoV 2 ha cambiado el panorama de atención clínica de enfermedades respiratorias a nivel mundial (Pérez, 2021) (Henriquez-Marquez, 2021). En Nicaragua la pandemia de SARS-CoV 2 ha permitido modificar y mejorar los sistemas de atención del Ministerio de Salud. El estudio llega a complementar la labor realizada por los programas de salud nacional para proveer información del comportamiento de la enfermedad a nivel comunitario.

Se identificaron un total de 1594 casos sospechosos de infección por SARS CoV 2 a los cuales se les tomó una muestra respiratoria. De estos, 320 dieron positivo por PCR, lo cual representa una positividad en el periodo estudiado del 20%, la incidencia del periodo estudiado fue de 144 casos positivos por cada 1000 habitantes. En la figura 2, se detalla la incidencia por mes en el año de estudio, donde se puede observar que en los meses de agosto y septiembre 2021 es donde mayor incidencia de casos hubo, seguido de un segundo pico en enero y febrero 2022. Por otro lado, se observó que en el mes de diciembre 2021 no presentó ningún caso positivo, a pesar de continuar con la vigilancia activa de los participantes.

Figura 2. Incidencia de SARS-CoV-2 en el periodo de abril 2021 a marzo 2022.



Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

La incidencia de todo el periodo estudiado fue 144 casos por cada 1000 habitantes, en la figura 2 se detalla la incidencia por mes por cada 1000 habitantes.

A partir de los casos iniciales, se dieron 446 casos secundarios positivos por prueba de hisopado respiratorio, de estos el 38.3% (n=171) fueron sintomáticos y el 61.7% (n=275) fueron asintomáticos en personas que compartían hogar y que también pertenecían a la cohorte, comparando estas de ataques secundario en el país con otros países de la región como el estudio en Perú (Angulo-Bazán, 2021) donde los casos secundarios en su mayoría fueron sintomáticos. En esta cohorte comunitaria, no fue así, solamente el 38% de los casos secundarios fue sintomático, y la razón de casos secundarios asintomáticos sobre sintomáticos fue de 1.6, contrario al estudio en Perú donde la razón fue a la inversa. En la tabla 1 se presentan los cálculos de la tasa de ataque secundario, en el periodo estudiado fue del 20%.

Tabla 1. Casos Iniciales y secundarios positivos a SARS-CoV II sintomáticos y asintomáticos por grupos de edad y sexo.

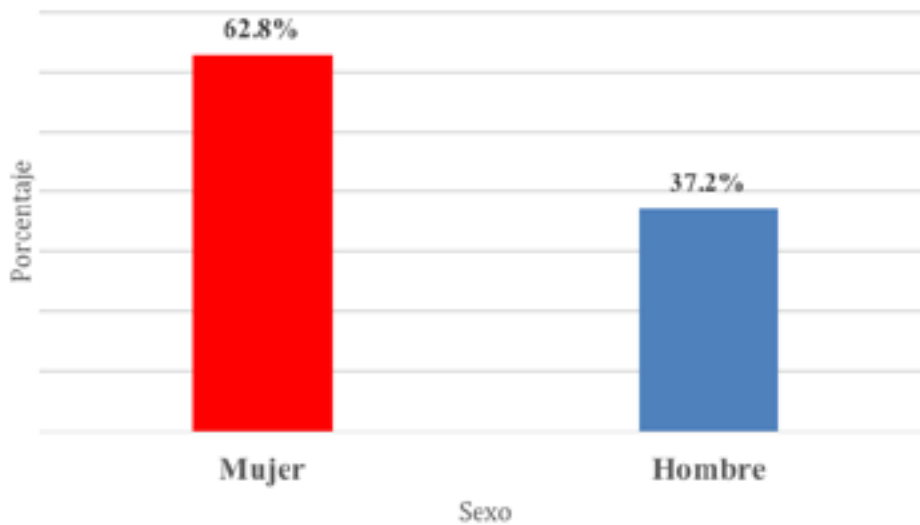
	Casos positivos iniciales	Casos positivos secundarios
<b>Sexo</b>		
Femenino	201	274
Masculino	119	172
<b>Edad</b>		
0 - 9a	66	88
10a - 19a	85	145
20a - 29a	34	49
30a - 39a	49	46

40a - 49a	48	51
50a - 59a	17	33
60a a mas	21	34
Sintomáticos	320	171
Asintomáticos		275

Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

Se observó que un 62.8% (n= 201) de los casos eran del sexo femenino, el sexo masculino represento el 37.2% (n=119) (Figura 3), esto es un hallazgo llamativo debido que en otras poblaciones fueron más afectados las personas del sexo masculino (Henriquez-Marquez, 2021) (Otoya-Tono, 2020) . Esta diferencia puede ser porque en esta cohorte se tiene más mujeres que hombres en la edad adulta. El análisis estadístico de Chi2 no demostró diferencia significativa en el género.

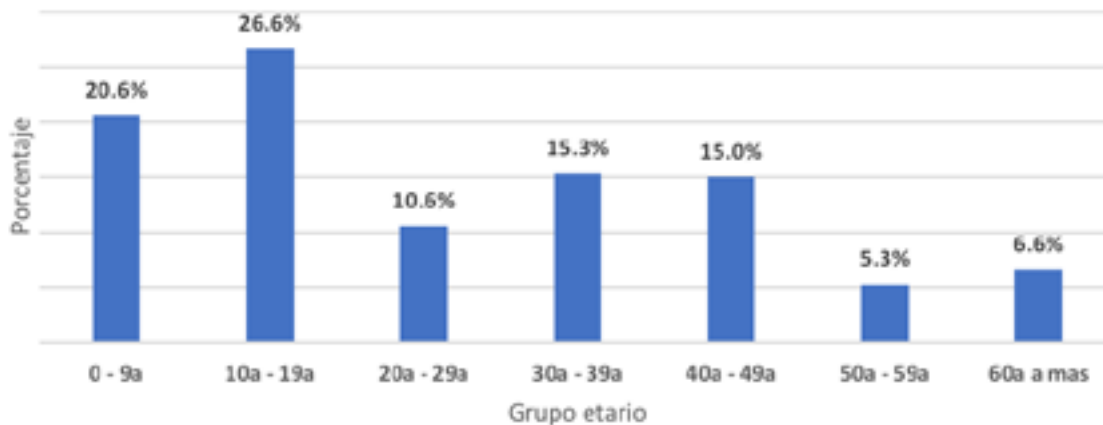
Figura 3. Sexo de casos positivos a SARS-CoV-2 por distrito II, Managua, Nicaragua; abril 2021 a marzo 2022.



Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

El grupo de edad con más casos y más positividad de muestras respiratorias fue el de 10 a 19 años, seguido por el de 0 a 9 años, representando la mitad de los casos positivos. Esto podría tener relación con lo publicado con estudios anteriores donde se miraba que al aperturar escuelas, se relaciona con la aceleración de la pandemia y tener en la población de edad joven, casos positivos y pudieran ser los principales transmisores de la enfermedad (Pérez, 2021). A pesar de ser las edades jóvenes menores de 19 años, en las que hubo más casos, la población de esta cohorte entre los 40 a 49 años, tuvo la mayor tasa específica por edad.

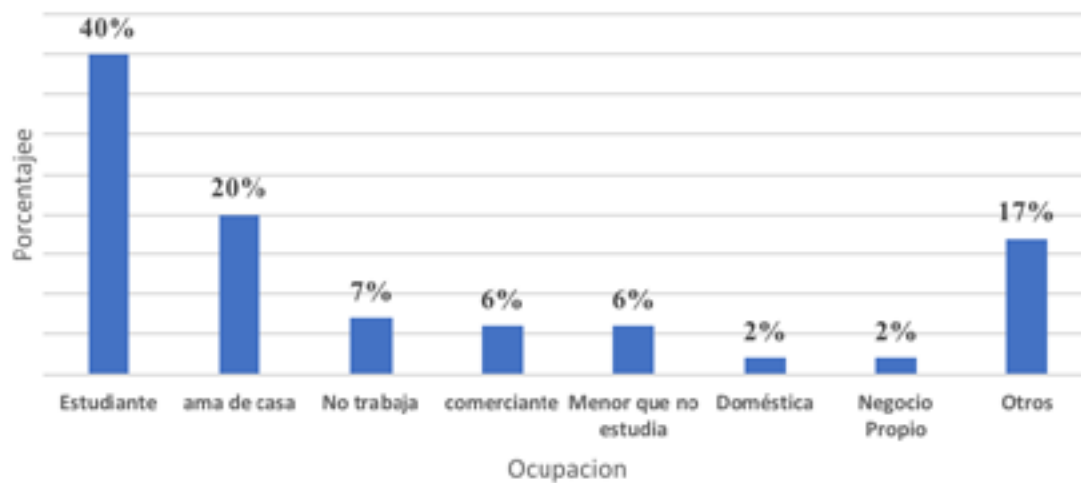
Figura 4. Edad de casos positivos a SARS-CoV-2, distrito II, Managua, Nicaragua; abril 2021 a marzo 2022.



Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

Se logró medir el nivel de escolaridad de los participantes. La mayoría de ellos presentaron un nivel de educación secundaria. En cuanto, a la ocupación actual, se observó que los estudiantes de educación inicial, primaria y secundaria, tuvieron la mayor incidencia de casos durante este periodo. De todos los casos positivos a SARS CoV 2, el 40% fueron estudiantes (n=116), amas de casa un 19.5% (n=56), personas que no trabajaban 6.6% (n=19), comerciantes y menores que no estudiaban fueron afectados en el 5.9% de los casos (n=17), 2% de los casos eran domésticas (n=7) y el 2% personas tienen negocio propio (n=7), un 16.7% pertenecían a otras ocupaciones.

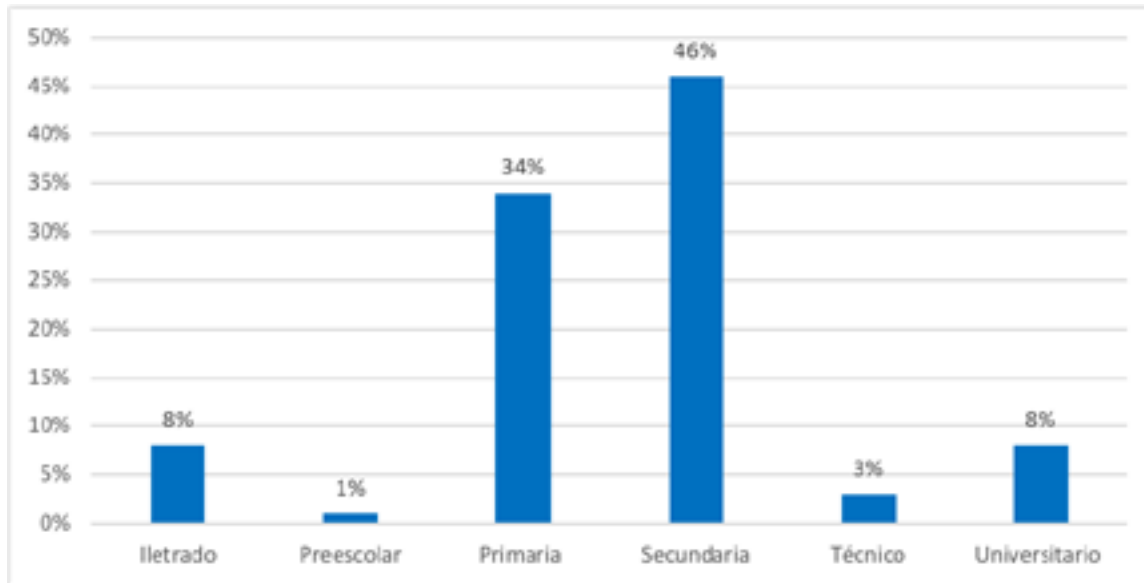
Figura 5. Ocupación, de casos positivos a SARS-CoV-2 distrito II, Managua, Nicaragua; abril 2021 a marzo 2022.



Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

La escolaridad de las personas con casos positivos de SARS CoV 2 pertenecían a educación secundaria en el 46% de los casos (n=133), 33.8 con educación primaria (n=97), el 8.3% son universitarios (n=24), y el 8% no tenía nivel de escolaridad (n=23) (Figura 6).

Figura 6. Escolaridad de casos positivos a SARS-CoV-2, distrito II, Managua, Nicaragua; abril 2021 a marzo 2022.



Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

En cuanto a los síntomas de esta población, presentaron un porcentaje significativo de los casos positivos a SARS-CoV-2, fiebre en el 63.13% de los casos (n=202), tos 62.81% (n=199), rinorrea en 58.13% (n=186), dolor de garganta 35.83% (n=115), el 26.56% (n=85) presentó cefalea, la congestión nasal estuvo presente en el 20% (n=64), mialgias en 15.31% de casos (n=49). De estos participantes, el 98.6% presentó una saturación de oxígeno entre 95 a 99%, mientras que el 1.4% (n=4) tuvo saturación menor del 95%, el 2.5% (n=8) de los casos presentó signos de severidad y requirió traslado a hospital (Tabla 3).

Esta variedad de síntomas corresponde a toda la población de estudio, y es descrita en otras publicaciones, donde también se observó que no hay diferencias de síntomas entre niños y adultos (Acosta Torres, 2020). Sin embargo, si se encuentra una diferencia en el porcentaje de la población con síntomas como fiebre, tos y dificultad respiratoria en estudio realizado en China donde estos tres síntomas eran más frecuentes. Además, este estudio indica que los niños se enferman menos, con una de menos del 1% en pacientes menores de 10 años (Alvarez, 2020). En contraste, este estudio demuestra lo contrario.

Factores de riesgo que contribuyeron en la propagación hacia casos secundarios de SARS-CoV-2 se observaron que los casos positivos tenían contacto en su mayoría con 3 a 11 personas en el mismo hogar, llegando a tener en un mismo hogar contacto con 20 personas, en viviendas en las cuales tenían de 2 a 5 cuartos mayormente. Esto podría aumentar el riesgo de contraer la enfermedad en los contactos, convirtiéndolos en potenciales portadores sintomáticos o asintomáticos (Angulo-Bazán, 2021).

Se estima que las personas con obesidad, enfermedades preexistentes, mayores de 60 años, o que fumaban tenían más riesgos de cuadros severos (Henriquez-Marquez, 2021). En la población estudiada el estado nutricional cursa con un estado de peso eutrófico en la mitad de los casos, seguidos de los obesos y en sobrepeso, sin experimentar casos graves. También se tuvo casos positivos en personas con alguna enfermedad crónica preexistente siendo la más frecuente la hipertensión arterial y la Diabetes Mellitus, sin embargo, no representaron factores preexistentes para desarrollar un cuadro grave.

En el análisis de variables que pudieran tener asociación con estar presentes y tener SARS-CoV-2 definimos 35, de estas 10 resultaron con un valor significativo ( $P < 0.05$ ), como se describe en la tabla 5. Se puede observar una asociación entre el SARS-CoV-2 con estas variables, categorizadas en:

1) Síntomas clínicos: encontrando en este estudio que no hay significancia estadística entre tener Covid-19 y tener un cuadro respiratorio, pero si se observa una asociación con una enfermedad febril, asociado a cefalea, dolor retroocular y mialgias, tener saturación de oxígeno menor a 95% demostró tener significancia para estar cursando con SARS-CoV 2. (fiebre ( $X^2 = 49.521$ ,  $p < 0.01$ ), cefalea ( $X^2 = 31.712$ ,  $p < 0.01$ ), dolor retroocular ( $X^2 = 19.492$ ,  $p < 0.01$ ), mialgia ( $X^2 = 36.361$ ,  $p < 0.01$ ) y saturación de oxígeno menor a 95%, ( $X^2 = 5.816$ ,  $p < 0.05$ ))

2). Estado nutricional, ser eutrófico representa asociación para tener SARS-CoV-2, así como estar obeso o en sobrepeso, en general cualquier persona puede padecer SARS-CoV-2 sin importar el estado nutricional que tenga. (obesidad ( $X^2 = 12.296$ ,  $p < 0.01$ ), sobrepeso ( $X^2 = 4.042$ ,  $p < 0.05$ ) y eutrófico ( $X^2 = 12.772$ ,  $p < 0.01$ ))

3) las enfermedades preexistentes se asociaron con la infección con SARS-CoV-2, fueron la hipertensión arterial, la enfermedad coronaria y la Diabetes Mellitus, cuando cursaron con un cuadro respiratorio, y tenían más asociación de padecer SARS-CoV 2 que otras enfermedades crónicas preexistentes. (diabetes Mellitus ( $X^2 = 4.131$ ,  $p < 0.05$ ), enfermedad coronaria ( $X^2 = 10.719$ ,  $p < 0.01$ ) e hipertensión arterial ( $X^2 = 11.099$ ,  $p < 0.01$ )). .

Tabla 3. Variables de interés en este estudio en casos de Sars-Cov-2 con valores de significancia

Síntomas	Casos sospechosos Válidos		Casos Positivos (320)	Valor de P
	N	Porcentaje	N	
fiebre	1594	100.00%	202 (63.13)	0
cefalea	1515	95.00%	85 (26.56)	0
Dolor retroocular	1515	95.00%	2 (0.63)	0.006
Dolor garganta	1519	95.30%	201 (62.81)	0.281
tos	1594	100.00%	199 (62.19)	0.208
rinorrea	1594	100.00%	186 (58.13)	0.45
Congestión nasal	1594	100.00%	64 (20)	0.275
otalgia	1518	95.20%	4 (1.25)	0.841
Aleteo nasal	1594	100.00%	0	0.616
Respiración rápida	1594	100.00%	8 (2.5)	0.55
Tiraje subcostal	1594	100.00%	0	0.219
crépitos	1594	100.00%	5 (1.56)	0.334
Poco apetito	1594	100.00%	6 (1.8)	0.378



nausea	1594	100.00%	3 (0.94)	0.786
diarrea	1594	100.00%	9 (2.81)	0.816
mialgia	1517	95.20%	49 (15.31)	0
lumbalgia	1517	95.20%	14 (4.38)	0.576
conjuntivitis	1594	100.00%	0	0.219
Rash localizado	1594	100.00%	2 (0.63)	0.875
Rash generalizado	1594	100.00%	2 (0.63)	0.587
Saturación Oxígeno menor 95	1594	100.00%	8 (2.5)	0.016
Neumonía	1594	100.00%	2 (0.63)	0.672
<b>Estado nutricional</b>				
obeso	1594	100.00%	81 (25.3)	0
sobrepeso	1594	100.00%	61 (19.1)	0.044
Riesgo de sobrepeso	1594	100.00%	9 (2.8)	0.242
Eutrófico	1594	100.00%	166 (51.9)	0
Bajo peso	1594	100.00%	3 (0.9)	0.351
<b>Enfermedad crónica preexistente</b>				
Asma	1550	97.00%	12 (3.91)	0.368
Cáncer	1550	97.00%	1 (0.33)	0.794
Diabetes mellitus	1550	97.00%	20 (6.51)	0.042
Enfermedad coronaria	1550	97.00%	8 (2.61)	0.01
Enfermedad renal crónica	1550	97.00%	11 (3.51)	0.049
Antecedentes de ECV	1550	97.00%	1 (0.33)	0.794
Hipertensión arterial	1550	97.00%	29 (9.45)	0.001

Fuente: Matriz de datos de casos positivos SARS-CoV-2, SPSS.

## CONCLUSIONES

SARS\_CoV-2 afecta más a mujeres que a hombres en esta cohorte de población. En el intervalo de edad de 10 a 19 años se dieron más casos positivos, siendo la edad de 12 años la que tenía más, sin embargo, el intervalo de edad de 40 a 49 años tuvo la mayor tasa específica por edad. Los estudiantes representaron la mayor parte de los casos positivos, seguidas de las amas de casa y personas que no trabajaban. El nivel de escolaridad de la mayor parte de casos fue educación secundaria, seguido de primaria. La fiebre, dolor garganta, tos, rinorrea, cefalea y congestión nasal se presentaron mayormente en esta población, a la vez fiebre, cefalea, dolor retroocular, mialgia y saturación de oxígeno menor a 95%, fueron significativas en la cohorte comunitaria.

Factores del entorno del huésped, como número de contactos y número de cuartos en las casas que habitaban influyeron en la aparición de casos secundarios a partir del caso primario, esto debido a que los casos positivos tenían contactos en casa de 1 a

20 predominando casas con 3 a 7 contactos, en promedio 7.5 contactos por hogar. El número de cuartos por vivienda se observa que predominan casas con 2, 3 y 4 cuartos, en promedio 3.7 cuartos. De los positivos, las enfermedades preexistentes como la hipertensión arterial, diabetes Mellitus, el asma y la Enfermedad Renal Crónica estuvieron presentes en los participantes de este estudio, sin mostrar cuadros de severidad relevantes. La mitad de los casos eran eutrófico, seguidos de obesos y en sobrepeso, los 3 estados nutricionales demostraron asociación con SARS-CoV-2. Ser eutrófico, así como estar en sobrepeso, obeso, tener hipertensión arterial, enfermedad coronaria y Diabetes Mellitus demuestran asociación con tener SARS-CoV-2 cuando presentan un cuadro respiratorio.

La incidencia de SARS-CoV-2 fue de 144 x 1000 habitantes en el estudio y los periodos de repuntes de incidencia de la enfermedad tuvo dos momentos agosto a septiembre 2021 y enero a febrero 2022, los cuales coincidieron con la circulación de nuevas variantes del virus en otros países de Centroamérica. en el mes de diciembre no se presentaron casos positivos a pesar de continuar la vigilancia activa de los sintomáticos respiratorios. Se detectaron 446 casos secundarios de estos, 275 asintomáticos y 171 sintomáticos, sugiriendo que la transmisión del virus puede ocurrir en personas asintomáticas como se ha observado en otros países.

Por otro lado, se expresa sincero e invaluable agradecimiento por la contribución a este trabajo a todas las personas del departamento de informática del Instituto de Ciencias Sostenibles, ubicado en el centro de salud Sócrates Flores. A todos los participantes de este estudio, cuya colaboración fue fundamental para lograr este trabajo, al personal de trabajo de terreno y médicos que recolectaron toda información necesaria para análisis, la contribución de todos fue fundamental para la culminación del estudio. La realización de esta investigación fue financiada por el Instituto de Ciencias Sostenibles (grants R01 AI120997).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta Torres, J. P. (2020). Aspectos clinicos, epidemiologicos, inmunopatía, diagnóstico y tratamiento. *Revista Cubana de Pediatría*, 92.(92). [https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-75312020000500007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75312020000500007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Aiyegbusi, O. L. (2021). Symptoms, complications and management of long COVID. *Journal of the Royal Society of Medicine*(114), 428-442. <https://doi.org/10.1177/01410768211032850>
- Aleem, A. A. (2022). Emerging Variants of SARS-CoV-2 And Novel Therapeutics Against Coronavirus (COVID-19). *Stat Pearls*. <https://doi.org/www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570580/>
- ALMA. (2020). *Caracterización de la Unidad Geográfica Distrito II. Caracterización - DII*.
- Alvarez, R. P. (2020). COVID-19 en América Latina: Retos y oportunidades. *Revista Chilena de Pediatría*. <https://doi.org/10.32641>
- Angulo-Bazán, Y. S.-S. (2021). Transmisión intra-hogar en personas infectadas por SARS-CoV-2 (COVID-19) en Lima, Perú. *Cadernos de Saúde Pública*, 37. <https://doi.org/10.1590/0102-311>
- Aragón-Nogales R, V.-A. I.-N. (2020). COVID-19 por SARS-CoV-2: la nueva emergencia de salud. *Revista Mexicana de pediatría*, 86, 213-218. <https://doi.org/10.35366/91871>
- Cucinotta D, V. M. (2020). La OMS declara la COVID-19 como una pandemia. *Biomed*, 91, 157-160. <https://doi.org/10.23750>
- García, C. B. (2020). Comportamiento clínico epidemiológico de la COVID-19.

- MULTIMED, 24(4). <https://doi.org/https://revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/1993/2002>
- Germain, N. H.-S.-M. (2021). Retrospective study of COIV-19 seroprevalence among tissue donors at the onset of the outbreak before implementation of strict lockdown measures in France. *Cell and Tissue Banking*, 22(3). <https://doi.org/10.1007/s10561-021-09901-3>
- Guo, C.-X. H.-Y.-G.-P.-P.-J. (2020). Epidemiological and clinical features of pediatric COIVD-19. *BMC Medicine*, 18(1), 250. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01719-2>
- Henriquez-Marquez, K. I.-L.-M. (2021). Prevencion e identificación temprana de casos sospechosos de COVID-19 en el primer nivel de atención en centro América. *Atención Primaria*, 53(1), 115-116. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.06.004>
- InDre. (2021). *Protocolo Charite-Brelin*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/647401/LVL\\_VR-E\\_RT-](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/647401/LVL_VR-E_RT-)
- JHC. (2023). COVID-19 Map.
- Jindahra, P. W. (2022). Demographic and initial outbreak patterns of COVID-19 in Thailand. *Journal of Population Research*, 39(4). <https://doi.org/10.007/s12546-021-09276-y>
- Maechler, F. G. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of SARS-CoV-2 infections at a testing site in Berlin, Germany, March and April 2020—A cross-sectional study. *Microbiology and Infection*, 26(12). <https://doi.org/10.016/j.cmi.2020.08.017>
- MINSA. (2013). *Norma para el manejo del expediente clínico y manual para el manejo del expediente*. Dirección general de regulación, Ministerio de Salud.
- MINSA. (2017). *GUIA PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA DE LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS*. [www.minsa.gob.ni/publicaciones/direccion-general-de-regulacion-sanitaria](http://www.minsa.gob.ni/publicaciones/direccion-general-de-regulacion-sanitaria).
- OMS. (2022). *Coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV)*.
- Otoya-Tono, A. (2020). COVID-19: generalidades, comportamiento epidemiológico y medidas adoptadas en medio de la pandemia en Colombia. *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello*, 48(1), 93-102. <https://doi.org/https://doi.org/10.37076/acorl.v48i1.519>
- Pérez, M. G. (2021). Epidemiología de COVID-19. *Med. Infant.*, XXVIII(2), 206-212. [https://doi.org/https://www.medicinainfantil.org.ar/images/stories/volumen/2021/xxviii\\_2\\_206.pdf](https://doi.org/https://www.medicinainfantil.org.ar/images/stories/volumen/2021/xxviii_2_206.pdf)
- Qiu H, W. J. (2020). Características clínicas y epidemiológicas de 36 niños con enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en Zhejiang, China: un estudio de cohorte observacional. *Lancet Infect Dis.*, 20(6), 689-696. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30198-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30198-5)
- Rosa María Wong-Chewa, \*. D. (2022). Características clínicas y factores de riesgo de mortalidad en menores de 18 años con COVID-19 en México y Ciudad de México. *anales de pediatría*, 2(97), 119-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2021.07.014>
- Young, B. E.-T.-C. (2020). Características epidemiológicas y evolución clínica de los pacientes infectados con SARS-CoV-2 en Singapur. *JAMA*, 323(15), 1498-1494. <https://doi.org/doi:10.1001/jama.2020.3204>



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18474>

## Impacto de las variantes genéticas del SARS-CoV-2 en la hospitalización de pacientes con COVID-19 procedentes de la vigilancia nacional del Ministerio de Salud de Nicaragua, marzo 2020 – septiembre 2022

## Impact of SARS-CoV-2 genetic variants on hospitalization of patients with COVID-19 from the national surveillance of the Nicaraguan Ministry of Health, March 2020 - September 2022

### Gerald Vásquez Alemán

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0005-9982-2294>  
[gvasquez@icsnicaragua.org](mailto:gvasquez@icsnicaragua.org)

### Christiam Cerpas Cruz

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0008-9692-5935>  
[ccepas@icsnicaragua.org](mailto:ccepas@icsnicaragua.org)

### Hanny Moreira Tijerino

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0008-0701-775X>  
[hmoreira@icsnicaragua.org](mailto:hmoreira@icsnicaragua.org)

### Francisco Mayorga-Marín

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud, UNAN-Managua/CIES, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-9260-8341>  
[francisco.mayorga@cies.unan.edu.ni](mailto:francisco.mayorga@cies.unan.edu.ni)

### José Juárez

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-0583-478X>  
[jjuares@icsnicaragua.org](mailto:jjuares@icsnicaragua.org)

### Sonia Arguello

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0005-0915-5273>  
[sarguello@icsnicaragua.org](mailto:sarguello@icsnicaragua.org)

### Eva Harris

Division of infectious disease and vaccinology, University of California, Berkeley, CA, USA.  
<https://orcid.org/0000-0002-7238-4037>  
[eharris@berkeley.edu](mailto:eharris@berkeley.edu)

### Aubree Gordon

University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA  
<https://orcid.org/0000-0002-9352-7877>  
[gordonal@umich.edu](mailto:gordonal@umich.edu)

### Ángel Balmaseda

Instituto de Ciencias Sostenibles, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0006-3812-5978>  
[abalmaseda40@gmail.com](mailto:abalmaseda40@gmail.com)

RECIBIDO

17/11/2023

ACEPTADO

10/07/2024



## RESUMEN

El SARS-CoV-2 se propagó rápidamente por el mundo causando alta morbilidad y mortalidad, por lo que la secuenciación de su genoma se volvió esencial. Numerosos estudios han mostrado cómo las variantes pueden influir en la hospitalización. Este estudio buscó identificar el impacto de las variantes genéticas del SARS-CoV-2 en la probabilidad de hospitalización. Se secuenciaron 1069 muestras de pacientes con COVID-19 en el territorio nacional usando tecnologías de Illumina y Oxford Nanopore. Se realizaron análisis descriptivos y modelos de regresión logística para determinar asociaciones entre las características del virus y el riesgo de hospitalización. Los resultados principales mostraron que las variantes más frecuentes fueron omicrón y Delta (21.32%) y 19B (21.2%). Las menos comunes fueron 21C (Epsilon) y 21H (Mu). Se identificaron mutaciones en las regiones N, M, ORFs y S del genoma del SARS-CoV-2, incluyendo la mutación S:D614G. Se encontraron diferencias significativas en la edad de las personas infectadas con distintas variantes. Hubo una asociación negativa entre el aumento de la edad y el riesgo de infección con la variante 19B, y una asociación positiva con las variantes 20B y Delta. Además, se encontraron asociaciones entre las variantes 20A, 20B, 20C y Delta con el riesgo de hospitalización. La edad fue un factor determinante en el riesgo de infección por ciertas variantes. Algunas variantes aumentaban el riesgo de hospitalización, y la edad, en combinación con las características genéticas de las variantes, influía en este riesgo. El estudio concluye que se identificaron mutaciones de importancia epidemiológica, especialmente la mutación S:D614G, y que ciertas mutaciones y características genéticas del virus pueden conferir mayor riesgo de hospitalización.

## ABSTRACT

SARS-CoV-2 spread rapidly around the world, causing high morbidity and mortality, making genome sequencing essential. Numerous studies have shown how variants can influence hospitalization. This study aimed to identify the impact of SARS-CoV-2 genetic variants on the probability of hospitalization. A total of 1069 samples from COVID-19 patients across the country were sequenced using Illumina and Oxford Nanopore technologies. Descriptive analyses and logistic regression models were performed to determine associations between virus characteristics and the risk of hospitalization. The main results showed that the most frequent variants were Omicron and Delta (21.32%) and 19B (21.2%). The less common variants were 21C (Epsilon) and 21H (Mu). Mutations were identified in the N, M, ORFs, and S regions of the SARS-CoV-2 genome, including the S:D614G mutation. Significant differences were found in the age of people infected with different variants. There was a negative association between increasing age and the risk of infection with the 19B variant, and a positive association with the 20B and Delta variants. Additionally, associations were found between the 20A, 20B, 20C, and Delta variants and the risk of hospitalization. Age was a determining factor in the risk of infection by certain variants. Some variants increased the risk of hospitalization, and age, in combination with the genetic characteristics of the variants, influenced this risk. The study concludes that mutations of epidemiological importance were identified, especially the S:D614G mutation, and that certain mutations and genetic characteristics of the virus can confer a higher risk of hospitalization.

## PALABRAS CLAVE

SARS CoV-2; COVID-19; secuenciación; RT-PCR.

## KEYWORDS

SARS CoV-2, COVID-19, secuenciación, RT-PCR.

## INTRODUCCIÓN

Desde su identificación por primera vez en diciembre de 2019, el Coronavirus del Síndrome Agudo Respiratorio Severo 2 (SARS-CoV-2) y su enfermedad COVID-19 se ha propagado rápidamente por todo el mundo (Al-Rohaimi & Al Otaibi, 2020), generando 652.2 millones de infecciones y 6.7 millones de muertes globalmente hasta diciembre del 2022 (Organización Panamericana de la Salud, 2022). Dado la importancia del virus y sus consecuencias en hospitalizaciones a nivel global su genoma completo se publicó en febrero del 2020 (Zhu et al., 2020). Como producto de su rápida expansión hacia nuevos países la COVID-19 fue declarada como emergencia sanitaria global por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en marzo de 2020 (Organización Mundial de la Salud, 2020).

En plena era genómica y con la aparición de la COVID-19, la secuenciación del SARS-CoV-2 ha demostrado ser una herramienta crucial en la lucha contra la pandemia. El SARS-CoV-2 es un virus que contiene una cadena de ARN en su núcleo, la cual está envuelta por una envoltura proteica. La secuenciación genómica es el proceso de determinar el orden exacto de los nucleótidos en un fragmento de ADN o ARN. En el contexto del SARS-CoV-2, esta tecnología permite obtener y analizar la secuencia del ARN del virus, lo que es esencial para comprender su estructura, y también los cambios que van sucediendo mientras el virus se propaga entre las diferentes poblaciones.

La secuenciación ha permitido obtener las secuencias del genoma del SARS CoV-2 para analizarlo y así identificar y monitorear el surgimiento o introducciones de variantes del virus, facilitando la detección temprana de mutaciones que podrían afectar la eficacia de las vacunas y tratamientos. Además, proporciona datos vitales que ayudan a ajustar las estrategias de respuesta a la pandemia y a diseñar medidas de control más efectivas. La capacidad de secuenciar el genoma del virus real ofrece una ventaja significativa para la vigilancia epidemiológica, permitiendo a los científicos y autoridades sanitarias tomar decisiones informadas y rápidas para mitigar la propagación del virus.

La COVID 19 ha cambiado el escenario epidemiológico mundial y la caracterización genética del SARS-CoV-2 se ha vuelto imprescindible para el manejo adecuado de la enfermedad. Es por ello que, globalmente se han implementado nuevas estrategias en los sistemas de vigilancia genómica mediante la secuenciación del ARN del virus (Brito et al., 2022), lo cual hace que su vigilancia genómica sea imprescindible para las investigaciones epidemiológicas, con el fin de comprender el impacto de los cambios genéticos en los pacientes con COVID-19.

Numerosos estudios han demostrado cómo las variantes genéticas pueden influir en el estado de salud de las personas infectadas y en la evolución de la pandemia en diferentes regiones (Butt et al., 2022; Maslo et al., 2022; Nonaka et al., 2021). Se ha logrado determinar cómo la introducción de nuevas variantes genéticas en la población provoca el surgimiento de nuevas olas de contagio (El-Shabasy et al., 2022).

También, se ha observado que las personas infectadas con la variante ómicron tienen una disminución significativa en el riesgo de desarrollar enfermedad severa en comparación con las personas infectadas por la variante Delta (Van Goethem et al., 2022). Además, se ha observado que las introducciones de nuevas variantes pueden asociarse con cambios en el riesgo de infección y severidad en diferentes grupos de edades (Freitas et al., 2021).

Comprender los factores genéticos asociados a la hospitalización ha podido proporcionar



información crucial sobre la patogénesis del COVID-19 y ha sido útil para orientar los esfuerzos que permiten identificar a las personas con mayor riesgo de enfermedad grave, a medida que las nuevas variantes emergen y se propagan en la población. En Nicaragua desde julio de 2021 se ha podido establecer el sistema de secuenciación genómica para caracterizar las variantes circulantes del SARS-CoV-2. Estos datos han proporcionado información clave para mejorar nuestro entendimiento de la respuesta inmunológica en niños con COVID-19 (Maier et al., 2022).

Al investigar los factores genéticos asociados a la hospitalización, se espera contribuir a un mejor entendimiento sobre la COVID-19 y sobre la epidemiología molecular de las variantes del SARS-CoV-2 en Nicaragua, además proporcionar información valiosa para futuras estrategias de investigación, prevención y control. Comprender cómo las variantes genéticas del virus influyen en la gravedad de la enfermedad y en la necesidad de hospitalización puede ayudar a identificar a las poblaciones más vulnerables y a desarrollar medidas más eficaces para protegerlas.

El presente estudio tiene como objetivo analizar las características genéticas del SARS-CoV-2 en toda la región de Nicaragua y determinar cómo estas características están asociadas con la probabilidad de hospitalización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo debido a que permite analizar datos numéricos y establecer relaciones estadísticas entre las variables estudiadas. El estudio fue observacional analítico, ya que se centró en observar y analizar características existentes sin intervenir en el ambiente o en los sujetos del estudio.

Este enfoque permitió analizar las características genéticas de SARS-CoV-2 en toda la región de Nicaragua e identificar características inherentes del virus y la probabilidad de estas con la hospitalización empleando secuencias de nucleótidos del SARS CoV-2 obtenidas mediante secuenciación genómica a partir de muestras de pacientes con COVID 19. El período de estudio es de 2 años y 6 meses y comprende desde la identificación de los primeros casos en el país en marzo del 2020 hasta septiembre del 2022.

La unidad de análisis fue compuesta por secuencias de nucleótidos obtenidas mediante secuenciación genómica de muestras respiratorias obtenidas de Centros de atención primaria y Hospitalaria del sistema público de la red del Ministerio de Salud a nivel nacional y que son parte del sistema de vigilancia nacional de COVID-19. El universo del estudio es igual a la muestra y estuvo compuesto por 1069 secuencias de nucleótidos. La muestra incluyó secuencias de nucleótidos del SARS-CoV-2 obtenidas mediante secuenciación genómica, de distintas áreas geográficas y demográficas del país.

En el estudio se incluyeron las secuencias nucleotídicas del genoma completo obtenidas de pacientes confirmados con COVID-19 y que pasaron filtros correspondientes de control de calidad. Se excluyeron las secuencias con baja cobertura y calidad. Además, se excluyeron las secuencias que provenían de muestras que no cumplen con los estándares de calidad establecidos para una adecuada secuenciación genómica.

Las secuencias genómicas del SARS-CoV-2 se obtuvieron utilizando tecnologías de secuenciación de alto rendimiento, específicamente Illumina y Oxford Nanopore. Una vez completada la secuenciación, la información de los resultados fue registrada en hojas de

trabajo. Estas hojas, junto con los resultados del análisis bioinformático, fueron almacenadas en bases de datos específicas. Para el estudio, se utilizó un enfoque de análisis de datos secundarios, empleando estas bases de datos que también incluían información relevante de las muestras. Ninguno de los datos empleados, contenía información que permitiera identificar a los pacientes ya que todos los datos eran secundarios y provenían de la vigilancia genómica del país.

## Etapas de la investigación

### Etapa 1: Vigilancia epidemiológica

Las muestras secuenciadas son procedentes de la vigilancia nacional de SARS-CoV-2 del Ministerio de Salud (MINSa). Las muestras son tomadas en centros asistenciales de primer, segundo o tercer nivel en todo el territorio Nacional junto una ficha epidemiológica con datos de la muestra y del estado del paciente. Estas muestras fueron transportadas desde cada centro asistencial hacia los Sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS) y desde aquí, con previa autorización, fueron transportadas en cadena de frío hasta el Laboratorio Nacional de Virología en el Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR) ubicado en el Complejo Nacional de Salud Concepción Palacios en la capital de Nicaragua, Managua.

#### Figura 1

Flujo del muestreo de la vigilancia epidemiológica Nacional de COVID-19



Fuente: Realización propia

### Etapa 2: Diagnóstico molecular

En el CNDR, las muestras fueron recepcionadas e inactivadas, posteriormente se realizó un RT-PCR en tiempo real bajo el protocolo de PCR Multiplex estandarizado por el instituto de virología del Hospital Universitario de Charité (Corman et al., 2020), bajo la plataforma ABI 7500 Fast PCR platform (Applied Biosystems, Foster, CA, EE. UU) para su posterior validación. Durante todo el proceso preanalítico y analítico, las muestras y ARN viral fueron manipulados en cabinas de bioseguridad tipo II y con todos los equipos de protección personal requeridos.

### Etapa 3: Secuenciación

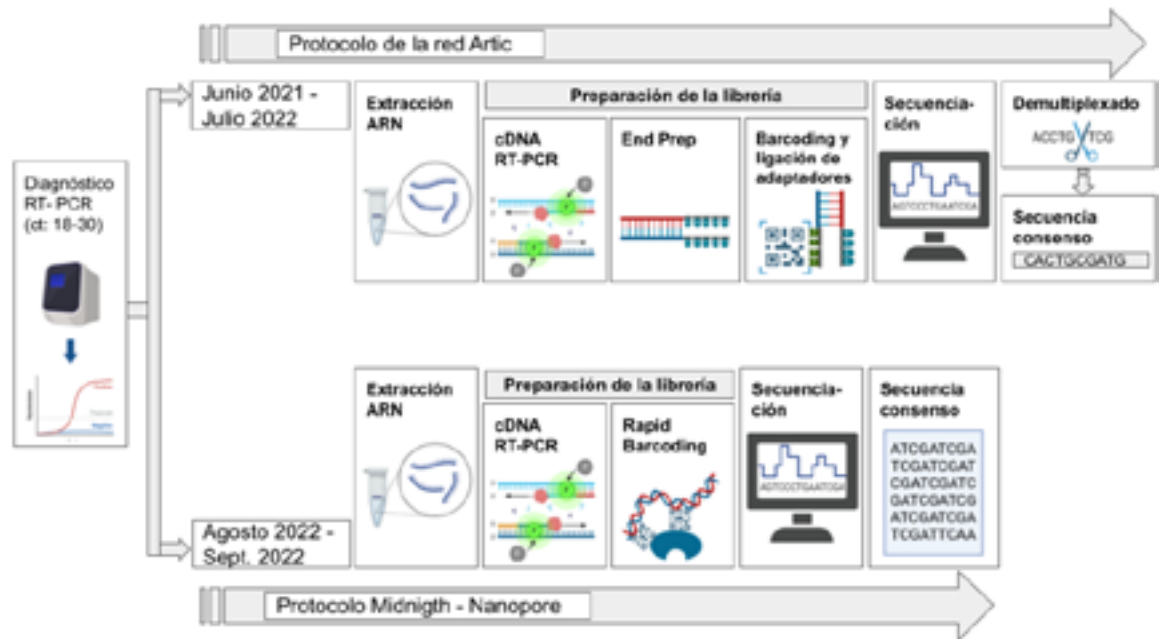
Para identificar las variantes del SARS-CoV-2 y las mutaciones, se secuenciaron 1069 muestras recolectadas entre marzo de 2020 y septiembre de 2022 (505 muestras secuenciadas en el Laboratorio Nacional de Virología de Nicaragua y 564 en el Hospital Escuela Mount Sinai en Nueva York). En el Laboratorio Nacional de Virología, en Nicaragua, se seleccionaron muestras con un valor de Ct (threshold cycle) entre 18 y 30 del RT-

PCR de diagnóstico. El valor de Ct se refiere al número de ciclos necesarios para que la fluorescencia generada en la PCR cruce un umbral específico, indicando la cantidad de material genético viral presente en la muestra.

Posteriormente, se realizó una extracción de ARN utilizando el kit QIAGEN QIAamp® Viral RNA Mini. Para llevar a cabo la secuenciación se utilizó el protocolo de secuenciación de la red Artic (Artic Network, 2020) desde julio del 2020 hasta julio del 2021. A partir de agosto del 2022 se cambió el protocolo de trabajo de la red ARTIC por el protocolo Midnight de Oxford nanopore Technology (Oxford Nanopore Technolgies, 2021) (Figura 2).

**Figura 2**

Esquema de trabajo para secuenciación usando los protocolos de la red Artic y Midnigth que utiliza el Ministerio de Salud en Nicaragua.



Fuente: Realización propia

**Secuenciación usando el protocolo de la red Artic:** El ARN fue transcrito inversamente y amplificado utilizando un método de PCR multiplexado a partir de 96 pares de cebadores dirigidos a amplificar todo el genoma del SARS-CoV-2, este proceso generó amplicones de aproximadamente 400 pares de bases. Los amplicones se prepararon para la secuenciación nanopore con el kit de ligación SQK-LSK109 (Oxford Nanopore Technologies, Oxford, Reino Unido) y el kit ONT Native Barcoding Expansion (EXP-NBD196) para etiquetar cada muestra con un marcador molecular. Las librerías fueron cargadas en flowcells FLO-MIN106 R9.4.1 y secuenciadas en un dispositivo MinION Mk1B.

Se utilizó el software RAMPART (v1.0.6) para monitorear el rendimiento de la secuenciación en tiempo real en todos los amplicones. La secuenciación se llevó a cabo en un entorno Ubuntu 18.04 con el software Minknow.

**Secuenciación usando el protocolo Midnigth:** Este protocolo utiliza un set de cebadores que generan amplicones de entre 900 - 1200 pares de bases. Estos amplicones se utilizaron para preparar una librería con el kit de etiquetado rápido SQK-RBK110.96. El procedimiento de secuenciación fue el mismo que el utilizado con la red ARTIC.

**Generación de una secuencia consenso:** Durante el periodo en el que se utilizó el protocolo de la red ARTIC, una vez acabó la secuenciación se generaron archivos en formato fastq que contenía los datos crudos de la secuenciación. Se utilizó el software porechop (Wick, 2017/2022) para demultiplexar las lecturas generadas y eliminar los segmentos que contenían información de los cebadores utilizados durante el PCR. Posteriormente se utilizó el software Medaka (Nanoporetech, 2017/2022) para generar secuencias consensos.

Cuando se utilizó el protocolo Midnigh, para para generar secuencias consenso se hizo uso del workflow artic (ARTIC SARS-CoV-2 Workflow, 2021/2023) incluido en la plataforma epi2me y desarrollado por ONT, este software eliminó la información de los cebadores y generó las secuencias consenso. En ambos casos las lecturas se alinearon al genoma de referencia Wuhan-Hu-1 (MN908947.3).

#### **Etapas 4: Análisis de datos**

Para analizar las secuencias se utilizó la plataforma Nexstrain, la cual analizó los cambios en los genomas secuenciados clasificando el linaje al que pertenecen. La plataforma clasifica los linajes en clados, pero también brinda la clasificación de la variante con respecto a la clasificación de la Organización Mundial de la salud, la cual clasifica las variantes con las letras del alfabeto griego. En la presente investigación se le nombra “variantes” a todos aquellos linajes que poseen una clasificación por la OMS, y se las denomina “pre-variantes” a aquellas que no poseen una clasificación por la OMS, pero que tienen un clado asignado por la plataforma Nexstrain. Además, la plataforma Nexstrain brinda las mutaciones presentes en cada uno de los genomas analizados.

La información de los linajes del SARS-CoV-2 e información demográfica fue analizada con el lenguaje R (Ihaka & Gentleman, 1996) y el entorno de desarrollo integrado RStudio. Se realizaron tablas de frecuencia para mostrar las características de la muestra. Se construyeron modelos de regresión logística univariada y multivariada para estimar asociaciones (Thulin, 2021).

Las odds ratios (OR) se calcularon exponenciando los coeficientes de regresión obtenidos del modelo de regresión logística. Esto se hace porque los coeficientes representan el logaritmo natural de los odds ratios; por tanto, la exponenciación transforma estos valores logarítmicos a la escala original de odds, proporcionando una interpretación más intuitiva de los efectos del modelo en términos de la probabilidad relativa de los resultados.

Con los resultados de las regresiones se construyeron gráficos de forest plots, donde la línea horizontal paralela al eje y, (en el valor 1 del eje x) representa el valor de referencia o punto neutro. Los puntos en el gráfico representan los OR para cada variante, y los segmentos que se extienden desde cada punto indican los intervalos de confianza correspondientes. Los intervalos de confianza ayudan a evaluar la precisión de la estimación y proporcionan una medida de la incertidumbre asociada al OR. Los segmentos marcados con asteriscos tuvieron un valor de p menor a 0.05 (\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001). Todos los modelos se construyeron bajo un nivel de confianza del 95%.

#### **Limitaciones del estudio**

Existe una influencia potencial del sesgo de muestreo de la vigilancia nacional en la investigación. La manera que se realizaba el muestreo por parte del Ministerio de Salud

pudo cambiar debido a los cambios de la situación epidemiológica del país, lo que puede introducir sesgos en la representación de la muestra en la presente investigación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La secuenciación genómica permitió analizar el genoma completo del SARS CoV 2 en Nicaragua y relacionar el resultado del análisis genómico con características del paciente. La tabla 1 muestra la distribución de las diferentes pre-variantes y variantes del SARS-CoV-2 identificadas mediante secuenciación genómica en relación con el sexo y la hospitalización. Esta investigación identificó un total de 1069 variantes del virus SARS-CoV-2. La variante más frecuente fue Omicron, representando el 27.97% del total. Le siguieron las variantes Delta (21.32%) y 19B (21.2%).

Las variantes menos comunes fueron 21C (Epsilon) y 21H (Mu), con una frecuencia del 0.37% cada una. En cuanto al sexo de los pacientes, se observó que el 41.62% eran mujeres y el 57.99% eran hombres. Hubo un pequeño porcentaje (0.37%) en el que no se registró el sexo. El 31.4% de las muestras secuenciadas provienen de pacientes hospitalizados mientras que un 37.32% de las muestras provienen de pacientes no hospitalizados. No se logró obtener datos de hospitalización en 31.24% del total de las muestras analizadas.

La distribución de las variantes identificadas en este estudio parece ser heterogéneas con respecto al número. Variantes como Omicron, Delta o la pre-variante del clado 19B sobresalen en número con respecto a las demás. Esto puede ser atribuible al período en el que circularon las variantes y pre-variantes. Diversos autores muestran que para el 2020 hubo una especie de competencia entre las variantes y pre-variantes circulantes y el número total de casos era provocado por fracciones de distintos linajes en las que se encuentran las pre-variantes 19A, 19B, 20A, 20B y 20C durante el 2020 y principios del 2021 en Países como Inglaterra, pero también países de la región como Costa Rica y Colombia (Castañeda et al., 2021; Mishra et al., 2021; Molina-Mora et al., 2021).

En la presente investigación, Delta y Omicrón son las variantes que reportan mayor número de observaciones, al igual que los datos reportados por la plataforma GISAID hasta el 2022 a nivel mundial donde estas variantes son las responsables de los brotes epidémicos más importantes (GISAID, 2022).

**Tabla 1**

Distribución de variantes identificadas en 1069 genomas del SARS-CoV-2 por sexo y estado de hospitalización de los pacientes.

Clado (Variante)	n (%)	Sexo n (%)			Hospitalización n (%)		
		Masculino	Femenino	Sin dato	Si	No	sin dato
19A	1 (0.09%)	0	1 (0.09%)	0	0	0	1 (0.09%)
19B	227 (21.2%)	97 (9.07%)	130 (12.16%)	0	69 (6.45%)	141 (13.18%)	17 (1.59%)
20A	16 (1.49%)	8 (0.74%)	8 (0.74%)	0	11 (1.02%)	5 (0.46%)	0
20B (Zeta)	119 (11.13%)	52 (4.86%)	67 (6.26%)	0	59 (5.51%)	54 (5.05%)	6 (0.56%)

Clado (Variante)	n (%)	Sexo n (%)			Hospitalización n (%)		
		Masculino	Femenino	Sin dato	Si	No	sin dato
20C	39 (3.64%)	20 (1.87%)	19 (1.77%)	0	25 (2.33%)	14 (1.31%)	0
20H (Beta, V2)	1 (0.09%)	0	1 (0.09%)	0	0	1 (0.09%)	0
20I (Alpha, V1)	3 (0.28%)	2 (0.18%)	1 (0.09%)	0	2 (0.18%)	1 (0.09%)	0
20J (Gamma, V3)	88 (8.23%)	39 (3.64%)	48 (4.49%)	1(0.09%)	24 (2.24%)	32 (2.99%)	32 (2.99%)
21C (Epsilon)	4 (0.37%)	3 (0.28%)	1 (0.069%)	0	1 (0.09%)	3 (0.28%)	0
21G (Lambda)	7 (0.64%)	5 (0.46%)	2 (0.18%)	0	0	3 (0.28%)	4 (0.37%)
21H (Mu)	4 (0.37%)	1 (0.09%)	3 (0.28%)	0	0	4 (0.37%)	0
Delta	228 (21.32%)	100 (9.3%)	128 (11.97%)	0	88 (8.29%)	58 (5.42%)	82 (7.67%)
Omicron	299 (27.97%)	111 (10.38%)	185 (17.3%)	3 (0.28%)	42 (3.92%)	67 (6.26%)	190 (17.7%)
recombinant	33 (3.08%)	7 (0.65%)	26 (2.43%)	0	15 (1.4%)	16 (1.49%)	2 (0.18%)
<b>Totales</b>	<b>1069 (100%)</b>	<b>445 (41.62%)</b>	<b>620 (57.99%)</b>	<b>4 (0.37%)</b>	<b>336 (31.4%)</b>	<b>399 (37.32%)</b>	<b>334 (31.24%)</b>

Fuente: Base de datos de resultados secuenciación del Laboratorio Nacional de Virología, Ministerio de Salud

La media de edad por cada grupo de pacientes infectados por diferentes variantes rondó entre los 37 y 55 años (Figura 3). La distribución de las edades se comportó de manera similar en la mayoría de los grupos. La frecuencia es más alta en el grupo de adultos jóvenes (20 a 40 años aproximadamente). Se realizó el test de Shapiro Willk para determinar la normalidad de la distribución de la edad, donde se determinó que la edad en los grupos donde la n es más grande hay una distribución normal (Ver significancias en la figura 3), pero las muestras más pequeñas tienden a manifestar una distribución no normal. Al realizar el test de Kruskal Wallis para determinar diferencia de medias entre los diferentes grupos se encontró que hay diferencias entre las edades de los pacientes infectados con las distintas variantes (p =0.005).

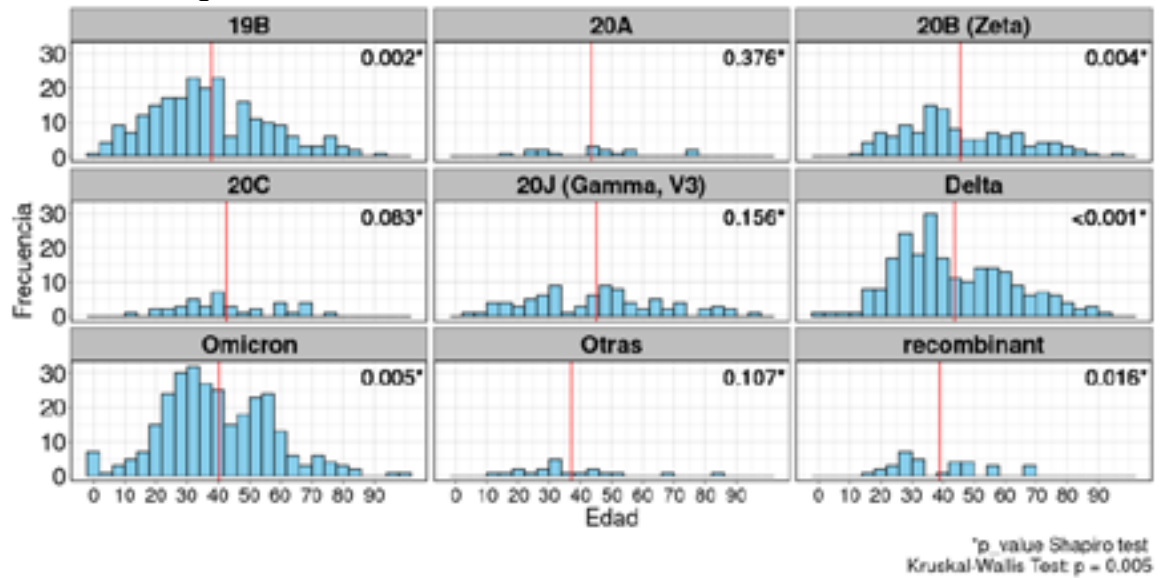
Los resultados de nuestro análisis revelan una variabilidad en la edad de los pacientes infectados por diferentes variantes del virus, con medias de edad que oscilan entre los 37 y 55 años, lo cual podría estar relacionado con factores de exposición y comportamiento social característicos de este grupo etario. La prueba de Shapiro-Wilk mostró que, en los grupos con tamaños de muestra más grandes, la distribución de la edad sigue una distribución normal, mientras que, en grupos más pequeños, la distribución tiende a no ser normal.



Esta heterogeneidad sugiere que factores socio-demográficos y biológicos específicos de cada grupo pueden influir en la distribución de la edad. El resultado significativo del test de Kruskal-Wallis ( $p = 0.005$ ) indica que existen diferencias estadísticamente significativas en la edad de los pacientes infectados con distintas variantes del virus. Desde una perspectiva epidemiológica, este hallazgo es crucial, ya que sugiere que ciertas variantes podrían estar afectando de manera desproporcionada a diferentes grupos de edad, posiblemente debido a diferencias en la transmisibilidad, patogenicidad, o respuestas inmunológicas entre grupos etarios.

**Figura 3**

Distribución de la edad de los pacientes según las variantes identificadas mediante secuenciación genómica.



Fuente: Base de datos de resultados secuenciación del Laboratorio Nacional de Virología, Ministerio de Salud

La secuenciación permitió identificar y cuantificar las 30 mutaciones más frecuentes en el conjunto de genomas de las variantes (Figura 4). Entre estas 30 mutaciones se identificaron mutaciones en distintas las regiones del genoma del SARS-CoV-2, como en la región M (que codifica para la proteína de membrana), la región N (que codifica para la proteína de la nucleocápside), los genes ORF1a, ORF1b y ORF3a (marcos de lectura abierto) y genes que codifican para la proteína S (Spike).

Solamente se identificó una mutación en la región M, 8 mutaciones en la región N, se identificaron 5 mutaciones en la región S y en las regiones de los genes ORF se identificaron la mayoría de las mutaciones, siendo la región ORF1a la región ORF con más mutaciones (n= 8), con la misma cantidad de mutaciones de la región N.

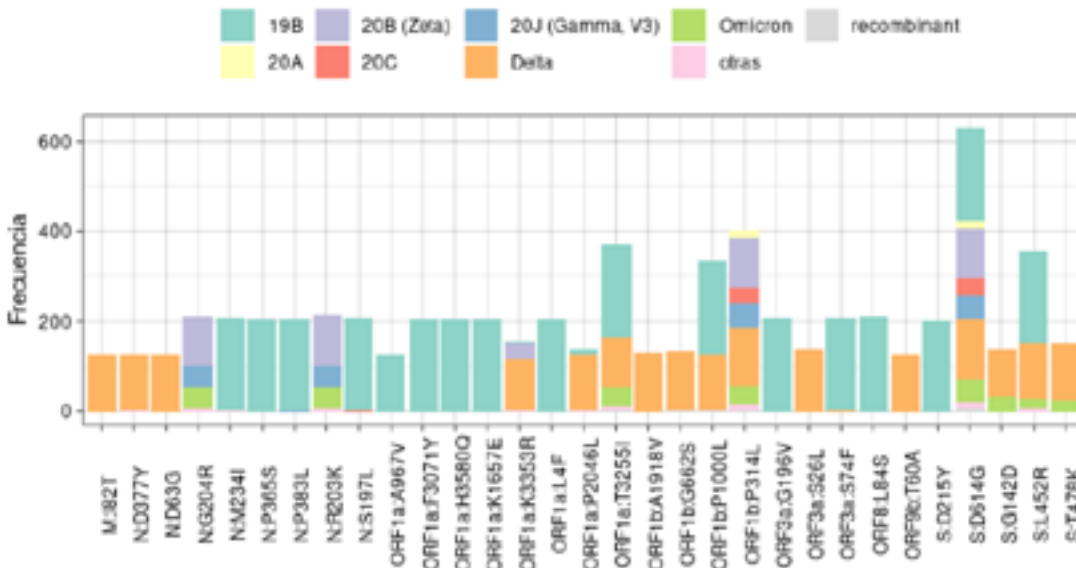
En este estudio, de las mutaciones identificadas, sobresalen en frecuencia las mutaciones ORF1a:T3255I identificada en 372 genomas, en los genes ORF1b las mutaciones P1000I y P314L identificadas en 334 y 402 genomas respectivamente. En la región S las mutaciones más sobresalientes en frecuencia son L452R con una frecuencia de 357 y la mutación D614G encontrada 628 genomas (58.7% presente en los genomas). Esta última destaca por ser la mutación que se observó con más frecuencia en todos los genomas analizados.

Un meta-análisis en el que se extrajo información de bases de datos que contenían datos de 165 estudios de mutaciones del SARS-CoV-2 encontró mutaciones en todas las regiones del genoma, al igual que en este estudio (Farhud & Mojahed, 2022). El análisis de las mutaciones identificadas en el genoma del SARS-CoV-2 revela también una amplia diversidad genética en la población de variantes identificadas. Las mutaciones más frecuentes se distribuyen en diferentes regiones del genoma, incluyendo los genes M, N, ORF1a, ORF1b, ORF3a, ORF8 y S. Una de las mutaciones más sobresalientes es la mutación S:D614G que está presente en todas las variantes y pre-variantes. Varios investigadores han encontrado asociaciones entre esta mutación y la hospitalización, además de un aumento en la tasa de infectividad (Korber et al., 2020). Sin embargo, es curioso que esta mutación está presente en la mayoría de los linajes, incluso aquellas que no muestran asociación con la hospitalización.

También se identificó una frecuencia predominante de mutaciones en los genes de marco de lectura abierto (ORF). Previamente se ha documentado que las mutaciones en estos genes pueden modificar el comportamiento del SARS-CoV-2 pues están involucrados en el ensamblaje de proteínas no accesorias que pueden aportar a que el virus pueda evadir la respuesta inmune y aumentar su tasa de infectividad (Prüß, 2022). Todos estos factores genéticos pueden tener un impacto en la severidad y hospitalización.

**Figura 4**

Top 30 de las mutaciones identificadas más frecuentemente mediante secuenciación genómica en las variantes del SARS-CoV-2 en 735 pacientes con dato de hospitalización



Fuente: Base de datos de resultados secuenciación del Laboratorio Nacional de Virología, Ministerio de Salud

Para ir más allá de los análisis meramente descriptivos, se usó un enfoque de regresión logística univariada para evaluar los datos de edad y variante con la finalidad de determinar si la edad está relacionada estadísticamente con la probabilidad de infección con alguna variante (figura 5). La pre-variante del clado 19B mostró una asociación estadísticamente significativa con sentido negativo con la edad, con un Odd Ratio (OR) de 0.93 (Intervalo de Confianza del 95%: 0.89 - 0.935). Esto indica que a medida que la edad aumenta en 5 años la probabilidad de ser infectado con la pre-variante del clado 19B disminuye, este hallazgo fue altamente significativo, con un valor p menor que 0.001.

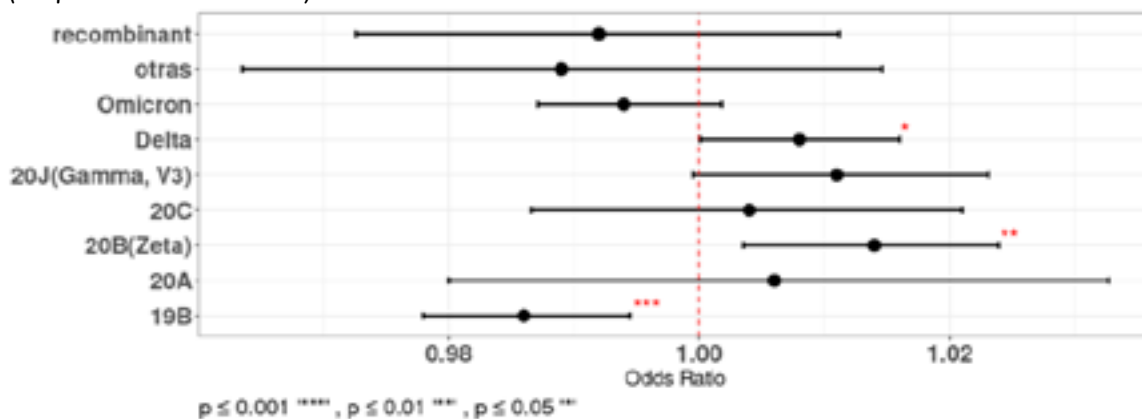
Por otro lado, la pre-variante del clado 20B y la variante Delta mostraron asociaciones significativas con la edad. 20B posee un OR de 1.07 (Intervalo de Confianza del 95%: 1.01 - 1.12), lo que indica un aumento en el chance de ser infectado por esta pre-variante cuando la edad aumenta en 5 años. La variante Delta también mostró significancia estadística en el aumento de la edad, con un OR de 1.04 (Intervalo de Confianza del 95%: 1.02 - 1.08). Estos hallazgos fueron respaldados por valores de p significativos de 0.008 y 0.04, respectivamente.

Las pre-variantes 20A, 20C, y la variante Omicrón y además de las variantes recombinantes no mostraron asociaciones significativas con la edad. Sus valores de p no fueron significativos, lo que sugiere que no hay diferencias sustanciales en la probabilidad de ciertas edades entre las personas infectadas con estas variantes.

Este análisis muestra que la probabilidad de ser infectado con la pre-variante del clado 19B disminuye mientras la edad aumenta. La pre-variante 19B acumula una diversidad amplia de mutaciones. Esto es un estilo de huella molecular que indica que esta pre-variante circuló por un tiempo prolongado en la población y esto provocó el desarrollo de un alto número de mutaciones en su genoma. Esta exposición prolongada pudo influir en el desarrollo de la inmunidad en la población expuesta y una consecuente protección, a como sugieren nuestros resultados.

**Figura 5**

Regresión logística univariada que muestra las asociaciones entre las variantes y la edad (en períodos de 5 años)



Fuente: Base de datos de resultados secuenciación del Laboratorio Nacional de Virología, Ministerio de Salud

Con la finalidad de investigar la asociación entre diferentes variantes del SARS-CoV-2 y la hospitalización se utilizó un modelo de regresión logística multivariada. Se observó que varias pre-variantes y variantes: “20A”, “20B (Zeta)”, “20C” y “Delta”, se asociaron significativamente con un mayor riesgo de hospitalización, con ORs que oscilan entre 1.5 y 15. Estos hallazgos indican que las personas infectadas con estas variantes específicas del SARS-CoV-2 tuvieron una mayor probabilidad de requerir hospitalización en comparación con las que fueron infectadas con la pre-variante del clado 19B. Por otro lado, algunos resultados no mostraron significancia estadística, las variantes “20J (Gamma, V3)”, “Omicron” y las variantes recombinantes no mostraron una asociación estadísticamente significativa con la hospitalización (figura 6)

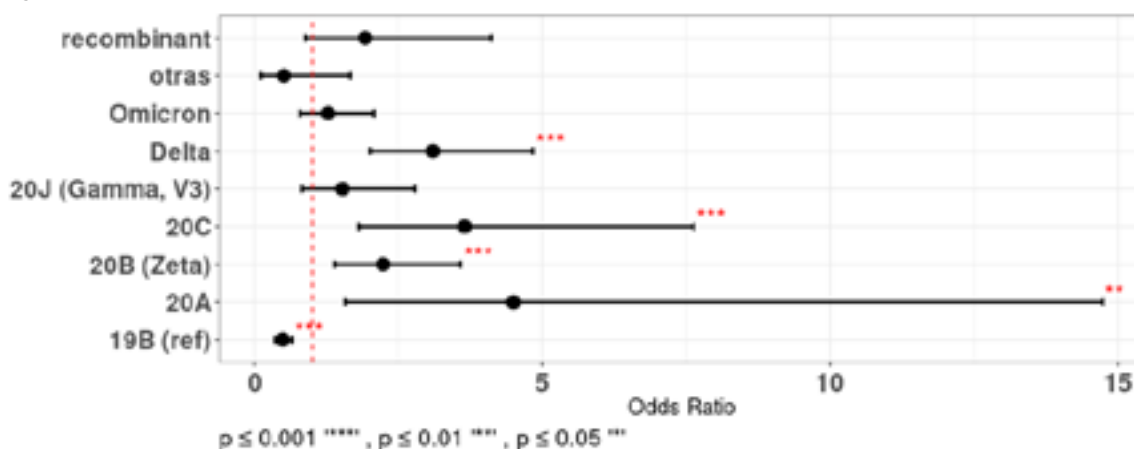
En términos de la hospitalización, aproximadamente el 31.4% de los pacientes requirieron ser hospitalizados. Si bien este porcentaje no debe tomarse como una medida directa de la gravedad de la enfermedad, sugiere que una proporción significativa de pacientes presentó síntomas lo suficientemente graves como para requerir atención hospitalaria. Al determinar asociaciones, esta investigación reveló una asociación estadísticamente significativa entre las variantes 20A, 20B (Zeta), 20C y Delta y el riesgo de hospitalización con respecto a otras variantes.

Las variantes Delta y 20B (Zeta) también estuvieron asociadas a la probabilidad de infección en cuanto al aumento de la edad, esto sugiere que la edad pudo impulsar el riesgo de hospitalización cuando se combinaron con las características inherentes de estas variantes y las situaciones propias del brote, como la ausencia de inmunidad previa y vacunación, (en el caso de la pre-variante 20B, que circuló al inicio de la pandemia según GISAID). Por su parte, la variante Delta estuvo circulando desde Abril 2021 casi junto al inicio de la vacunación contra la COVID 19 en el país (Maier et al., 2022), a pesar de la inmunidad previa inducida por la exposición a otras variantes y a pesar de la vacunación, esta variante estuvo asociada a hospitalización, este mismo hecho fue reportado por diversos autores (Greene et al., 2023; Harris, 2022) January 2022.

Es posible que las diferencias genéticas y características propias de las variantes y pre-variantes pudieran influir en su impacto clínico. La relación entre una variante específica y la hospitalización puede ser compleja y estar influenciada por varios factores que podrían incluir la combinación de ciertas mutaciones, la capacidad de transmisión, la respuesta inmunitaria del huésped, la edad, la efectividad de las medidas de control y prevención y las situaciones sociales que se vivían al momento de la circulación de cada variante o pre-variante.

**Figura 6**

Asociaciones entre la Hospitalización y las variantes identificadas en pacientes con COVID 19



Fuente: Base de datos de resultados secuenciación del Laboratorio Nacional de Virología, Ministerio de Salud.

**CONCLUSIONES**

Este estudio permitió identificar y clasificar las variantes del SARS-CoV-2 mediante secuenciación genómica, destacando la presencia de mutaciones clave como S: D614G. Estos hallazgos son cruciales para entender la evolución y propagación del virus. Uno de los

hallazgos más importantes es la relación entre la edad de los pacientes y la probabilidad de infección por diferentes variantes. Se observó que la variante 19B afectaba mayormente a pacientes jóvenes, mientras que las variantes Delta y 20B (Zeta) presentaron un riesgo mayor en individuos de mayor edad.

Además, el estudio evidenció que las variantes 20A, 20B (Zeta), 20C y Delta están asociadas a un aumento en el riesgo de hospitalización, con la edad jugando un rol significativo especialmente en las variantes 20B y Delta. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar factores demográficos en las investigaciones y gestión de brotes causados por la COVID-19, por lo tanto, aportan información valiosa para futuras investigaciones y estrategias de salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Rohaimi, A. H., & Al Otaibi, F. (2020). Novel SARS-CoV-2 outbreak and COVID19 disease; a systemic review on the global pandemic. *Genes & Diseases*, 7(4), 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.gendis.2020.06.004>
- Artic Network. (2020). Artic Network. <https://artic.network/1-about.html>
- ARTIC SARS-CoV-2 Workflow. (2023). [Groovy]. EPI2ME Labs. <https://github.com/epi2me-labs/wf-artic> (Original work published 2021)
- Brito, A. F., Semenova, E., Dudas, G., Hassler, G. W., Kalinich, C. C., Kraemer, M. U. G., Ho, J., Tegally, H., Githinji, G., Agoti, C. N., Matkin, L. E., Whittaker, C., Howden, B. P., Sintchenko, V., Zuckerman, N. S., Mor, O., Blankenship, H. M., de Oliveira, T., Lin, R. T. P., ... Faria, N. R. (2022). Global disparities in SARS-CoV-2 genomic surveillance. *Nature Communications*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33713-y>
- Butt, A. A., Dargham, S. R., Chemaitelly, H., Al Khal, A., Tang, P., Hasan, M. R., Coyle, P. V., Thomas, A. G., Borham, A. M., Concepcion, E. G., Kaleeckal, A. H., Latif, A. N., Bertollini, R., Abou-Samra, A.-B., & Abu-Raddad, L. J. (2022). Severity of Illness in Persons Infected With the SARS-CoV-2 Delta Variant vs Beta Variant in Qatar. *JAMA Internal Medicine*, 182(2), 197–205. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.7949>
- Castañeda, S., Patiño, L. H., Muñoz, M., Ballesteros, N., Guerrero-Araya, E., Paredes-Sabja, D., Flórez, C., Gomez, S., Ramírez-Santana, C., Salguero, G., Gallo, J. E., Paniz-Mondolfi, A. E., & Ramírez, J. D. (2021). Evolution and Epidemic Spread of SARS-CoV-2 in Colombia: A Year into the Pandemic. *Vaccines*, 9(8), 837. <https://doi.org/10.3390/vaccines9080837>
- El-Shabasy, R. M., Nayel, M. A., Taher, M. M., Abdelmonem, R., Shoueir, K. R., & Kenawy, E. R. (2022). Three waves changes, new variant strains, and vaccination effect against COVID-19 pandemic. *International Journal of Biological Macromolecules*, 204, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.01.118>
- Farhud, D. D., & Mojahed, N. (2022). SARS-COV-2 Notable Mutations and Variants: A Review Article. *Iranian Journal of Public Health*, 51(7), 1494–1501. <https://doi.org/10.18502/ijph.v51i7.10083>
- Freitas, A. R. R., Beckedorff, O. A., Cavalcanti, L. P. de G., Siqueira, A. M., Castro, D. B. de, Costa, C. F. da, Lemos, D. R. Q., & Barros, E. N. C. (2021). The emergence of novel SARS-CoV-2 variant P.1 in Amazonas (Brazil) was temporally associated with a change in the age and sex profile of COVID-19 mortality: A population based ecological study. *The Lancet Regional Health - Americas*, 1, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100021>
- GISAID. (2022, April 4). GISAID - hCov19 Variants. hCov19 Variants. <https://www.gisaid.org/hcov19-variants/>
- Greene, S. K., Levin-Rector, A., Kyaw, N. T. T., Luoma, E., Amin, H., McGibbon, E., Mathes, R. W., & Ahuja, S. D. (2023). Comparative hospitalization risk for SARS-CoV-2 Omicron and Delta variant infections, by variant predominance periods and patient-



- level sequencing results, New York City, August 2021–January 2022. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 17(1), e13062. <https://doi.org/10.1111/irv.13062>
- Harris, J. E. (2022). COVID-19 Incidence and hospitalization during the delta surge were inversely related to vaccination coverage among the most populous U.S. Counties. *Health Policy and Technology*, 11(2), 100583. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2021.100583>
- Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: A Language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5(3), 299–314. <https://doi.org/10.1080/10618600.1996.10474713>
- Korber, B., Fischer, W. M., Gnanakaran, S., Yoon, H., Theiler, J., Abfalterer, W., Hengartner, N., Giorgi, E. E., Bhattacharya, T., Foley, B., Hastie, K. M., Parker, M. D., Partridge, D. G., Evans, C. M., Freeman, T. M., de Silva, T. I., McDanal, C., Perez, L. G., Tang, H., ... Montefiori, D. C. (2020). Tracking Changes in SARS-CoV-2 Spike: Evidence that D614G Increases Infectivity of the COVID-19 Virus. *Cell*, 182(4), 812–827.e19. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.06.043>
- Maier, H. E., Balmaseda, A., Saborio, S., Ojeda, S., Barilla, C., Sanchez, N., Lopez, R., Plazaola, M., Cerpas, C., van Bakel, H., Kubale, J., Harris, E., Kuan, G., & Gordon, A. (2022). Protection Associated with Previous SARS-CoV-2 Infection in Nicaragua. *New England Journal of Medicine*, 387(6), 568–570. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2203985>
- Maslo, C., Friedland, R., Toubkin, M., Laubscher, A., Akaloo, T., & Kama, B. (2022). Characteristics and Outcomes of Hospitalized Patients in South Africa During the COVID-19 Omicron Wave Compared With Previous Waves. *JAMA*, 327(6), 583–584. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.24868>
- Mishra, S., Mindermann, S., Sharma, M., Whittaker, C., Mellan, T. A., Wilton, T., Klapsa, D., Mate, R., Fritzsche, M., Zambon, M., Ahuja, J., Howes, A., Miscouridou, X., Nason, G. P., Ratmann, O., Semenova, E., Leech, G., Sandkühler, J. F., Rogers-Smith, C., ... Flaxman, S. (2021). Changing composition of SARS-CoV-2 lineages and rise of Delta variant in England. *EClinicalMedicine*, 39, 101064. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101064>
- Molina-Mora, J. A., Cordero-Laurent, E., Godínez, A., Calderón-Osorno, M., Brenes, H., Soto-Garita, C., Pérez-Corrales, C., Drexler, J. F., Moreira-Soto, A., Corrales-Aguilar, E., & Duarte-Martínez, F. (2021). SARS-CoV-2 genomic surveillance in Costa Rica: Evidence of a divergent population and an increased detection of a spike T1117I mutation. *Infection, Genetics and Evolution*, 92, 104872. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104872>
- Nanoporetech. (2022). Medaka [Python]. Oxford Nanopore Technologies. <https://github.com/nanoporetech/medaka> (Original work published 2017)
- Nonaka, C. K. V., Gräf, T., Barcia, C. A. de L., Costa, V. F., de Oliveira, J. L., Passos, R. da H., Bastos, I. N., de Santana, M. C. B., Santos, I. M., de Sousa, K. A. F., Weber, T. G. L., Siqueira, I. C. de, Rocha, C. A. G., Mendes, A. V. A., & Souza, B. S. de F. (2021). SARS-CoV-2 variant of concern P.1 (Gamma) infection in young and middle-aged patients admitted to the intensive care units of a single hospital in Salvador, Northeast Brazil, February 2021. *International Journal of Infectious Diseases*, 111, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.08.003>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, March 11). *Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020*. <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022, December 28). *Weekly COVID-19 Epidemiological Update -EW51- 28 December 2022—PAHO/WHO*. PAHO. <https://www.paho.org/en/documents/paho-weekly-covid-19-epidemiological-update-ew51-28-december-2022>
- Oxford Nanopore Technologies. (2021). *Oxford Nanopore launches 'Midnight kit', suitable*



for low to high-throughput SARS-CoV-2 sequencing, enabling rapid, low-cost, large-scale genomic surveillance of COVID-19. Oxford Nanopore Technologies. <http://nanoporetech.com/about-us/news/oxford-nanopore-launches-midnight-kit-suitable-low-high-throughput-sars-cov-2>

- Prüß, B. M. (2022). Variants of SARS CoV-2: Mutations, transmissibility, virulence, drug resistance, and antibody/vaccine sensitivity. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.31083/j.fbl2702065>
- Thulin, M. (2021). Chapter 8.3: Generalised linear models. In *Modern Statistics with R* (pp. 315–326). Eos Chasma Press.
- Van Goethem, N., Chung, P. Y. J., Meurisse, M., Vandromme, M., De Mot, L., Brondeel, R., Stouten, V., Klamer, S., Cuypers, L., Braeye, T., Catteau, L., Nevejan, L., van Loenhout, J. A. F., & Blot, K. (2022). Clinical Severity of SARS-CoV-2 Omicron Variant Compared with Delta among Hospitalized COVID-19 Patients in Belgium during Autumn and Winter Season 2021–2022. *Viruses*, 14(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/v14061297>
- Wick, R. (2022). Adapter trimmer for Oxford Nanopore reads [C++]. <https://github.com/rrwick/Porechop> (Original work published 2017)
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., & Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>



## Entendiendo la primera ley de la termodinámica: estrategias de enseñanzas y aplicaciones

### Understanding the first law of thermodynamics: teaching strategies and applications

#### Arnoldo Abraham Herrera Herrera

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0003-3001-8861>  
[arnoldo.herrera@unan.edu.ni](mailto:arnoldo.herrera@unan.edu.ni)

#### María José López Escoto

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0007-7191-7376>  
[maryescoto293@gmail.com](mailto:maryescoto293@gmail.com)

#### Keneth Moisés Lumbí Pérez

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0000-9746-0940>  
[lumbikeneth@gmail.com](mailto:lumbikeneth@gmail.com)

#### Marcos Aurelio Reyes Cruz

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0003-7997-5053>  
[marcosaurelioreyesacruz@gmail.com](mailto:marcosaurelioreyesacruz@gmail.com)

#### Marx Ernesto Ruiz López

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0006-5667-9771>  
[marxernestoruizlopez@gmail.com](mailto:marxernestoruizlopez@gmail.com)

#### Maynor Enrique Moreira García

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0005-3982-7472>  
[maynormg19@gmail.com](mailto:maynormg19@gmail.com)

#### Francisco Javier Somarriba López

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0009-0002-5678-0926>  
[13somarriba@gmail.com](mailto:13somarriba@gmail.com)

RECIBIDO

16/10/2023

ACEPTADO

28/05/2024

## RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje involucra la utilización de diversas actividades y estrategias destinadas a transmitir conocimientos, habilidades y valores a los estudiantes. Este estudio tiene como objetivo diseñar una propuesta didáctica que proporcione herramientas efectivas para la enseñanza y aprendizaje de la primera ley de la termodinámica. Estas herramientas están estrechamente relacionadas con los aspectos científicos de esta ley y el estilo de aprendizaje predominante de los estudiantes, según los aspectos psicológicos. En concordancia con las recomendaciones del Ministerio de Educación (MINED), se promueve el uso de estrategias metodológicas activas, apoyadas en herramientas tecnológicas que dinamicen, motiven y faciliten el aprendizaje. Estas estrategias también deben fortalecer la expresión escrita, el proceso de investigación, y el análisis crítico y reflexivo, necesarios para la resolución de problemas en el entorno de los estudiantes. El estudio se centró en desarrollar estrategias didácticas para la enseñanza de la primera ley de la termodinámica, adaptadas a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, identificadas mediante el inventario de Felder. El objetivo es conectar los fundamentos teóricos con la vida cotidiana a través del aprendizaje basado en proyectos.

## PALABRAS CLAVE

Primera Ley de la Termodinámica; inventario de Felder; aprendizaje; propuesta.



Se adoptó un enfoque cualitativo. Inicialmente, se diagnosticó el estilo de aprendizaje predominante entre los estudiantes utilizando el inventario de Felder. Posteriormente, se diseñó una propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo y el uso de tecnologías educativas. Esta propuesta incluyó actividades prácticas, proyectos y ejercicios de reflexión crítica. Los datos se recopilaban mediante observaciones, encuestas y evaluaciones del rendimiento académico. Estos datos se analizaron para evaluar la pertinencia y efectividad de las estrategias implementadas.

## ABSTRACT

The teaching-learning process involves the use of various activities and strategies aimed at transmitting knowledge, skills and values to students. This study aims to design a didactic proposal that provides effective tools for teaching and learning the first law of thermodynamics. These tools are closely related to the scientific aspects of this law and the predominant learning style of students, according to psychological aspects. In accordance with the recommendations of the Ministry of Education (MINED), the use of active methodological strategies is promoted, supported by technological tools that dynamize, motivate and facilitate learning. These strategies should also strengthen written expression, the research process, and critical and reflective analysis, necessary for problem solving in the students' environment. The study focused on developing didactic strategies for teaching the first law of thermodynamics, adapted to the students' learning preferences, identified through Felder's inventory. The aim is to connect theoretical foundations with everyday life through project-based learning. A qualitative approach was adopted. Initially, the predominant learning style among students was diagnosed using Felder's inventory. Subsequently, a didactic proposal was designed based on active learning and the use of educational technologies. This proposal included practical activities, projects and critical reflection exercises. Data were collected through observations, surveys and academic performance evaluations. These data were analyzed to evaluate the relevance and effectiveness of the strategies implemented.

## KEYWORDS

First Law of Thermodynamics; Felder inventory; learning; proposal.

## INTRODUCCIÓN

Las estrategias didácticas son esenciales en el proceso de enseñanza para que el estudiante adquiera el conocimiento; por lo tanto, el Ministerio de Educación (MINED) recomienda prácticas que busque promover constantemente en los estudiantes el análisis crítico y reflexivo para la resolución de situaciones problemáticas de su entorno.

El estudio de la Física durante la educación media del país es de gran importancia, debido a que ésta permite entender diversos fenómenos naturales que están inmersos en la realidad. Tippens (2010) afirma que “el conocimiento de la física es esencial para comprender nuestro mundo. Ninguna otra ciencia ha intervenido en forma tan activa para revelarnos las causas y efectos de los hechos naturales” (pág. 1). Por consiguiente, para alcanzar el conocimiento es necesario llevar a cabo estrategias de aprendizaje y enseñanza que favorezcan la comprensión del estudiante.

En los procesos adquisitivos de los conocimientos deben ser implementadas estrategias de enseñanza en donde el aprendizaje previo del estudiante y el nuevo se unan para dar comprensión a los fenómenos físicos aplicados a la Primera Ley de la Termodinámica. En este sentido, las estrategias a implementar deben poseer la objetividad y perspectiva de ser vinculadas con la preferencia de tipo de aprendizaje de los estudiantes para lograr un mejor desarrollo; en la Dirección de Coordinación Académica (2004, , pág. 21) se explican los diferentes modelos de estilo de aprendizaje de Felder y Silverman, los cuales son utilizados para identificar las cualidades personales que influyen en las habilidades utilizadas para adquirir información.

El Ministerio de Educación dentro de sus acciones didácticas 2023 promueve la interacción entre el estudiante con la mediación pedagógica del docente, utilizando diferentes tecnologías digitales y aplicando el pensamiento lógico en la vida cotidiana del estudiante. En la educación media del país esta mayormente impregnada del método tradicionalista donde el discente no logra un cambio conceptual para evolucionar en cuanto a la comprensión de diversos fenómenos de su entorno.

El estudiante necesita estrategias de enseñanza diseñadas a la estimulación y descubrimiento del conocimiento de la Primera Ley de la Termodinámica a través de la observación, el análisis, formulación de hipótesis, búsqueda de soluciones, autonomía y valoración de su relación con la naturaleza como proceso interactivo.

Por lo antes mencionado es que, la enseñanza de las ciencias físicas en Nicaragua ha sufrido cambios significativos en los últimos años, dando lugar a nuevas alternativas de enseñanza de carácter práctico y operativo, que permita al estudiante tener un rol protagónico en su proceso de aprendizaje.

Schunk (2012) señala que “los profesionales de la educación deben luchar por integrar la teoría, la investigación y la práctica”. De esta perspectiva nace la necesidad de buscar alternativas a través de estrategias didácticas que generen un cambio en la forma de enseñanza. En este sentido se propone diseñar estrategias didácticas que se centren en proyectos y el descubrimiento de su propio aprendizaje, a través de un proceso formativo integral donde el estudiante conciba un interés por lo que enseña el docente y por lo que ellos mismos aprenden, construyendo así un pensamiento crítico reflexivo.

En referencia a trabajos recientes vinculados a la temática de investigación se destacan los siguientes: El trabajo realizado por Rosales y Hernández (2016) con la temática “Estrategias Didácticas aplicadas en la secundaria” señala que las estrategias didácticas implementadas por el docente influyen en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Por lo cual es fundamental que la influencia del docente en la enseñanza deba ser considerada en todo momento, en donde el docente y el estudiante asuman su rol de forma responsable y activa.

Según Ferreiro (2003, p.47) el docente se encarga de ser la persona que “guía y orienta la actividad”. Durante el desempeño el docente debe procurar no limitarse a llenar de conocimiento las mentes de los alumnos, sino que debe tomar una serie de decisiones antes de abordar la enseñanza, supervisar el trabajo realizado por los estudiantes, explicar la tarea de aprendizaje y los procedimientos, revisar el trabajo y evaluar el nivel de aprendizaje.

El protagonismo del estudiante de acuerdo con Batista (2002) “se debe manifestar en los diferentes momentos del desarrollo de su actividad, es decir tanto en la orientación, como en la ejecución y valoración de las tareas que realiza, lo que usualmente no se tiene en cuenta y cuando más se reduce a algunas acciones aisladas de control por el docente” (p.75). El estudiante debe cambiar la posición pasiva que ha adoptado en el proceso de enseñanza-aprendizaje y transformarla en una posición activa que implique un esfuerzo intelectual donde le genere nuevas estrategias para lograr su propósito educacional.

Uno de los beneficios clave de esta investigación para el docente es que la mediación pedagógica con el estudiante ayudará a un mejor procesamiento de la información. Al integrar un componente emocional en el aprendizaje, se favorece el desarrollo de competencias y habilidades en el estudiante. Este enfoque fomenta que el estudiante adopte un rol crítico, autónomo y reflexivo, estimulándolo a observar, analizar, utilizar herramientas tecnológicas, formular hipótesis, buscar soluciones y descubrir conocimientos. Todo esto le permitirá afrontar y responder de manera efectiva a diversas situaciones en su vida diaria y en su entorno.

### **Fundamentación teórica**

La presente investigación pretende diseñar una propuesta didáctica que permita facilitar las herramientas que el docente y estudiantes necesitan para la enseñanza y aprendizaje de la primera ley de la termodinámica en 11mo B del turno matutino del Colegio Benjamín Zeledón. Para Márquez et al., (2008) una propuesta didáctica es una elaboración que consiste en el desarrollo de contenidos disciplinarios por docentes interesados en innovar su práctica educativa.

Por otra parte, las estrategias están relacionadas a los aspectos científicos de dicha ley y con el estilo de aprendizaje de los estudiantes según los aspectos psicológicos. En términos de calor y trabajo Bauer y Westfall (2011) definen la Primera Ley de la Termodinámica como “El cambio en la energía interna de un sistema cerrado es igual al calor adquirido por el sistema menos el trabajo efectuado por el sistema” (p.586). Según la Primera Ley de la Termodinámica la energía se conserva, debido a esto se puede afirmar que es una versión térmica de la Ley de Conservación de la Energía.

Otro concepto realizado por Hewitt (2016) declara que “Cuando el calor fluye hacia o desde un sistema, el sistema gana o pierde una cantidad de energía igual a la cantidad

de calor transferido” (p.340). En este proceso el Trabajo lo efectúa el sistema y no es efectuado sobre el sistema; y el calor y el trabajo pueden transformarse en energía interna, pero ninguna energía se pierde.

La energía interna es uno de los conceptos más importantes que se relaciona con la Primera Ley de la Termodinámica. Zemansky (2012) define la energía interna de un sistema como “la suma de las energías cinéticas de todas sus partículas constituyentes, más la suma de todas las energías potenciales de interacción entre ellas” (p.651). En la actualidad se sabe que la energía mecánica se transforma en energía interna.

Otra definición muy conocida de energía interna es la mencionada por Serway y Jewett (2008) donde “La energía interna es toda la energía de un sistema que se asocia con sus componentes microscópicos, átomos y moléculas, cuando se ve desde un marco de referencia en reposo respecto del centro de masa del sistema” (p. 554). En la cual incluye que la energía cinética de un sistema resultante de su movimiento en el espacio no está incluida en la energía interna.

En un sistema se pueden generar cambios de energía interna dependiendo de las condiciones de calor. Wilson et al., (2007) señalan que “debido a la transferencia de calor, el sistema podría efectuar trabajo sobre el entorno. Así el calor transferido a un sistema puede ir a dar a dos lugares: a un cambio en la energía interna del sistema o a ambos” (p. 400). Se aclara que el Principio general de La Primera Ley de la Termodinámica no se ocupa del funcionamiento interno del sistema sino de describir y predecir el comportamiento de dicho sistema de una forma sencilla, el cual al agregar calor a un sistema éste puede realizar un trabajo mecánico, o si en vez de agregar calor se realiza un trabajo mecánico sobre el sistema habrá un aumento de energía interna.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo cualitativo, en palabras de Mata (2019) define este tipo de investigación de la siguiente manera: “La investigación cualitativa asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos” (p.1). Asimismo, este enfoque permite comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven.

También es de carácter descriptivo porque busca especificar características importantes para la enseñanza de “La Primera Ley de la Termodinámica” y contribuir al conocimiento de éste. La investigación es de corte transversal, pues se realizó en un periodo determinado de tiempo correspondiente al primer semestre del año escolar 2023.

Según Hernández et al., (2014) el universo en una investigación es aquel conjunto del cual se extraerá la información requerida para llevarla a cabo. En este estudio, la información se recolectó utilizando diversas técnicas e instrumentos aplicados en el Colegio Benjamín Zeledón, ubicado en el municipio de Managua. Los sujetos de estudio fueron tanto los docentes como los estudiantes de 11° grado durante el primer semestre del año 2023. En el turno matutino, el Colegio Benjamín Zeledón cuenta con dos secciones de 11° grado, denominadas “A” y “B”, que en conjunto suman un total de 78 estudiantes.

La población seleccionada para recolectar la información incluyó al docente de la asignatura de Física y a los 36 estudiantes de 11° grado B. Se utilizaron diversas técnicas para la recolección de datos, tales como observación directa, entrevista estructurada, y



encuestas, con el propósito de recoger información e indagar ideas alternativas desde distintas perspectivas.

La muestra fue seleccionada por conveniencia integrada por 21 varones y 12 mujeres, cuyas edades oscilan entre 16 y 18 años. Los criterios de selección fueron: pertenecer al grado B de undécimo grado y además haber recibido el contenido sobre La Primera Ley de la Termodinámica. Según Casal (2003, p.5) esto se conoce como selección intencionada, muestreo accidental o muestreo por oportunidad.

El enfoque cualitativo de la investigación contribuyó para una comprensión integral del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se utilizaron diversas técnicas de recolección de información para garantizar la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

Se implementó la observación directa como una técnica clave para registrar de manera detallada las interacciones y dinámicas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para este fin, se diseñó y utilizó un formato de observación específico que permitió la captura de anotaciones descriptivas y sistemáticas durante las sesiones de clase. Esta herramienta facilitó la identificación de patrones y comportamientos relevantes en el entorno educativo.

Se llevó a cabo una entrevista estructurada con el docente, utilizando una guía de preguntas previamente elaborada. Esta guía incluyó preguntas específicas orientadas a explorar las estrategias pedagógicas, la percepción del docente sobre el proceso de enseñanza y los desafíos enfrentados. La entrevista permitió obtener información detallada y consistente sobre las prácticas educativas implementadas.

Al inicio de la investigación, se realizó una entrevista abierta a los estudiantes para obtener una perspectiva general y no condicionada sobre sus experiencias y expectativas respecto al proceso de aprendizaje. Esta técnica permitió recoger datos cualitativos ricos y variados, reflejando las percepciones y opiniones espontáneas de los estudiantes.

Se aplicó una prueba diagnóstica a los estudiantes para evaluar su nivel de conocimiento y habilidades previas relacionadas con el contenido del curso. Esta evaluación inicial fue fundamental para identificar las necesidades educativas y adaptar las estrategias de enseñanza de manera efectiva. Con el propósito de conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, se administró el cuestionario del Inventario de Felder. Este instrumento, ampliamente reconocido y validado, permitió clasificar a los estudiantes según sus preferencias de aprendizaje, proporcionando información valiosa para personalizar y optimizar las técnicas pedagógicas utilizadas en el aula.

La investigación se desarrolló en varias fases:

- Diseño y validación de los instrumentos de recolección de datos.  
Coordinación con el docente y los estudiantes para la aplicación de las técnicas de recolección de información.
- Fase de Recolección de Datos:  
Realización de observaciones sistemáticas durante las sesiones de clase.  
Conducción de la entrevista estructurada al docente y la entrevista abierta a los estudiantes.  
Aplicación del test diagnóstico y el cuestionario del Inventario de Felder.

- **Fase de Análisis de Datos**  
Análisis cualitativo de las notas de observación y entrevistas.  
Análisis de los resultados del test diagnóstico y el cuestionario del Inventario de Felder.  
Integración de los hallazgos cualitativos y cuantitativos para una comprensión global del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **Fase de Interpretación y Conclusiones**  
Interpretación de los resultados en función de los objetivos de la investigación.  
Elaboración de conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos.
- **Consideraciones Éticas**  
Se garantizaron los principios éticos de consentimiento informado, confidencialidad y anonimato de los participantes. Todos los involucrados fueron informados sobre los objetivos y procedimientos de la investigación, y se obtuvo su consentimiento previo a la recolección de datos.

Esta metodología permitió una exploración exhaustiva y multifacética del proceso de enseñanza-aprendizaje, proporcionando una base sólida para la implementación de mejoras pedagógicas.

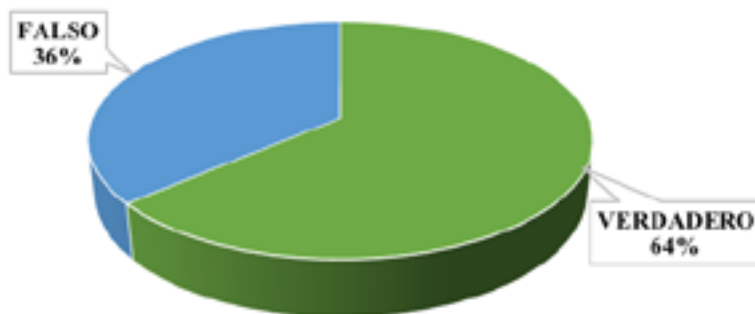
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente acápite se realiza la interpretación y evaluación de los datos recopilados del test diagnóstico sobre “La Primera Ley de la Termodinámica”, los cuales fueron considerados para diseñar las estrategias de enseñanza en la temática abordada. También se realizó un cuestionario (inventario de Felder) para clasificar las preferencias de aprendizaje de los estudiantes que permita adaptar las estrategias de enseñanza a sus necesidades individuales.

### Test diagnóstico sobre la primera ley de la termodinámica

La primera pregunta a los estudiantes (figura 1) tenía como objetivo determinar si conocen cómo La Primera Ley de la Termodinámica describe sistemas de energía donde el trabajo y el calor actúan en los cambios de energía, se les proporcionó las opciones de falso y verdadero para que eligieran la opción que ellos consideraran correcta, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 1**  
Conocimiento sobre La Primera Ley de la Termodinámica



La Primera Ley de la Termodinámica, también conocida como el principio de conservación de la energía, establece que la energía no puede ser creada ni destruida, solo transformada.

En el contexto de esta ley, el trabajo ( $W$ ) y el calor ( $Q$ ) son las formas primarias en las que la energía puede ser transferida dentro o fuera de un sistema. El análisis de los resultados en el cual se evalúa el conocimiento de los estudiantes sobre cómo el trabajo y el calor actúan en un sistema de energía según la Primera Ley de la Termodinámica, revela información valiosa sobre su comprensión de este concepto fundamental.

### Distribución de Conocimientos

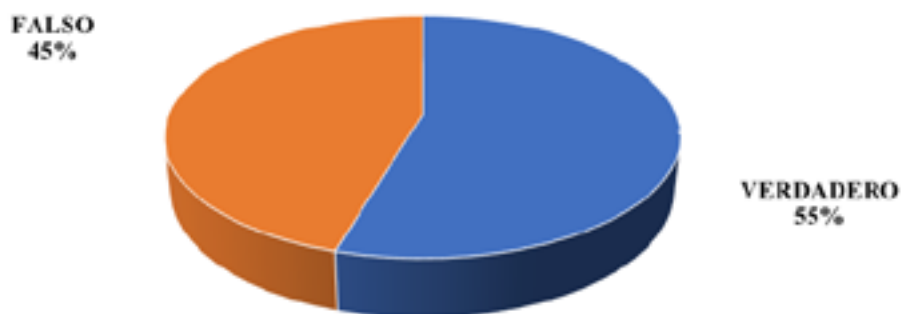
**Conocimiento Adecuado (64%):** 21 estudiantes comprenden correctamente que, en la Primera Ley de la Termodinámica, el trabajo y el calor son componentes cruciales en la transferencia de energía en un sistema.

**Conocimiento Erróneo o Incompleto (36%):** 12 estudiantes tienen la percepción incorrecta de que el calor y el trabajo no participan en términos de la Primera Ley de la Termodinámica.

La segunda pregunta (figura 2) evalúa la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre los cambios de energía y los cambios de temperatura. Específicamente, se indaga si los estudiantes saben que es posible que la energía de un sistema cambie sin que haya una variación en la temperatura, un concepto crucial en termodinámica que se observa en procesos como los cambios de fase (e.g., fusión y vaporización) y reacciones químicas a entalpía constante.

### Figura 2

Relación entre los cambios de energía y los cambios de temperatura



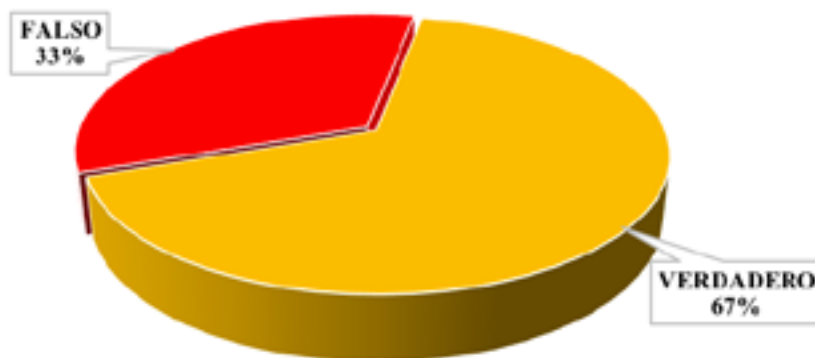
### Distribución de Conocimientos

**Conocimiento Adecuado (55%):** 18 estudiantes entienden que los cambios de energía pueden ocurrir sin cambios de temperatura.

**Conocimiento Erróneo o Incompleto (45%):** 15 estudiantes creen incorrectamente que los cambios de energía siempre deben ir acompañados de cambios de temperatura.

La tercera pregunta (figura 3) tiene como objetivo conocer si los alumnos dominan que no siempre que se le agrega energía a un sistema en forma de calor la temperatura aumenta.

**Figura 3**  
Influencia del calor en el aumento de la temperatura



Los resultados evalúan la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre la adición de energía en forma de calor a un sistema y el cambio en su temperatura. Específicamente, investiga si los estudiantes saben que agregar calor a un sistema no siempre resulta en un aumento de temperatura, como ocurre en procesos de cambio de fase (e.g., durante la fusión o vaporización).

### Distribución de Conocimientos

**Conocimiento Adecuado (33%):** 11 estudiantes comprenden que la adición de calor no siempre provoca un aumento de temperatura.

**Conocimiento Erróneo o Incompleto (87%):** 22 estudiantes creen incorrectamente que siempre que se agrega calor a un sistema, su temperatura aumenta.

- **Mayoría con Conocimiento Adecuado:**

**Familiaridad con la Teoría:** La mayoría de los estudiantes tienen una comprensión adecuada de que la energía en un sistema cerrado puede cambiar mediante la realización de trabajo sobre el sistema o mediante el intercambio de calor con su entorno. Esto sugiere que estos estudiantes han internalizado la noción de que tanto el trabajo como el calor son fundamentales en la transferencia de energía, de acuerdo con la Primera Ley de la Termodinámica.

**Comprensión de Procesos Isotérmicos y Cambios de Fase:** Los estudiantes que comprenden correctamente este concepto son conscientes de situaciones en las que la energía se intercambia sin alterar la temperatura del sistema, como en los cambios de fase donde la energía se usa para romper o formar enlaces moleculares sin cambiar la temperatura.

**Educación Eficaz:** Los resultados positivos pueden indicar que el método de enseñanza, el material de estudio y las actividades prácticas han sido efectivas en transmitir este concepto clave.

- **Minoría con Conocimientos Erróneos:**

Puede deberse a una confusión conceptual sobre el papel del calor y el trabajo en la termodinámica. Es posible que estos estudiantes no hayan comprendido completamente

cómo se aplica la Primera Ley de la Termodinámica en diferentes escenarios prácticos o teóricos.

**Necesidad de Reforzamiento:** Este grupo puede beneficiarse de métodos de enseñanza adicionales, como ejemplos prácticos, experimentos de laboratorio, y ejercicios que resalten la aplicación del calor y el trabajo en sistemas energéticos.

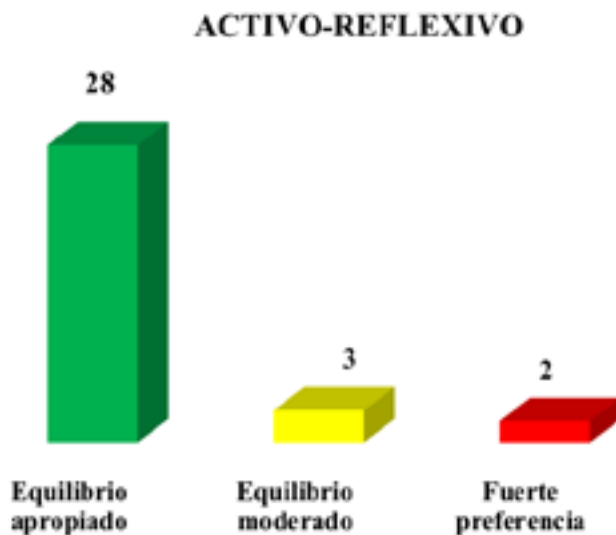
**Revisión del Material Didáctico:** Es crucial revisar el contenido educativo para asegurar que los conceptos de trabajo y calor en la Primera Ley de la Termodinámica se presenten de manera clara y comprensible.

### Estilos de aprendizaje de los estudiantes

Al realizar la calificación a los estudiantes, los resultados fueron los siguientes:

**Figura 4**

Perfil Activo – Reflexivo



Según los resultados del perfil activo-reflexivo, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 9.1% (3 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 6.1% (2 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para procesar información de acuerdo con las características de su perfil. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información

#### 1. Identificación y Eficacia de Estrategias Didácticas:

- **Estudiantes:** No logran identificar estrategias didácticas que les faciliten el aprendizaje. Hay una queja general sobre la claridad y eficacia de las estrategias actuales.
- **Docente:** Utiliza diversas estrategias como lluvia de ideas, método de Polya y trabajos grupales, pero estas no parecen ser reconocidas ni efectivas según los estudiantes.
- **Perfil Activo-Reflexivo:** La mayoría de los estudiantes (84.8%) presenta un equilibrio adecuado entre los estilos de aprendizaje activo y reflexivo, lo cual debería facilitar la adaptación a diversas estrategias didácticas si estas fueran implementadas de manera efectiva.

**Figura 5**  
**Perfil Sensitivo – Intuitivo**



Según los resultados del perfil sensitivo-intuitivo, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 6.1% (2 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 9.1% (3 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para percibir información según las características de su perfil. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información.

## 2. Identificación y Eficacia de Estrategias Didácticas:

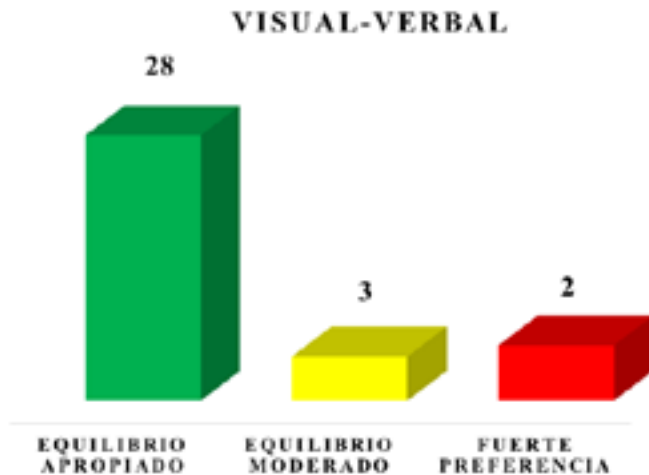
- **Estudiantes:** No logran identificar estrategias didácticas que les faciliten el aprendizaje, con quejas sobre la claridad y eficacia de las estrategias actuales.
- **Docente:** Utiliza diversas estrategias como lluvia de ideas, método de Polya y trabajos grupales, pero estas no parecen ser reconocidas ni efectivas según los estudiantes.
- **Perfil Sensitivo-Intuitivo:** La mayoría de los estudiantes (84.8%) presenta un equilibrio adecuado entre los estilos de aprendizaje sensitivo e intuitivo, lo que debería facilitar la adaptación a diversas estrategias didácticas si estas fueran implementadas de manera efectiva.

## 3. Comparación Teórica y Práctica:

- **Estudiantes:** La mayoría no logra aplicar los fundamentos teóricos a ejemplos de la vida cotidiana, indicando una desconexión entre la teoría y la práctica.
- **Docente:** Asegura que los estudiantes están capacitados para hacer comparaciones teóricas y prácticas, aunque los resultados sugieren lo contrario.
- **Perfil Sensitivo-Intuitivo:** Con un 84.8% de estudiantes con un equilibrio entre sensibilidad e intuición, debería ser posible diseñar estrategias que efectivamente vinculen la teoría con la práctica, aprovechando la capacidad de estos estudiantes para procesar información de manera diversa. Además, la dificultad en aplicar la teoría a la práctica sugiere una necesidad de estrategias más integradoras que conecten conceptos teóricos con ejemplos prácticos y cotidianos.



**Figura 6**  
Perfil Visual – Verbal



Según los resultados del perfil visual-verbal, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 9.1% (3 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 6.1% (2 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para percibir información según el canal sensorial. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información.

#### Comparación Teórica y Práctica:

- **Estudiantes:** La mayoría no logra aplicar los fundamentos teóricos a ejemplos de la vida cotidiana, indicando una desconexión entre la teoría y la práctica. También señalan una falta de recursos como laboratorios, aulas TIC, y ferias científicas, además de un ambiente de aprendizaje ruidoso que dificulta la concentración
- **Docente:** Asegura que los estudiantes están capacitados para hacer comparaciones teóricas y prácticas, aunque los resultados sugieren lo contrario.
- **Perfil Visual-Verbal:** Con un 84.8% de estudiantes con un equilibrio entre los estilos visual y verbal, debería ser posible diseñar estrategias que efectivamente vinculen la teoría con la práctica, aprovechando la capacidad de estos estudiantes para procesar información de manera diversa. La diversidad en los estilos de aprendizaje identificada sugiere que la implementación de diversos recursos y mejoras en el ambiente podría beneficiar significativamente el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes interactuar con el material de diferentes maneras.

Los estudiantes no perciben las estrategias didácticas actuales como efectivas, a pesar de que el docente cree que está utilizando métodos apropiados. También hay un reconocimiento unánime de la falta de recursos tecnológicos y un ambiente de aprendizaje adecuado.

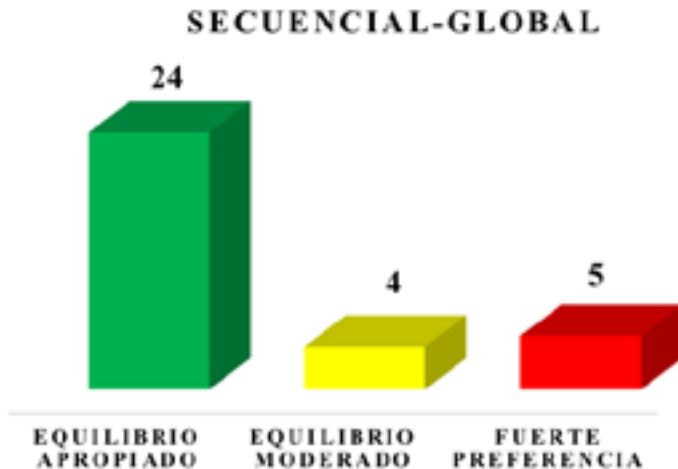
**Estrategias Didácticas:** La brecha entre la percepción de los estudiantes y la autoevaluación del docente indica que las estrategias actuales no están alineadas con las necesidades y preferencias de los estudiantes. Con un alto porcentaje de estudiantes con un equilibrio visual-verbal, es crucial implementar estrategias más variadas y accesibles.

**Recursos y Ambiente:** La falta de recursos y un ambiente propicio son barreras importantes. La implementación de aulas TIC, laboratorios y la reducción del ruido podrían mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje.

**Aplicación Práctica:** La dificultad en aplicar la teoría a la práctica sugiere una necesidad de estrategias más integradoras que conecten conceptos teóricos con ejemplos prácticos y cotidianos.

**Figura 7**

Perfil Secuencial – Global



Según los resultados en el perfil secuencial-global un 72.7% (24) presenta un equilibrio apropiado, un 12.1% (4) presenta un equilibrio moderado, mientras que un 11.4% (5) presenta una fuerte preferencia para procesar el aprendizaje en base a las características del perfil que permita seleccionar las estrategias de enseñanza más adecuadas.

El número de participantes de la entrevista realizada a los estudiantes fue de 3 estudiantes varones de 11mo B del Colegio Benjamín Zeledón, ellos afirman que no han participado en proyectos de investigación relacionados con la primera ley de la termodinámica, pero mostraron interés en participar en actividades como ferias científicas para romper la monotonía. Asimismo, ningún estudiante ha utilizado el aula TIC para aprender sobre la primera ley de la termodinámica, aunque les gustaría hacerlo.

### Percepción del Docente de Física sobre la primera ley de la termodinámica

Tanto los estudiantes como el docente coinciden en que el tema de la primera ley de la termodinámica se ha abordado en clase, pero hay una discrepancia significativa en la percepción de la eficacia de la enseñanza. Los estudiantes se quejan de la claridad y el método de enseñanza, mientras que el docente considera que utiliza estrategias participativas y metodológicas sólidas.

El docente menciona el uso de métodos interactivos y prácticas didácticas, pero los estudiantes indican una falta de comprensión debido a problemas de comunicación y limitaciones en el uso de recursos como el aula TIC y laboratorios caseros. Además, el interés de los estudiantes en actividades extracurriculares como ferias científicas no parece estar reflejado en las estrategias actuales del docente.

**Eficacia de la Enseñanza:** La percepción de la eficacia de la enseñanza difiere entre los estudiantes y el docente. Mientras el docente cree que sus métodos son efectivos, la falta de comprensión y participación señalada por los estudiantes sugiere una necesidad de revisar y adaptar las estrategias pedagógicas. La claridad en la comunicación y la

diversificación de métodos podrían mejorar la comprensión.

**Recursos y Ambientes de Aprendizaje:** La falta de uso del aula TIC y laboratorios caseros, junto con un ambiente de aprendizaje ruidoso, limita la efectividad del aprendizaje. Mejorar el entorno físico y aprovechar los recursos tecnológicos disponibles podrían beneficiar significativamente la enseñanza.

**Participación y Proyectos:** El interés de los estudiantes en participar en proyectos de investigación y actividades extracurriculares como ferias científicas es una oportunidad desaprovechada. Integrar estas actividades en el currículo podría mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

Mediante la aplicación de la prueba diagnóstica cuyo análisis se presentó anteriormente y la entrevista realizada al docente, se obtuvo la siguiente información:

**Identificación de Estrategias Didácticas:** Solo un estudiante pudo relacionar la primera ley de la termodinámica con un ejemplo cotidiano, mientras que los otros no respondieron por desconocimiento.

**Comparación de Fundamentos Teóricos con Ejemplos de la Vida Cotidiana:** Los estudiantes mencionaron que no comprendían bien el tema debido a la falta de claridad en la enseñanza y la limitada exposición al material.

**Recursos y Ambiente de Aprendizaje:** Hay una falta de recursos como laboratorios, aula TIC, ferias científicas y un ambiente propicio (reducción de ruido) que ayuden al aprendizaje de los estudiantes, estos expresaron que no utilizan el aula TIC y han tenido pocas oportunidades para realizar experimentos prácticos. También mencionaron problemas de ruido que dificultan la concentración.

**Estrategias Didácticas:** Ambas partes coinciden en que se utilizan estrategias didácticas, pero los estudiantes no las identifican claramente como efectivas para su aprendizaje. Aunque el docente emplea diversas estrategias, parece haber una brecha en la percepción y efectividad de estas estrategias. La falta de claridad y comunicación eficaz puede ser un factor contribuyente.

**Comparación Teórica y Práctica:** Los estudiantes tienen dificultades para aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas, mientras el docente considera que los capacita para hacer estas comparaciones. Esta discrepancia sugiere que las estrategias utilizadas no están logrando su objetivo. Es necesario revisar las técnicas de enseñanza y asegurarse de que los estudiantes comprendan y puedan aplicar los conceptos teóricos en la práctica.

**Recursos y Ambiente de Aprendizaje:** Ambos grupos reconocen la falta de implementación de recursos TIC y la participación en ferias científicas, además de la necesidad de un ambiente de aprendizaje más adecuado. La ausencia de estos recursos limita significativamente las oportunidades de aprendizaje práctico y tecnológico. Implementar estos recursos podría mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en la materia.

### **Propuesta para la enseñanza de relación de la primera ley de la termodinámica con los conceptos de calor, energía y trabajo**

La relación que existe entre la primera ley de la termodinámica con los conceptos de calor, energía y trabajo son de algún modo difíciles de interpretar por los estudiantes. Las técnicas de enseñanza de la siguiente propuesta se enfatizan en que los estudiantes

conozcan y comprendan los fundamentos teóricos que serán aplicados a situaciones reales en los diferentes procesos termodinámicos de la presente ley y cumplan con los indicadores de logro. Las fases son las siguientes:

Objetivo	Antes de la clase	Durante la clase	Después de la clase
Identificar los conceptos de calor, energía, trabajo y la primera ley de termodinámica.	El docente tiene la responsabilidad de recopilar y compartir información relevante para la materia en el grupo de WhatsApp creado específicamente con fines de estudio. Esta plataforma permitirá a los estudiantes acceder a recursos adicionales, aclarar dudas y mantenerse actualizados sobre las actividades y tareas.	A partir de los resultados del cuestionario de Felder, se ha identificado que la mayoría de los estudiantes poseen un equilibrio adecuado en sus estilos de aprendizaje. Estos resultados destacan que los estudiantes tienden a trabajar mejor en equipo, preferiblemente en grupos de seis integrantes. Además, se observó que tienen facilidad para trabajar mediante técnicas de lluvia de ideas, lo que sugiere que poseen un estilo de aprendizaje activo-reflexivo que facilita la activación y discusión de conocimientos previos.	Se puede orientar a los estudiantes a entregar el resumen o cuadro sinóptico realizado durante la clase, ya sea en formato físico o digital. Esta práctica tiene múltiples beneficios tanto para los estudiantes como para el docente.
<b>Materiales</b>	Además, es fundamental motivar a los estudiantes a realizar un estudio individual desde casa, fomentando así la autonomía y la responsabilidad en su proceso de aprendizaje. Se pueden sugerir técnicas de estudio, establecer metas y plazos, y proporcionar retroalimentación constante para asegurar que cada estudiante esté avanzando adecuadamente.	Para optimizar el proceso de aprendizaje, es recomendable que los estudiantes reciban orientaciones a través de preguntas sencillas y directas, adaptándose así a los estilos sensitivo-intuitivo. Esta técnica no solo ayuda a clarificar conceptos, sino que también promueve una comprensión más profunda y adaptada a las necesidades individuales de cada estudiante.	Para los estudiantes, la elaboración de resúmenes y cuadros sinópticos les ayuda a organizar la información de manera estructurada, facilitando la comprensión y retención de los conceptos aprendidos. Esta actividad también promueve habilidades importantes como la síntesis de información, el pensamiento crítico y la capacidad de identificar y destacar los puntos clave de un tema. Al tener que presentar su trabajo, los estudiantes se ven motivados a poner mayor esfuerzo y atención en sus resúmenes, sabiendo que serán revisados por el docente.
Cuaderno Lápiz Folleto Dispositivos			

	<p>Para aquellos estudiantes que no tengan acceso a dispositivos digitales, el docente debe prever la entrega anticipada de material de estudio impreso, como folletos. Estos folletos deben contener información detallada y clara sobre los temas a tratar, incluyendo referencias bibliográficas que permitan a los estudiantes profundizar en los contenidos por su cuenta. Este material deberá ser entregado con suficiente antelación para que los estudiantes puedan prepararse adecuadamente para los encuentros presenciales o virtuales.</p> <p>De esta manera, se garantiza que todos los estudiantes, independientemente de sus circunstancias tecnológicas, tengan acceso a los recursos necesarios para su aprendizaje y puedan participar activamente en las actividades propuestas por el docente.</p>	<p>Asimismo, es beneficioso organizar la información tanto previa como nueva utilizando herramientas como mapas conceptuales, resúmenes o cuadros sinópticos. Esta estrategia responde a los estilos visual-verbal de aprendizaje, permitiendo una mejor estructuración y asimilación de la información. Además, se recomienda que los contenidos sean presentados de manera progresiva, comenzando por los conceptos más fáciles y avanzando hacia los más complejos, en línea con el enfoque secuencial-global.</p> <p>Implementando estas estrategias, se puede asegurar que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más efectivo y esté alineado con las preferencias y fortalezas de los estudiantes, promoviendo así un ambiente educativo más inclusivo y dinámico.</p>	<p>Desde la perspectiva del docente, recibir estos resúmenes o cuadros sinópticos permite evaluar de manera efectiva el grado de entendimiento de los estudiantes. A través de estos documentos, el docente puede identificar qué tan bien los estudiantes han captado los conceptos discutidos en clase y si hay áreas que necesitan mayor atención o aclaración. Esta retroalimentación es invaluable para ajustar las estrategias de enseñanza y asegurar que todos los estudiantes progresen adecuadamente.</p> <p>Además, la opción de aceptar trabajos en formato físico o digital ofrece flexibilidad, respetando las preferencias y posibilidades tecnológicas de cada estudiante. En un entorno cada vez más digitalizado, permitir la entrega de trabajos en formato digital también prepara a los estudiantes para las demandas del mundo académico y profesional actual, donde las competencias digitales son esenciales.</p>
--	---	--	---

### Aplicación de los procesos termodinámicos

Durante el análisis del cuestionario inventario de Felder se evidenció que los estudiantes tienden a trabajar mejor secuencialmente, al emplear el aprendizaje basado en proyectos se atiende a las diversidades de los estudiantes para desarrollar habilidades en contextos reales. A continuación, se presenta una propuesta que se relacione con los objetivos de la macro unidad pedagógica del MINED para la enseñanza y aprendizaje en los estudiantes.

Contenidos	Competencia de ejes transversales	Indicador de Logro
Primera Ley de la Termodinámica 1. Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica. 1.1. Transformaciones adiabáticas. 1.2. Transformaciones isotérmicas. 1.3. Procesos isobáricos. 1.4. Procesos isométricos	1. Utiliza y comparte diferentes tecnologías digitales para interactuar de manera positiva y efectiva. 2. Aplica el pensamiento lógico y los algoritmos en la resolución de problemas simples o complejos en distintos aspectos de su vida cotidiana.	Aplica el pensamiento lógico para explicar la importancia de la primera ley de la termodinámica y resuelve ejercicios de sus aplicaciones en la vida diaria.
Selección del proyecto	Requerimientos	Estructura del informe
1. Creación de una nube de alcohol. 2. Fusión de hielo con agua caliente. 3. El globo con agua y la botella. 4. El huevo y la botella. 5. Turbina de vapor 6. Implosión de una lata de aluminio	Grupos de 6 participantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>Cada grupo deberá seleccionar un proyecto.</li> <li>Conforme el docente vaya orientando deberán presentar evidencias del avance de su proyecto.</li> <li>Al final deberán presentar una exposición, un informe escrito y un video que será enviado antes de la presentación por vía WhatsApp al grupo (tiempo de duración 5 minutos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Portada</li> <li>Índice</li> <li>Introducción</li> <li>Planteamiento del problema</li> <li>Objetivos (General y específicos)</li> <li>Descripción de variables</li> <li>Hipótesis</li> <li>Materiales</li> <li>Experimentación</li> <li>Análisis y resultados.</li> <li>Conclusiones</li> <li>Referencias bibliográficas</li> <li>Anexos</li> </ul>

## CONCLUSIONES

En base a los resultados del proceso investigativo y la revisión teórica que se hizo se establecen las siguientes conclusiones:

- Una parte significativa de los estudiantes tiene una comprensión adecuada de los conceptos básicos de la Primera Ley de la Termodinámica, existen áreas críticas donde la comprensión es deficiente. Para mejorar el conocimiento general y asegurar que todos los estudiantes alcancen un nivel sólido de comprensión, es necesario adoptar una estrategia educativa más robusta y diversificada. Al hacerlo, se puede garantizar que los estudiantes no solo memoricen los principios termodinámicos, sino que también los entiendan y puedan aplicarlos en contextos prácticos y teóricos.
- Es crucial la revisión y mejora del currículo para abordar las necesidades educativas de los estudiantes de manera integral. Emplear una variedad de métodos de enseñanza, que incluyan explicaciones teóricas claras, experimentos prácticos y visualizaciones, no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también atiende a los diversos estilos de aprendizaje identificados a través del Inventario de Felder. La implementación de evaluaciones formativas frecuentes permite detectar y corregir malentendidos tempranos, asegurando que todos los estudiantes avancen de manera adecuada.

Además, las sesiones de refuerzo específicas son fundamentales para apoyar a aquellos que presentan dificultades con los conceptos más complejos, garantizando así una comprensión



profunda y equitativa de la materia. Estas estrategias, alineadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes, contribuyen significativamente al desarrollo de competencias tecnológicas eficientes y sostenibles, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del entorno energético de manera efectiva.

- La propuesta didáctica sobre la Primera Ley de la Termodinámica proporciona herramientas indispensables para el análisis de diversos procesos termodinámicos. Comprender cómo se aplica esta ley a transformaciones adiabáticas, isotérmicas, isobáricas e isométricas es esencial para el diseño y la optimización de sistemas energéticos, esto permite a los estudiantes ver la aplicabilidad de esta ley en su entorno. Las implicaciones prácticas significativas que conllevan estos procesos tienen como objetivo desarrollar el aprendizaje de los estudiantes y mejorar continuamente sus competencias tecnológicas, promoviendo así un aprendizaje para la vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, G. G. (2002). *Compendio de Pedagogía*. <https://pdfcoffee.com/compendio-de-pedagogia-pdf-free.html>
- Bauer y Westfall. (2011). *Física para ingeniería y ciencias*. México: Mc Graw Hill.
- Casal Jordi, E. M. (3 de Marzo de 2003). *Tipos de Muestreo*. [http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)
- DGB. (22 de agosto de 2004). *Manual de Estilos de Aprendizaje - Dirección General del Bachillerato*: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/1002/1/Manual%20Estilos%20de%20Aprendizaje%202004.pdf>
- Ferreiro, R. (2003). *Estrategias Didácticas de Aprendizaje Cooperativo*. Mexico: Trillas.
- Hewitt, P. (2016). *Física Conceptual*. México: Pearson.
- Márquez Vázquez, F., López Garduño, L., & Pichardo Cueva, V. (2008). Una propuesta didáctica para el aprendizaje centrado en el estudiante. *Apertura*, 8(8), 66-74. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68811215005>
- Mata Solis, L. D. (28 de Mayo de 2019). *El enfoque cualitativo de investigación*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Rosales y Hernández (12 de enero de 2016). *Repositorio UNAN - Managua*. <https://repositorio.unan.edu.ni/3467/1/11071.pdf>
- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Schunk. (2012). *Teorías del Aprendizaje*. México: Pearson Education.
- Serway y Jewett. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Mexico: Cengage Learning Editorial.
- Tippens. (2010). *Física Conceptos y Aplicaciones*. Buenos Aires: McGraw Hill .
- Wilson et al. (2007). *Física*. México: Pearson Education.
- Zemansky, S. (2012). *Física Universitaria*. Mexico: Pearson Education.

# ANEXOS

## HOJA DE CALIFICACIÓN

Asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta.

Act-Ref		Sens-Int		Vis-Verb		Sec-Glob		
Pregunta	A	B	Pregunta	A	B	Pregunta	A	B
Nº			Nº			Nº		
1			2			3		
5			6			7		
9			10			11		
13			14			15		
17			18			19		
21			22			23		
25			26			27		
29			30			31		
33			34			35		
37			38			39		
41			42			43		
	A	B		A	B		A	B
Total Columna								
Restar menor al mayor								
Asignar letra Mayor								

### Anexo 2. Inventario de Estilos de Aprendizaje

Tome el Inventario y una Hoja de Calificación en blanco. Asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta. Por ejemplo: si su respuesta en la pregunta 5 fue A, coloque 1 en la casilla debajo de la letra A y al lado derecho de la pregunta 5.

- 1) Registre de esta manera cada una de las preguntas desde la 1 hasta la 44.
- 2) Luego, sume cada columna y escriba el resultado en la casilla TOTAL COLUMNA.
- 3) Mirando los totales de cada columna por categoría, reste el número menor al mayor.
- 4) Asigne a este resultado la letra en la que obtuvo mayor puntaje en cada categoría.
- 5) Ahora, llene la Hoja de Perfil con estos resultados, teniendo en cuenta que la letra A corresponde al estilo situado a la izquierda y la letra B al estilo situado a la derecha.
- 6) Finalmente, la hoja de interpretación permite interpretar los resultados obtenidos.

	A	B		A	B		A	B		A	B
Total Columna	5	6		5	6		5	6		8	3
Restar menor al mayor	1			1			1			5	
Asignar letra Mayor	1B			1B			1B			5A	

**HOJA DE PERFIL**

	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	
<b>ACTIVO</b>						X							<b>REFLEXIVO</b>
<b>SENSORIAL</b>						X							<b>INTUITIVO</b>
<b>VISUAL</b>						X							<b>VERBAL</b>
<b>SECUENCIAL</b>				X									<b>GLOBAL</b>

Si su puntaje está en la escala entre 1-3 el estudiante presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de esa escala. En el ejemplo anterior se observa que el estudiante tiene un equilibrio entre Activo y Reflexivo, Sensorial e Intuitivo y Visual y Global.

Si su puntaje está entre 5-7 el estudiante presenta un equilibrio moderado hacia uno de los dos extremos de la escala y aprenderá más fácilmente si se le brindan apoyos en esa dirección. En el ejemplo se observa que el estudiante es más Secuencial que Global, por lo tanto, aprenderá más fácilmente si se le brinda apoyo en esa dirección.

Si su puntaje se encuentra en la escala de 9-11 el estudiante presenta una preferencia muy fuerte por uno de los extremos de la escala. El estudiante puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el cual no cuente con apoyo en esa dirección.



## Estrategias del modelo por competencia y su implementación en la práctica de docentes de la UNAN-Managua

## Strategies of the competency-based model and its implementation in the practice of teachers of UNAN-Managua

**Andrea del Carmen Arteaga Juárez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-3083-8691>

[andrea.arteaga@unan.edu.ni](mailto:andrea.arteaga@unan.edu.ni)

**RECIBIDO**

28/11/2023

**ACEPTADO**

02/07/2024

**Cristhiam José López López**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-9366-1980>

[cristhiam.lopez@unan.edu.ni](mailto:cristhiam.lopez@unan.edu.ni)

**Jersson Ariel Sánchez Fletes**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-2351-5483>

[jersson.sanchez@unan.edu.ni](mailto:jersson.sanchez@unan.edu.ni)

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito principal identificar en los docentes del doctorado en Gestión y Calidad de la Educación (III- Cohorte), impartido por la Facultad de Educación e Idiomas de la UNAN-Managua, la metodología implementada para la integración de los colectivos docentes y las estrategias didácticas utilizadas en su práctica pedagógica para gestionar el modelo por competencia. Fue un estudio de campo, donde de acuerdo con el enfoque filosófico es una investigación cualitativa, porque se estudian las experiencias vividas desde la perspectiva de los informantes. Para la recopilación de la información se les aplicó un cuestionario en línea, esto no invalida el carácter cualitativo, ya que según Rodrigues (2023) los instrumentos de los métodos cuantitativos y cualitativos no son excluyentes entre sí. La muestra seleccionada fue de 13 participantes. Los criterios de selección fueron: ser docentes de la UNAN-Managua y estar impartiendo clases en el modelo por competencia en las diferentes carreras. Para el análisis de la información se trabajó con gráficos de barra. Los resultados evidenciaron que la metodología implementada permitió la integración del colectivo de docentes, de contenidos, así como, el aporte de los componentes a la estrategia integradora y destacaron como un área a reforzar el dominio que poseen los docentes del modelo por competencia. En relación con las estrategias didácticas y de evaluación que utilizan los docentes, estas se vinculan a un modelo ecléctico, dado a que convergen estrategias que favorecen al modelo por competencia: estudio de caso, trabajo cooperativo y Aprendizaje Basado en Problema (ABP), evaluación de pares

## PALABRAS CLAVE

Competencia; estrategias didácticas; estrategias de evaluación; modelo por competencia; práctica docente.



y portafolios; además, estrategias de tipo tradicional como resúmenes, conferencias magistrales, exámenes y pruebas escritas. Se puede concluir que la práctica docente evidencia un proceso de transición de un modelo centrado en contenidos a un modelo por competencia.

## ABSTRACT

The main purpose of this research was to identify in the teachers of the doctorate in Management and Quality of Education (III- Cohort), taught by the Faculty of Education and Languages of the UNAN-Managua, the methodology implemented for the integration of the teaching groups and the didactic strategies used in their pedagogical practice to manage the competency-based model. It was a field study, where according to the philosophical approach it is a qualitative research, because the lived experiences are studied from the perspective of the informants. For the collection of information, an online questionnaire was applied to them, this does not invalidate the qualitative nature, since according to Rodrigues (2023) the instruments of quantitative and qualitative methods are not mutually exclusive. The selected sample consisted of 13 participants. The selection criteria were: to be teachers at UNAN-Managua and to be teaching in the competency-based model in the different careers. For the analysis of the information, bar graphs were used. The results showed that the methodology implemented allowed the integration of the group of teachers, of contents, as well as the contribution of the components to the integrating strategy, and highlighted as an area to be reinforced the teachers' mastery of the competency-based model. In relation to the didactic and evaluation strategies used by teachers, these are linked to an eclectic model, given the convergence of strategies that favor the competency-based model: case study, cooperative work and problem-based learning (PBL), peer evaluation and portfolios; as well as traditional strategies such as summaries, lectures, exams and written tests. It can be concluded that the teaching practice evidences a transition process from a content-centered model to a competency-based model.

## KEYWORDS

Competency; didactic strategies; evaluation strategies; competency-based model; teaching practice.

## INTRODUCCIÓN

La calidad en los procesos educativos se ha convertido en una necesidad imperante para facilitar en los estudiantes la construcción de aprendizajes, es por ello que en el contexto nicaragüense se inició en el año 2019 un proceso de armonización en las universidades públicas. Al respecto Escobar Soriano et al. (2021) destacan que “El proceso de armonización curricular que desarrollan las carreras de educación en las universidades nicaragüenses, parte del compromiso de las autoridades de cada una de estas con la sociedad y con los desafíos internacionales que enfrentan en la actualidad” (p.9). Esto ha ocasionado que instituciones de educación superior como la Universidad Autónoma de Nicaragua, Managua, (UNAN-Managua), transiten hacia un modelo por competencia.

Por lo antes planteado se reflexionó sobre la mejora continua de la educación conducente a estimular la pertinencia, eficacia, equidad y calidad de la misma. En este sentido la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), inició en el 2020 la implementación de un perfeccionamiento curricular, basado en el modelo por competencia, que no solo le brinde al estudiante la oportunidad de construir sus conocimientos y desarrollar sus habilidades, sino también que potencialice su formación integral y sus capacidades para brindar soluciones a las demandas que surgen en su quehacer profesional.

Lo antes mencionado, conlleva un cambio en la práctica docente que requiere la implementación de estrategias que faciliten el desarrollo de competencias, lo cual es una tarea compleja que demanda docentes comprometidos con el nuevo modelo. Desde el punto de vista de García y Morillas (2011), “uno de los grandes retos es el tránsito hacia un modelo de docencia más centrado en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y que facilite el desarrollo de competencias”(p.115). Sin embargo, al ser una nueva experiencia educativa surge la necesidad de reflexionar sobre la siguiente interrogante ¿Qué estrategias del modelo por competencia están implementando en la práctica los docentes de la UNAN-Managua?

La selección de las estrategias permite identificar el enfoque y modelo educativo, que se implementa, por ejemplo, un docente tradicionalista incluirá en su práctica docente estrategias más enfocadas a la memorización que al desarrollo de habilidades y destrezas, (Vallejos et al., 2019). Sin embargo, las estrategias desde el modelo por competencia plantean otros elementos necesarios, los cuales son una tríada acoplada: hacer, saber y ser (Palma y Linares, 2019). Estos permiten al individuo estar en permanente aprendizaje formándose integralmente.

Un factor importante que interviene en la planificación, ejecución y evaluación en los procesos de aprendizaje, son los modelos pedagógicos. Para Mantilla-Falcón et al. (2020), los docentes “a la hora de su ejercicio profesional ponen en práctica algunos modelos, ya sea de manera consciente o inconsciente” (p.85). Por tanto, pueden coexistir elementos característicos de diferentes modelos, los cuales influyen en la selección de las estrategias didácticas y de evaluación que utiliza el docente, sin embargo, esto no es una actividad sencilla, porque “está determinada por una multiplicidad de factores.” (Gómez López, 2008, p. 30).

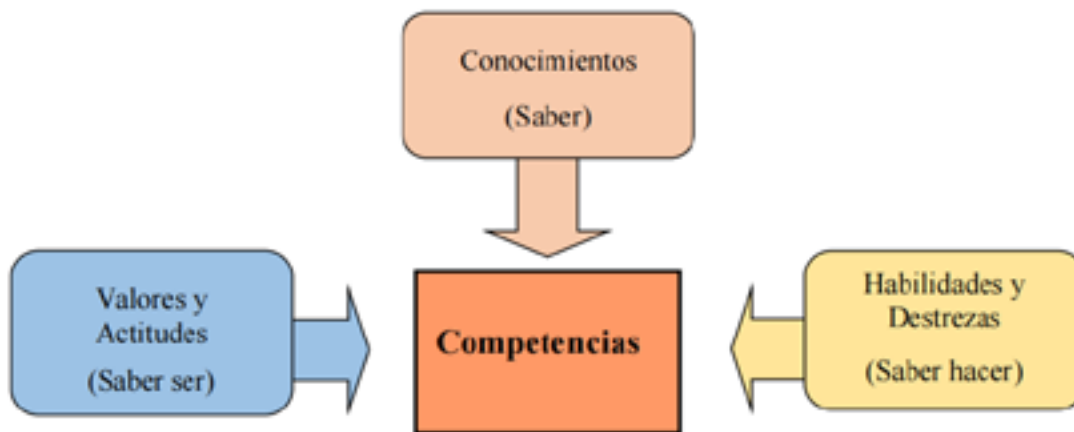
Desde el Diseño curricular para desarrollar competencias en la UNAN-Managua se define que la formación por competencias supone algo más que la formación en habilidades técnicas, propias del entorno laboral, en este sentido propone que “se conciba al



profesional competente en un sentido integral; es decir, con responsabilidad ética, social, medioambiental y capacidad de auto-gestión” (UNAN-Managua, 2020, p. 4). Por tanto, se puede concluir que una formación basada en competencias no es solamente un cambio de paradigma o de enfoque educativo, sino todo un entramado de acciones que conlleva que tanto el profesorado como los estudiantes se replantee su actuación en los procesos de aprendizajes y en este escenario cobran vital importancia las estrategias didácticas.

Es importante señalar que el concepto de competencias consensuado para el perfeccionamiento curricular plantea que: “Las competencias son la capacidad de poner en práctica una forma integrada y dinámica conocimientos, habilidades, actitudes y valores para enfrentar la solución de problemas de la vida sean estos de carácter personal, profesional o social” (UNAN-Managua, 2020, p. 13). En este sentido, las competencias le permiten al estudiante demostrar más que conocimientos sus habilidades y destrezas, es decir, que para que exista una competencia, se deben integrar las tres áreas del saber, el saber, saber hacer y saber ser, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1.  
Dimensiones de la competencia.



Este modelo educativo tiene como característica principal la integración significativa del conocimiento en función de su aplicación en la resolución de situaciones reales y en el desarrollo del potencial del individuo (Torres y González, 2018). Ello, se concibe desde el trabajo docente, donde debe establecerse la convergencia del campo social y afectivo, de las habilidades cognitivas y psicológicas del individuo. Lo antes expuesto, indica que el desarrollo de competencias debe potencializar una integración de las disciplinas del conocimiento como de las habilidades, por lo tanto, es necesario que el estudiante no solamente maneje sus saberes (conocimientos), sino que también debe utilizar sus sentimientos y emociones en diversas situaciones.

Cabe señalar que, para favorecer la integración que caracteriza el modelo implementado, el equipo docente que atiende a los estudiantes, debe organizar reuniones, con la finalidad de planificar, evaluar y retroalimentar de manera conjunta los procesos de aprendizajes, desde cada uno de los componentes curriculares, este proceso favorece, que los contenidos de cada uno de los componentes así como las evaluaciones se integren, aportando al desarrollo de la estrategia integradora y al desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas.

Según Hernández et al. (2021), las estrategias didácticas son acciones que ejecuta el docente con el propósito de promover el proceso de formación y aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, caracteriza las estrategias como aquellas que centran su atención en que el estudiante se haga responsable de sus propios aprendizajes, asuma un papel participativo y colaborativo, tome contacto con su entorno para intervenir profesional y socialmente, solucionando situaciones problemáticas, desarrollar procesos metacognitivos y una actitud crítica. Entre ellas están: Audiovisuales, escritas, orales, tecnológicas e informática, de experimentación y práctica (tabla 1).

**Tabla 1.**  
Clasificación de estrategias didácticas

<b>Audiovisuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyección de videos o películas</li> <li>• Escucha y análisis de audiolibros</li> </ul>
<b>Orales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposiciones y sustentaciones</li> <li>• Mesas redondas y paneles</li> <li>• Discusión de caso y role plays</li> </ul>
<b>Escritas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatorías y ensayos</li> <li>• Construcción de mapas mentales o conceptuales</li> <li>• Diarios de campo</li> </ul>
<b>De Experimentación y práctica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorios</li> <li>• Salidas de campo</li> <li>• Ejecución de proyectos de aula</li> </ul>
<b>Tecnológicas e informáticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de plataformas virtuales</li> <li>• Uso Softwares y programas informáticos</li> </ul>

Nota: Información tomada de Hernández et al. (2021).

Esta clasificación, muestra una variedad de estrategias que se pueden implementar para promover el desarrollo de habilidades orales, escritas, experimentales, prácticas y tecnológicas, favoreciendo el saber, saber hacer y saber ser. Cabe señalar que, estas estrategias no son excluyentes entre sí, por lo que pueden coexistir en la práctica docente, favoreciendo habilidades múltiples en los estudiantes.

Respecto a las estrategias de evaluación, Martínez (2016) declara que, estas han transitado de basarse exclusivamente en aprendizajes memorísticos a enfoques que se centran en el estudiante para que desarrolle habilidades y destrezas, como lo propone el modelo por competencias. Este modelo, representa un nuevo enfoque de evaluación dirigiéndose a los aprendizajes construidos, enfatizando el carácter formativo, la retroalimentación constante, y la inclusión de espacios para la autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación, diagnósticos, formativos y sumativos para los distintos momentos del aprendizaje.

Calvo (2015), presenta estrategias de evaluación aplicadas en distintas escuelas del mundo donde el modelo educativo es diferente al modelo tradicional. Describe que, las características que presenta la metodología de evaluación en estos centros son:

1. Buscar en todo momento la autonomía del alumno.
2. Las evaluaciones se relacionan con la vida real.
3. Alumnos y profesores se evalúan mutuamente entre iguales.
4. La evaluación es susceptible a negociación para formar estudiantes autónomos y responsables.

5. Se juega un rol democrático entre profesor y estudiantes en la toma de decisiones.
6. Se presentan los resultados mostrando en los pasillos evidencias de los aprendizajes.
7. Se hacen uso de exposiciones, portafolios, prototipos, empresas, obras de arte, pruebas, borradores, dossiers, currículos, páginas web, informes, entrevistas, etc.
8. Se evalúa al discente, docente, currículo, uso de espacios, planificación, metodología.

Para Calvo (2015), estos son sistemas educativos basados en una nueva visión: la elaboración de proyectos, haciendo uso de espacios virtuales como plataformas, trabajando mediante procesos sistemáticos de metacognición y metaevaluación, promoviendo el aprendizaje cooperativo, más personalizado que tome en cuenta las inteligencias múltiples, así como, una cultura de construcción y no reproducción del pensamiento. La evaluación continua es fundamental para cambiar, crecer y desarrollarse promoviendo una educación atenta a la realidad local.

Tomando en cuenta que, en las instituciones de Educación superior de Nicaragua, específicamente en la UNAN-Managua, el modelo por competencia está iniciando en muchas carreras, aún no se cuenta con estudios que analicen su implementación en la práctica docente. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar las estrategias didácticas que se utilizan en la práctica docente desde el modelo por competencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo planteado, se siguió un enfoque cualitativo, en este sentido Hernández et al. (2014, p. 10) afirman que "(...) la investigación cualitativa se basa en la recolección de datos sin medición numérica". Esto se plantea en la presente investigación, donde se buscó identificar las estrategias didácticas que utilizaban los docentes, resaltando sus características y relación con el modelo por competencia, valorando desde una perspectiva crítica si las estrategias didácticas favorecían al modelo.

El universo de esta investigación fueron todos los estudiantes de la tercera edición del doctorado en Gestión y Calidad de la Educación, conformada por 27 personas. La muestra fue de 13 participantes, de los cuales 7 eran hombres y 6 mujeres. El principio de inclusión utilizado para seleccionar la muestra fue que trabajaran en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) y que se desempeñaran impartiendo docencia en diferentes carreras del área de conocimiento de Educación, Arte y Humanidades, en el modelo por competencia.

Para recopilar los datos, se aplicó como técnica la encuesta, según Useche et al. (2019) "es una técnica que consiste en obtener información directamente de las personas que están relacionadas con el objeto de estudio" (p. 31). Cabe señalar que, aunque muchos autores, consideran que esta técnica es única de la investigación cuantitativa, Rodrigues (2023), plantea que los instrumentos de los métodos cuantitativos y cualitativos no son excluyentes entre sí, además hace referencia que el uso del cuestionario en una investigación cualitativa posee múltiples posibilidades para la construcción de conocimiento. Sin embargo, el mismo autor hace mención que para evitar la subjetividad de la información es conveniente utilizar otros instrumentos, como la observación, la entrevista y los grupos focales, para la recolección de la información.

Por tanto, en esta investigación se implementó un cuestionario de selección múltiple, el cual según Rodrigues (2023), no invalida el carácter cualitativo de la misma. El instrumento estuvo conformado por un ítem de datos generales (edad y sexo), más

cuatro ítems referidos a la metodología, estrategias didácticas, estrategias de evaluación e instrumentos de evaluación, respectivamente.

## **Etapas de la investigación**

### **Etapa 1. Elaboración y aplicación de Encuesta digital**

Primeramente, se diseñó el instrumento en Word, luego para facilitar el llenado del instrumento se transcribió a un formulario de Google. El formulario estuvo formado por 6 ítems, dos de información general como edad y sexo, los otros 4 estuvieron dirigidos a identificar aspectos sobre la metodología, estrategias didácticas e instrumentos implementados desde el modelo por competencia. Tanto los resultados como estructura del formulario se pueden apreciar a través del siguiente enlace: [Formulario Ejecución del modelo por competencia.](#)

### **Etapa 2. Procesamiento de los datos**

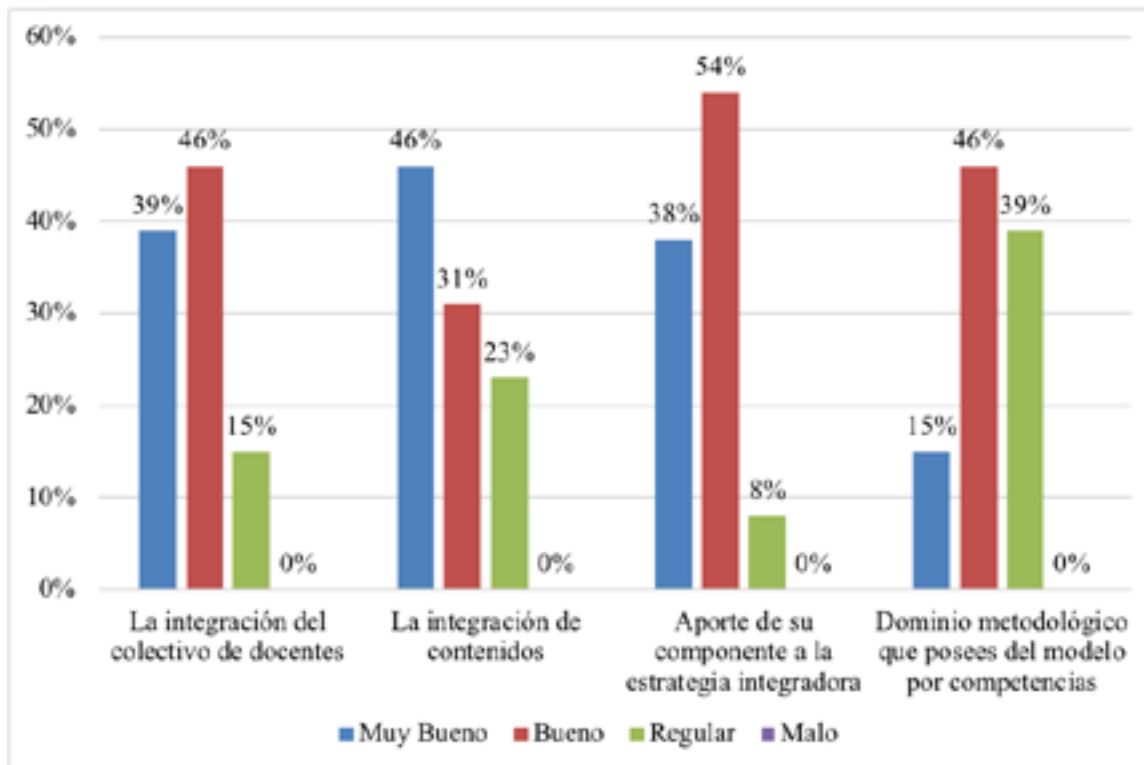
Para realizar el análisis de los datos, primeramente, se transcribieron las respuestas brindadas por los informantes en un formato de Word, luego se agruparon las respuestas que coincidieron en cada interrogante. Para mostrar los resultados se utilizaron gráficos de barra que permitieron una mejor comprensión los datos. Es importante señalar que se contó con el consentimiento informado de cada participante, asimismo, la información fue recopilada de forma anónima sin plantear interrogantes que pudieran revelar o inducir a identificar al informante.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El siguiente apartado contiene los resultados de la encuesta aplicado a los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) quienes a su vez cursan el doctorado en Gestión y Calidad de la Educación en su tercera edición, y están involucrados en la gestión del modelo por competencia.

En relación con la integración como característica fundamental de la metodología por competencia se tomaron en cuenta los siguientes aspectos tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2.  
Integración de los docentes



Nota: Resultados del cuestionario aplicado a docentes de la UNAN-Managua

Respecto a la metodología utilizada en el modelo por competencia, los docentes tienen claro la importancia de la integración en los colectivos de semestre. El 85 % afirmó que se integra en los colectivos docentes para planificar y ejecutar las acciones necesarias para que los estudiantes construyan aprendizajes y por ende contribuir al desarrollo de competencias propias del campo laboral. No obstante, hay un 15% que menciona que su integración fue regular. Es importante señalar que el currículo integrado, establece nexos entre los componentes impartidos por cada docente, superando la visión fragmentada y desarticulada que ha prevalecido tradicionalmente, favoreciendo un aprendizaje más significativo y estructurado para el estudiantado (Arguedas-Ramirez y Camacho-Oviedo, 2021).

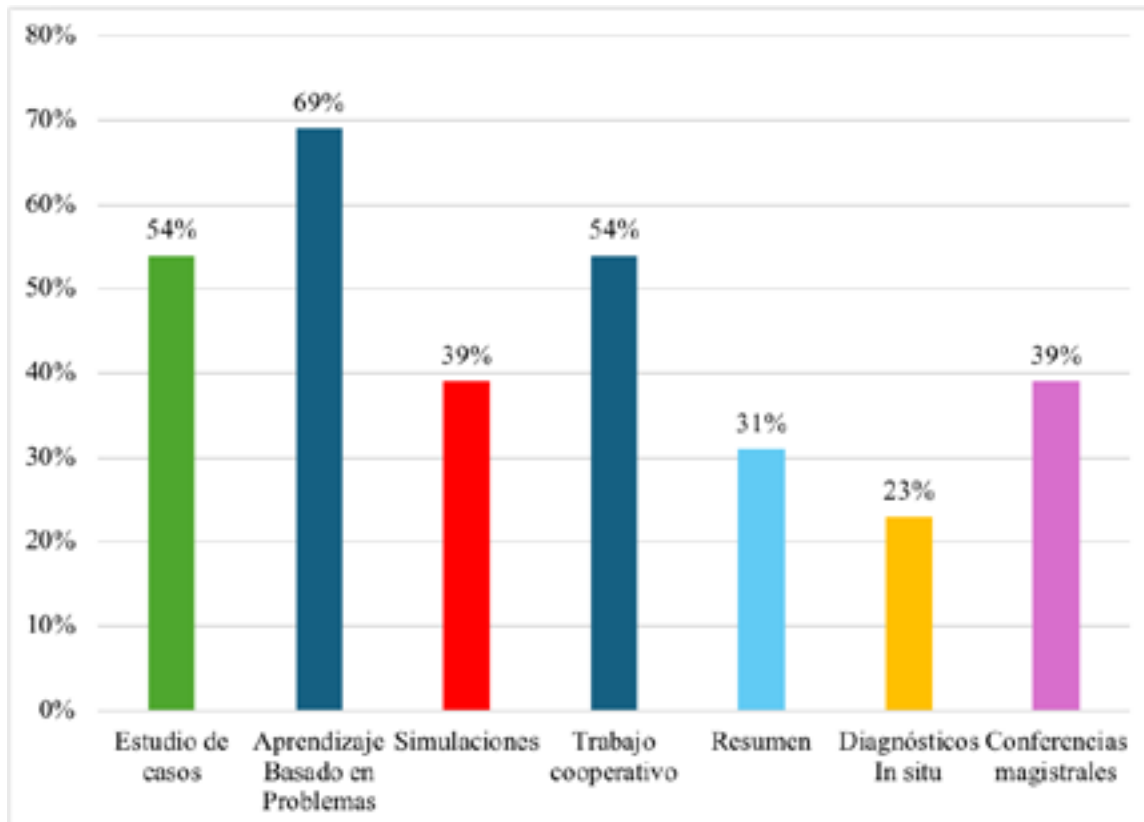
Otro aspecto necesario para contribuir al desarrollo de competencias en los estudiantes corresponde a la integración de los contenidos, respecto a esto el 77 % de los docentes afirmó que los contenidos de las diferentes componentes se prestan para la integración y esto facilita un aprendizaje interdisciplinario en los estudiantes. Sin embargo, esto se hace más evidente cuando el 98 % de los docentes afirman que cada componente aporta al desarrollo de la estrategia integradora. Lo antes mencionado es primordial para que los estudiantes estén en permanente aprendizaje y formándose integralmente (Palma y Linares, 2019), lo cual es posible con el apoyo del docente.

El modelo por competencia exige la integración de una tríada acoplada, hacer, saber y ser (Palma y Linares, 2019). Para que esto sea posible, es primordial que el docente tenga dominio metodológico del modelo por competencia que asume la UNAN – Managua, ya que es un factor importante para que el docente incida significativamente en lo cognitivo, el desarrollo de habilidades y destrezas, así como en la formación de valores en los estudiantes, los antes expuesto concuerda con los resultados del cuestionario,

ya que el 61% de los docentes señala que posee un buen dominio metodológico sobre el modelo por competencia. Sin embargo, cuando el docente posee poco dominio del modelo pedagógico (39%) influye negativamente en el desarrollo de competencias en los estudiantes.

En relación con las estrategias didácticas implementadas por los docentes en la implementación de componentes bajo el modelo por competencia se obtuvieron los resultados que se muestran en la siguiente figura.

Figura 3.  
Estrategias didácticas implementadas.



Nota: Resultados del cuestionario aplicado a docentes de la UNAN-Managua Respecto a las estrategias didácticas implementadas; a partir de la clasificación establecida por Hernández et al. (2021), se puede inferir que los docentes encuestados implementan una combinación de estrategias didácticas, tal y como se muestra a continuación:

- Estrategias de experimentación y práctica como el uso de ABP (69 %) y el diagnósticos in situ (23 %).
- Estrategias orales como el estudio de caso, (54 %).
- Estrategias tecnológicas, como las simulaciones (39 %).
- El trabajo cooperativo (54 %), el resumen (31 %) y las conferencias magistrales (39%).

En su mayoría (72%), los docentes seleccionaron **únicamente** estrategias que favorecen el modelo para desarrollar competencias, como: el ABP, estudio de caso, trabajo cooperativo. Estas permiten al estudiante ser el principal protagonista para movilizar sus aprendizajes de forma colectiva y participativa, mediante aplicaciones conceptuales concretas de situaciones problemáticas del campo de acción, llevadas al aula para la búsqueda de



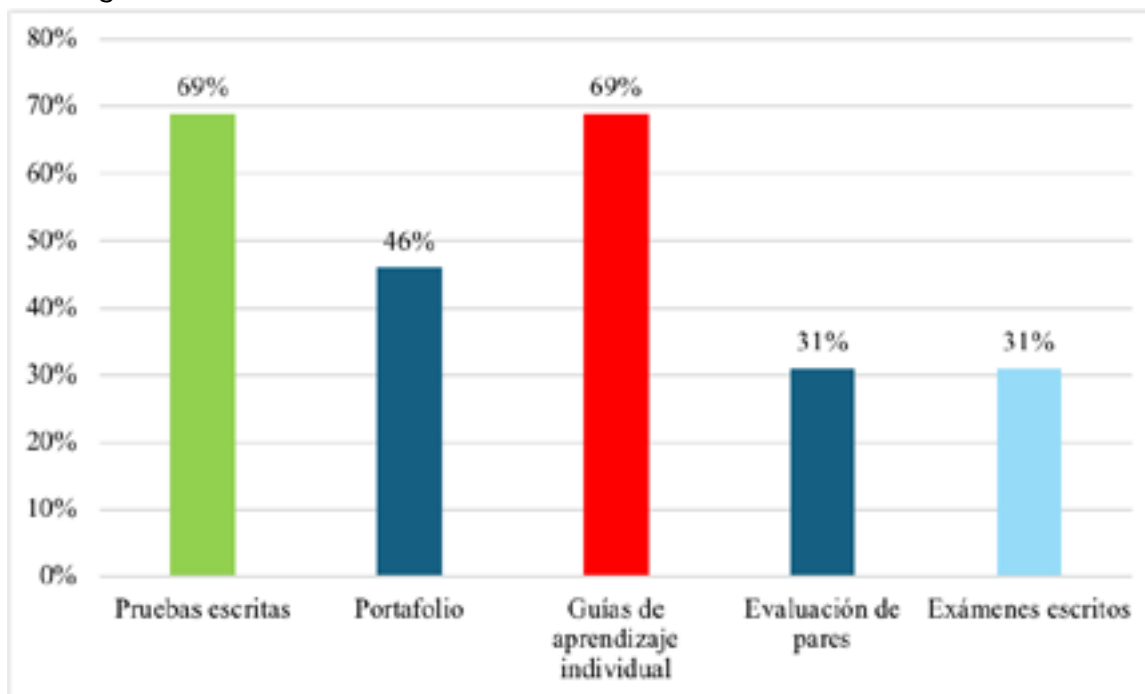
soluciones.

Con menor prioridad implementan las que permiten ejecuciones procedimentales y contacto directo con el campo de acción, tales como el uso de simulaciones (39%) y diagnóstico *In situ* (23%). Por tanto, los docentes encuestados perfilan sus estrategias didácticas, principalmente, para llevar el contexto de la profesión al aula mediante saberes conceptuales y en un segundo nivel de prioridad, llevar el aula al contexto de la profesión mediante saberes procedimentales.

No obstante, el 38 % de los docentes seleccionó una combinación de estrategias tradicionales como el resumen y la conferencia magistral, con estrategias que favorecen el modelo por competencias como el ABP y el estudio de caso. Estas primeras, no se corresponden con el modelo para desarrollar competencias dado que solo ejercitan al estudiante en capacidades memorística, de síntesis y no implican saberes procedimentales, los cuales son imprescindibles para el desarrollo de competencias, por tanto, en la práctica pedagógica de los docentes encuestados, aún existen vestigios de estrategias didácticas de otros modelos de enseñanza, lo cual lleva a concluir que, los docentes no aplican íntegramente el modelo para desarrollar competencias, sino uno híbrido (Mantilla-Falcon et al. 2020).

En relación con las estrategias de evaluación implementadas por los docentes, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 4  
Estrategias de evaluación



Nota: Resultados del cuestionario aplicado a docentes de la UNAN-Managua

Sobre las estrategias de evaluación, a partir de los criterios establecidos por Calvo (2015), se infiere que, los docentes implementan estrategias vinculadas a distintos modelos. Las pruebas escritas (69%) y guías de aprendizajes individuales (69%), que son las principales estrategias aplicadas, muestran que, los docentes centran su sistema de evaluación en

la heteroevaluación, además, los exámenes escritos (31%) utilizados en menor grado, refuerzan la idea del uso de un modelo tradicional, enfocado a un aprendizaje memorístico para el desarrollo de saberes conceptuales y con fines sumativos.

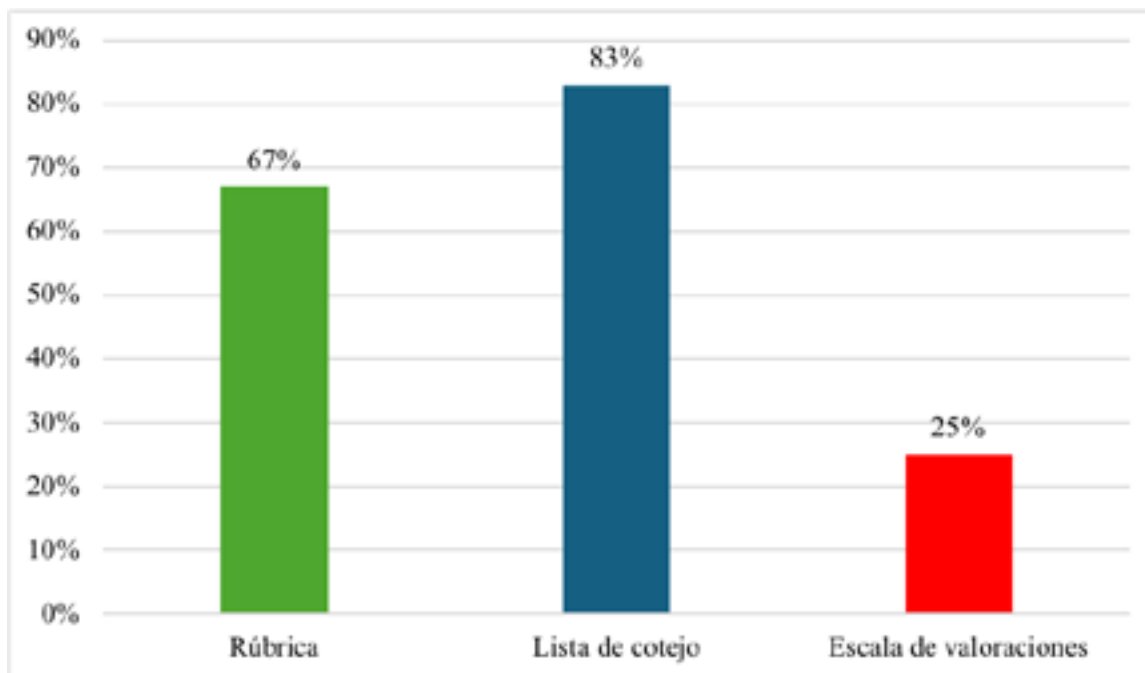
Entre las estrategias de evaluación vinculadas al modelo para desarrollar competencias, están el portafolio (46%) donde el alumno puede sistematizar sus experiencias relacionadas con el campo de acción, permitiéndole autonomía; además, la evaluación de pares (31%) donde se juega un rol democrático en la evaluación, dando énfasis a la evaluación diagnóstica, formativa, autoevaluación y coevaluación, lo cual, según Calvo (2015) se relaciona con el modelo por competencia. Estas estrategias de evaluación se dirigen a evaluar aprendizajes construidos a través de la movilización de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Martínez (2016), afirma que, existe un tránsito del aprendizaje memorístico a enfoques que se centran en el estudiante para que desarrolle habilidades y destrezas, encontrándose que, la práctica de los docentes que participaron en este estudio se encuentra en dicha transición, confirmando así, el uso de un modelo ecléctico compuesto del modelo tradicional y del modelo para desarrollar competencias.

En relación con los instrumentos de evaluación que se implementan por los docentes en el modelo por competencia, se obtuvieron los siguientes resultados:

Nota: Resultados del cuestionario aplicado a docentes de la UNAN-Managua.

Figura 3.  
Estrategias didácticas implementadas.



Con relación a los instrumentos de evaluación los encuestados indicaron mayormente usar la lista de cotejo y la rúbrica, solamente una minoría indicó la escala de valoraciones (ver figura 4). Al analizar se puede decir que existe poca relación entre las estrategias de evaluación que afirmaron utilizar los encuestados (ver figura 3), con respecto a los instrumentos, dado que, la rúbrica y lista de cotejo, son instrumentos más dirigidos a evaluar procesos sistemáticos que conocimientos teóricos.

El estudio realizado por Ortis (2016), señala que en la práctica docente pueden coexistir rasgos de diferentes modelos educativos. Esto es comprensible si se considera que los docentes encuestados de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua se encuentran en un proceso de transición de un modelo centrado en contenidos a un modelo para desarrollar competencias.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la investigación en la que se involucró a 13 docentes de la UNAN-Managua, se puede determinar que:

Las estrategias implementadas por los docentes de la UNAN-Managua, en el desarrollo del modelo por competencia, son el Aprendizaje Basado en Problemas, el estudio de caso y el trabajo cooperativo, las cuales favorecen el desarrollo de este modelo.

Algunos docentes, de forma inconsciente, poseen un modelo híbrido en su práctica, porque implementan estrategias orientadas a favorecer el aprendizaje memorístico como el resumen y las clases magistrales, con estrategias orientadas al desarrollo de competencias en los estudiantes.

La mayoría de los docentes implementan acciones propias del modelo por competencia como es la integración a los colectivos docentes, integración de contenidos con el fin de aportar al desarrollo de la estrategia integradora.

A pesar de que se evidencia que la mayoría de los docentes implementan estrategias que contribuyen el desarrollo de competencias, en el proceso de evaluación siguen implementando estrategias como pruebas escritas y guías de aprendizaje individual, lo cual evalúa principalmente saberes conceptuales y se utiliza más con fines sumativos.

Los instrumentos de evaluación más utilizados son la rúbrica y la lista de cotejo, los cuales están dirigidos a evaluar procesos sistemáticos que conocimientos teóricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). (2020). *Diseño Curricular para desarrollar competencias en la UNAN-Managua*. Managua: Autor.
- Arguedas-Ramírez, A., y Camacho-Oviedo, M. (2021). La integración curricular como experiencia de aprendizaje: Hoja de ruta para su aplicación en dos cursos de formación docente en el área de educación primaria. *Revista Electrónica Educare*, 25(3), 339-356. <https://www.redalyc.org/journal/1941/194169815019/html/>
- Calvo, A. (2015). *Viaje a la Escuela del Siglo XXI*. Madrid: Fundación Telefónica. <https://www.fundaciontelefonica.com/cultura-digital/publicaciones/476/>
- Escobar Soriano, Á., Videira, X. L., y de Armas, R. (2021). Armonización de las Carreras de Educación en Nicaragua: experiencia y proyecciones. *Revista Torreón Universitario*, 10(27), 8-18. <https://repositorio.unan.edu.ni/18297/2/40233.pdf>
- García, M., y Morillas, L. (2011). La planificación de evaluación de competencias en Educación Superior. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14(1), 113-124. <https://www.redalyc.org/pdf/2170/217017192009.pdf>
- Gómez López, L. (2008). Los determinantes de la práctica educativa. *Universidades*(38), 29-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37303804>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México: McGRAW-HILL. [https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Hernández, I., Lay, N., Herrera, H., y Rodríguez, M. (2021). Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(2). <https://www.redalyc.org/journal/280/28066593015/28066593015.pdf>
- Mantilla-Falcón, L., Miranda Ramos, D., Ortega Zurita, G., y Meléndez-Tamayo, C. (2020). Hibridación de modelos pedagogicos en la práctica docente en la educación superior en Ecuador. Caso Universidad Técnica de Ambato. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 11(1), 85-101. [https://www.researchgate.net/publication/340653272\\_Hibridacion\\_de\\_modelos\\_pedagogicos\\_en\\_la\\_practica\\_docente\\_en\\_la\\_educacion\\_superior\\_en\\_Ecuador\\_Caso\\_Universidad\\_Tecnica\\_de\\_Ambato](https://www.researchgate.net/publication/340653272_Hibridacion_de_modelos_pedagogicos_en_la_practica_docente_en_la_educacion_superior_en_Ecuador_Caso_Universidad_Tecnica_de_Ambato)
- Martínez, L. (2016). *Mas allá de la calificación. Instrumento para evaluar el aprendizaje*. Concepción: Universidad de Concepción. Trama Impresores S.A. [http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/contenido/material\\_apoyo/libro%20mas%20alla%20baja.pdf](http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/contenido/material_apoyo/libro%20mas%20alla%20baja.pdf)
- Ortis, L. (2016). Estrategias metodológicas utilizadas en el desarrollo de la asignatura "laboratorio didáctico de la física" y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de cuarto año de la carrera de física de la facultad de educación e idiomas de la universidad nacional autónoma de nicaragua, managua, en el i semestre del año académico 2015 [Tesis de Maestría, Maestría en pedagogía Con mención en docencia universitaria]. <https://repositorio.unan.edu.ni/2735/1/2523.pdf>
- Palma, O., y Linares, M. (2019). Competencias investigativas y su pertinencia en el desarrollo de una tesis doctoral. *REDINE*, 12(1), 44-52. <https://revistas.uclave.org/index.php/redine/article/download/2410/1410/2418>
- Rodrigues, F. (2023). El cuestionario en una investigación cualitativa: reflexiones teórico-metodológicas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 11(26), 28-49. [https://www.researchgate.net/publication/368919618\\_EL\\_CUESTIONARIO\\_EN\\_UNA\\_INVESTIGACION\\_CUALITATIVA\\_REFLEXIONES\\_TEORICO-METODOLOGICAS](https://www.researchgate.net/publication/368919618_EL_CUESTIONARIO_EN_UNA_INVESTIGACION_CUALITATIVA_REFLEXIONES_TEORICO-METODOLOGICAS)
- Torres, J., y González, E. (2018). Modelo de la educación por competencia. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28987/capitulo2modelodelaeducacion2018edithgonzalez.pdf;jsessionid=99F288F3104AE9E6C9E1432B3E8706FF?sequence=1>
- Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., y Perozo, É. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* (1 ed.). Colombia: Editorial Gente Nueva. [https://www.researchgate.net/publication/344256464\\_Tecnicas\\_e\\_instrumentos\\_de\\_recoleccion\\_de\\_datos\\_Cuali-Cuantitativos](https://www.researchgate.net/publication/344256464_Tecnicas_e_instrumentos_de_recoleccion_de_datos_Cuali-Cuantitativos)
- Vallejos, M., Salinas, L., y Leonor, C. (2019). Desarrollo de estrategias educativas en un modelo curricular por competencias. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 20-23. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/04/estrategias-educativas.html>



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18477>

## Dimensiones de Personalidad y Conducta alimentaria en estudiantes de Contaduría Pública y Finanzas en FAREM-Carazo de UNAN-Managua, Nicaragua

## Dimensions of Personality and Eating Behavior in Students of Public Accounting and Finance at FAREM-Carazo of UNAN-Managua, Nicaragua

**Marian De Fátima Escobar López**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua/ CUR-Carazo, Nicaragua

<https://orcid.org/0009-0004-3575-052X>  
[mariandefatimael@gmail.com](mailto:mariandefatimael@gmail.com)

**Angelys Michell López Ortiz**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua/ CUR-Carazo, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0009-0327-377X>  
[michell2000lop@gmail.com](mailto:michell2000lop@gmail.com)

**RECIBIDO**

16/01/2024

**ACEPTADO**

02/07/2024

**Heydi Esperanza López Jiménez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua/ CUR-Carazo, Nicaragua

<https://orcid.org/0009-0002-6075-5520>  
[heydilopezjimo1@gmail.com](mailto:heydilopezjimo1@gmail.com)

**Dustin Ezequiel Amador Jiménez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua/ CUR-Carazo, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-6894-4997>  
[deamador@uc.cl](mailto:deamador@uc.cl)

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo valorar las dimensiones de personalidad y la conducta alimentaria en los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – FAREM Carazo desde un enfoque cuantitativo y un diseño de corte transversal. El alcance de esta investigación fue descriptivo y correlacional, priorizando describir las variables mencionadas y así, determinar la predicción de las dimensiones de personalidad sobre conducta alimentaria. La muestra total se constituyó de 120 estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de primero hasta quinto año de dicha carrera, para su selección se empleó una técnica de racimo dirigido. Los instrumentos utilizados fueron EPQR y EAT-26. Para el análisis de datos se realizó una regresión lineal con respecto a la predicción de las dimensiones de personalidad sobre conducta alimentaria. Los resultados encontrados indicaron que el 9% de la muestra se encuentran en riesgo de desarrollar un trastorno alimenticio. Con respecto a las dimensiones de personalidad, se encontró que en los estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de la FAREM-CARAZO en la escala de Neuroticismo no posee una predicción significativa, no obstante, la dimensión de Psicoticismo si presenta mayor riesgo de conducta alimentaria en el género masculino.

## PALABRAS CLAVE

Dimensiones de personalidad; conducta alimentaria; estudiantes universitarios.



## ABSTRACT

The present study aimed to assess the personality dimensions and eating behavior in students of the National Autonomous University of Nicaragua - FAREM Carazo from a quantitative approach and a cross-sectional design. The scope of this research was descriptive and correlational, prioritizing the description of the mentioned variables and thus, determining the prediction of the personality dimensions on eating behavior. The total sample consisted of 120 university students of Public Accounting and Finance from the first to the fifth year of said career, for their selection a cluster technique was used. The instruments used were EPQR and EAT-26. For data analysis, a linear regression was performed with respect to the prediction of the personality dimensions of eating behavior. The results found indicated that 9% of the sample were at risk of developing an eating disorder. With respect to the personality dimensions, it was found that the Neuroticism scale does not have a significant prediction in the university students of the Public Accounting and Finance career of the FAREM-CARAZO, however, the Psychoticism dimension does present a higher risk of eating behavior in the male gender.

## KEYWORDS

Personality dimensions; eating behavior; university students.



## INTRODUCCIÓN

La población juvenil constantemente enfrenta retos en su vida diaria, ya sean demandas familiares, universitarias o sociales. Estos desafíos implican cambios y esfuerzos que dependen de la personalidad del individuo, puesto que la forma en que los seres humanos perciben, se expresa y actúan en las diversas situaciones, son un reflejo de esta. Los estudiantes universitarios en ocasiones están dentro de circunstancias agotadoras y estresantes, debido a los procesos académicos y la manera en que estos son regulados. Por tanto, la personalidad puede repercutir de manera significativa en el desarrollo de sus relaciones y actividades diarias, lo que involucra también a su alimentación.

La alimentación es un componente de la vida diaria, que aporta importantes nutrientes al cuerpo, sin embargo, así como le hace bien, muchas veces es lo opuesto cuando se realiza de manera inadecuada, ya que en la alimentación existen influencias como lo es la emoción; la cual repercute en el individuo al experimentar emociones trascendentales que varían según intensidad, situaciones y diversidad de percepciones que afecta la conducta alimentaria. Considerando esto, el principal objetivo fue valorar la relación que guardan las variables, puesto que las dimensiones de personalidad puede ser un elemento desencadenante para el riesgo de padecer alteraciones en la conducta alimentaria.

Feist et al. (2014), muestran la jerarquía de organización de la personalidad propuesta por Eysenck, la cual está compuesta por tres dimensiones: Extraversión, Neuroticismo y Psicoticismo. La extraversión se encuentra en un extremo y la introversión en el extremo opuesto. De manera similar, el neuroticismo se sitúa en uno de sus polos y la estabilidad emocional en el otro. En cuanto al psicoticismo, este se encuentra en un extremo y el superyó en el extremo opuesto.

En los últimos años se han realizado diversas investigaciones abordando el tema de la conducta alimentaria. No obstante, la mayoría de estos estudios se centran en predisposiciones biológicas, mecanismos genéticos (Grimm & Steinle, 2021), influencia social (Robinson, Blissett, & Higgs, 2013), considerándolos como los principales desencadenantes de problemas de conducta alimentaria y dándole poca relevancia a la parte emocional de los sujetos. Por esa razón, se planteó que también puede haber un desencadenante emocional como predictor de conductas alimentarias. Gómez y Narvaez (2022) consideran que la personalidad influye en la cognición de los individuos y, por tanto, en su conducta, lo cual se reflejaría en su alimentación.

La existencia de diferentes aspectos del comportamiento de consumo de alimentos en los adolescentes puede estar influenciado por distintos factores que varían entre hombres y mujeres (Cusatis, 1999), aunque se conoce que los problemas de conducta alimentaria muestran mayor predominio en la población femenina, la población masculina no se encuentra exenta de padecer este tipo de alteraciones. Puesto que, ambos géneros experimentan emociones, las cuales no son buenas ni malas, pero que, al no saberlas gestionar correctamente, se presume que pueden afectar algunas áreas de la vida, entre estas la conducta alimentaria.

En un estudio realizado a mujeres, en el que se exploró la alimentación emocional, alimentación externa y alimentación restringida, y el índice de masa corporal se ha encontrado relación en las variables exploradas y la personalidad de cada sujeto (Strien, Frijters, & Roosen, 1985), lo que concuerda con lo propuesto por Slochower (1983) acerca de que la emotividad y las señales alimentarias operan de forma conjunta para provocar la conducta alimentaria: un estado de ansiedad reacciones a señales externas.

Latino et al. (2013) realizaron un estudio sobre los factores nutricionales y psicológicos que predisponen al desarrollo de trastornos alimentarios del tipo de anorexia y bulimia, en estudiantes de 4to y 5to año de las edades de 15 a 20 años del Instituto Central Dr. Carlos Vega Bolaños de la Ciudad de Masaya, los resultados obtenidos fueron que el 98% de los estudiantes están normales sobre su conducta alimentaria menos el 2% del sexo femenino que presentan trastornos de anorexia.

Durante una investigación desarrollada por Bennett et al. (2013), se evaluó la conducta alimentaria inducida por estados emocionales en un período de 3 días en dieciséis estudiantes universitarios de ambos géneros, haciendo uso de un diario de alimentos y entrevistas en profundidad, con el objetivo de hallar las percepciones de los estudiantes sobre su conducta alimenticia. El resultado encontrado mostró una notable distinción respecto a percepciones, puesto que las mujeres señalaron que el estrés universitario es un intensivo para el consumo de alimentos, mientras que los varones opinaron que el estrés disminuía el consumo. Finalmente, se consideró a las emociones como un desencadenante en el comportamiento alimentario en los estudiantes universitarios.

Devonpot et al. (2017) desarrollaron una revisión sistemática sobre la asociación entre las emociones y la conducta alimentaria, recopilando investigaciones en base de datos; PsycINFO, Medline, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature y SPORTDiscus, en el periodo de 11 años, utilizando la metodología PRISMA, encontrando 29 artículos que cumplieran los criterios de inclusión. De estos estudios se señala un deficiente análisis en los datos de asignación al azar y control de factores de confusión, dando como resultado una abierta interpretación respecto a las asociaciones entre emociones y alimentación. Concluyendo con recomendaciones para investigaciones a futuro e importantes extensiones para la práctica, lo que destaca la necesidad de ofrecer una mejor comprensión de las asociaciones entre las emociones y la conducta alimentaria.

Barroso (2018), realizó una investigación en la que se demuestra que una alimentación balanceada mejora el aprendizaje, siendo necesario un planteamiento de conductas alimentarias, que contengan métodos adecuados de inducción de estados emocionales, para incitar al padre de familia y a los adolescentes, a la práctica de nuevos hábitos y costumbres alimenticias que cuenten con la participación de la comunidad educativa.

Un estudio elaborado por Trincada et al. (2019), manifestó que el periodo de vida universitaria puede ser una etapa especialmente emocional y estresante, debido a los cambios y desafíos que los jóvenes deben afrontar, los cuales pueden influir en su conducta alimentaria. Recientemente Pérez (2020), hace referencia a las emociones y la relación bidireccional que mantiene con la conducta alimentaria, planteando que existirían emociones en simultáneo al consumo de ciertos alimentos, así como alimentos y su contexto generan ciertas emociones.

En una investigación realizada por Cortez (2015), se encontró que existe relación significativa entre las dimensiones de personalidad y los trastornos de la conducta alimentaria en las estudiantes de la carrera de enfermería, justificando que la personalidad está vinculada a la manera de pensar, actuar y percibir lo que nos rodea siendo así un predictor en la determinación del estado de la salud.

Los estudios planteados con anterioridad, se consideran pautas significativas y notables que ponen en evidencia la relevancia de las emociones y la conducta alimentaria, proporcionando datos empíricos acerca de la gestión de las emociones en el desarrollo

de alteraciones de conducta alimentaria. De acuerdo con esto, las dimensiones de personalidad intervienen en la gestión emocional de los individuos. El objetivo principal de esta investigación es valorar el efecto predictor de las dimensiones de personalidad sobre la conducta alimentaria en los estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de la FAREM – Carazo del II semestre del año 2023.

### **Fundamentación teórica**

El objetivo principal de esta investigación es valorar el efecto predictor de las dimensiones de personalidad sobre la conducta alimentaria en los estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de la FAREM – Carazo del II semestre del año 2023.

Para Jiménez (2015), la personalidad consistiría en un sistema autorregulador de procesos, con capacidad de proponerse metas y de tomar decisiones respecto a la conducta, así como de autorrepresentarse cognitivamente. Sánchez y Ledesma (2007), indicaron que los rasgos de personalidad representan disposiciones estables del comportamiento, tendencias a actuar de manera relativamente consistente, y son permanentes a lo largo de la vida.

El psicólogo Eysenck (1947), presentó un modelo factorial de tres grandes dimensiones, tipos o superfactores independientes para describir la personalidad: extraversión (E), neuroticismo (N) y psicoticismo (P), este se encarga de explicar las diferencias individuales de la estructura de la personalidad y las distinciones en el funcionamiento del sistema nervioso. Feist et al. (2014), explican que los tres factores son bipolares: la extraversión se encuentra en un extremo del factor E y la introversión en el extremo opuesto. De manera similar, el factor N contiene el neuroticismo en uno de sus polos y la estabilidad en el otro, y el factor P tiene el psicoticismo en un extremo y el superyó en el extremo opuesto.

Osorio et al. (2002) definen a la conducta alimentaria como “el comportamiento normal relacionado con: los hábitos de alimentación, la selección de alimentos que se ingieren, las preparaciones culinarias y las cantidades ingeridas de ellos”. Por otro lado, Domínguez-Vásquez et al. (2008), indican generalmente que los comportamientos frente a la alimentación se adquieren a través de la experiencia, posteriormente se convierten en una conducta propia del individuo.

El Consejo Europeo de Información sobre la alimentación (2006), considera que el principal factor impulsor de la alimentación es el hambre, pero lo que se dice comer no está determinado únicamente por las necesidades fisiológicas o nutricionales, ya que también influyen otros determinantes como; biológicos (el hambre, el apetito y el sentido del gusto), económicos (el coste, los ingresos y la disponibilidad en el mercado), físicos (el acceso, la educación, las capacidades personales y el tiempo disponible), sociales (la cultura, la familia, los compañeros de trabajo y los patrones de alimentación), psicológicos (el estado de ánimo, el estrés y la culpa), y actitudes, creencias y conocimientos en materia de alimentación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio fue abordado desde un enfoque cuantitativo debido a su carácter objetivo, secuencial y riguroso, el cual permito abordar las variables del estudio; inestabilidad emocional y conducta alimentaria con mayor objetividad. La investigación tuvo un diseño

observacional, ya que solamente se observó y no se manipulo el comportamiento de las variables de estudio. De igual manera, este estudio mantuvo un diseño de corte trasversal, pues se realizó una medición única durante el II semestre del año 2023. El alcance de esta investigación fue descriptivo y correlacional, puesto que se procuró describir las variables mencionadas con antelación y determinar la predicción de la inestabilidad emocional sobre la conducta alimentaria.

La población de esta investigación se constituyó de 165 estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de la FAREM – Carazo del II semestre del año 2023. La muestra del estudio fue no representativa, debido a que no se generalizaron los resultados de la población, y no probabilística, dado que la muestra debió cumplir con los criterios de inclusión, los cuales fueron; ser estudiantes universitarios de la carrea de Contaduría Pública y Finanzas en la FAREM – Carazo, ser mayores de 18 años. Así mismo, debían estar presente al momento de aplicar los dos instrumentos y estar de acuerdo en ser parte del estudio.

De acuerdo con la fórmula para la población finita  $n = \frac{Nz^2s^2}{d^2(N-1)+z^2s^2}$  la muestra de la investigación fue de 120 estudiantes universitarios, esto mantuvo un muestreo de racimo dirigido, ya que se seleccionó igual número de estudiantes tanto del género masculino y del género femenino de cada año de la carrera, de modo que existiera un equilibrio entre ambos.

**Tabla 1.**  
Distribución de los participantes.

	Media	Desviación estándar	
<b>Edad</b>	20.42	2.340	
	Categorías	Frecuencia	%
<b>Sexo</b>	Femenino	60	50
	Masculino	60	50
<b>Año académico</b>	Primer año	24	20
	Segundo año	24	20
	Tercer año	24	20
	Cuarto año	24	20
	Quito año	24	20

**Instrumentos de recolección de datos**

Cuestionario de la personalidad de Eysenck (EPQ-R): elaborado por H.J. Eysenck, (1997). Este cuestionario puede ser aplicado de manera colectiva o individual, tiene una duración de 15 a 30 minutos. La versión adaptada al español consta de 83 ítems, los cuales se encuentran divididos en 3 dimensiones: Extraversión (Factor E), Neuroticismo (Factor N) y Psicoticismo (Factor P). Asimismo, este instrumento cuenta con una escala complementaria que evalúa la veracidad de respuestas del individuo. Para la elaboración del perfil se toma el valor total, y dependiendo de la ubicación que obtenga dentro de los siguientes rangos: Muy bajo (1-35), Bajo (36-45), Promedio (46-55), Alto (56-65) y Muy alto (66-99), se sitúa al evaluado dentro de una de las 3 dimensiones de la personalidad antes mencionadas.

La validez de constructo de la prueba original se obtiene mediante un análisis factorial, para la validez convergente y discriminante se utilizaron cuestionarios de personalidad del mismo autor. En un trabajo realizado por Aliri (2009), se menciona que la consistencia

interna del cuestionario es muy alta, ya que los valores del alfa de Cronbach, va desde 0,71 a 0,86; y la fiabilidad test-retest también es elevada (0,72 para Psicoticismo, 0,82 para Neuroticismo y 0,86 para Extraversión). Se centró en una de las dimensiones de personalidad, ya que esto permitiría evaluar las dimensiones de personalidad en los estudiantes de dicha institución educativa.

	Si	No
1. ¿Realiza muchas actividades de tiempo libre?		
2. ¿Se para a pensar las cosas antes de hacerlas?		
3. ¿Su estado de ánimo sufre altibajos con frecuencia?		
4. ¿Es una persona conservadora?		
5. ¿Se siente a veces desdichado/a sin motivo?		
6. ¿Daría dinero para fines caritativos?		
7. ¿Alguna vez ha querido llevarse más de lo que le correspondía en un reparto?		
8. ¿Es usted una persona más bien animada o vital?		
9. ¿Le afectaría mucho ver sufrir a un niño/a o a un animal?		
10. ¿Se preocupa a menudo por cosas que no debería haber dicho o hecho?		
11. Si usted asegura que hará una cosa ¿siempre mantiene su promesa, sin importarle las molestias que ello le podría ocasionar?		
12. ¿Habitualmente, es capaz de liberarse y disfrutar en una fiesta animada?		
13. ¿Es una persona irritable?		
14. ¿Le tiene sin cuidado lo que piensan los demás?		
15. ¿Alguna vez ha culpado a alguien por algo que había hecho usted?		
16. ¿Se siente fácilmente herido/a en sus sentimientos?		
17. ¿Son todos sus hábitos buenos y deseables?		
18. ¿Tiende a mantenerse apartado/a en las situaciones sociales?		
19. A menudo ¿se siente hartado/a?		
20. ¿Ha cogido alguna vez alguna cosa (aunque no fuese más que un alfiler o un botón) que perteneciese a otra persona?		
21. ¿Para usted los límites entre lo que está bien y lo que está mal son menos claros que para la mayoría de la gente?		
22. ¿Le gusta salir a menudo?		
23. ¿Es mejor actuar como uno/a quiera que seguir las normas sociales?		
24. ¿Disfruta hiriendo a las personas que ama?		
25. ¿Tiene a menudo sentimientos de culpabilidad?		
26. ¿Habla a veces de cosas de las que no sabe nada?		
27. ¿Prefiere leer a conocer gente?		
28. ¿Diría de sí mismo/a que es una persona nerviosa?		

	Si	No
29. ¿Tiene muchos amigos/as?		
30. ¿Se ha enfrentado constantemente a sus padres?		
31. ¿Es usted una persona sufridora?		
32. Cuando era niño/a ¿hacía en seguida las cosas que le pedían y sin refunfuñar?		
33. ¿Se ha opuesto frecuentemente a los deseos de sus padres?		
34. ¿Se inquieta por cosas terribles que podrían suceder?		
35. ¿Alguna vez ha roto o perdido algo que perteneciese a otra persona?		
36. ¿Generalmete toma la iniciativa al hacer nuevas amistades?		
37. ¿Los deseos personales están por encima de las normas sociales?		
38. ¿Diría de sí mismo/a que es una persona tensa o muy nerviosa?		
39. Por lo general, ¿suele estar callado/a cuando está con otras personas?		
40. ¿Cree que el matrimonio está anticuado y debería abolirse?		
41. ¿Es usted más indulgente que la mayoría de las personas acerca del bien y del mal?		
42. ¿Puede animar fácilmente una fiesta aburrida?		
43. ¿Se siente intranquilo/a por su salud?		
44. ¿Alguna vez ha dicho algo malo o desagradable acerca de otra persona?		
45. ¿Le gusta cooperar con los demás?		
46. ¿Le gusta contar chistes e historias divertidas a sus amigo/as?		
47. ¿La mayoría de las cosas le son indiferentes?		
48. De niño/a ¿fue alguna vez descarado/a con sus padres?		
49. ¿Le gusta mezclarse con la gente?		
50. ¿Se preocupa si sabe que hay errores en su trabajo?		
51. ¿Se lava las manos antes de comer?		
52. ¿Casi siempre tiene una respuesta “apunto” cuando le hablan?		
53. ¿Se siente a menudo apático/a y cansado/a sin motivo?		
54. ¿Ha hecho alguna vez trampas en el juego?		
55. ¿Le gusta hacer cosas en las que tiene que actuar rápidamente?		
56. ¿Es (o era) su madre una mujer buena?		
57. ¿A menudo toma decisiones sin pararse a reflexionar?		
58. ¿A menudo siente que la vida es muy monótona?		
59. ¿Alguna vez se ha aprovechado de alguien?		
60. ¿Le preocupa mucho su aspecto?		



	Si	No
61. ¿Cree que la gente pierde el tiempo al proteger su futuro con ahorros y seguros?		
62. ¿Alguna vez ha deseado morir?		
63. ¿Evadiría impuestos si estuviera seguro/a que nunca sería descubierto/a?		
64. ¿Puede organizar y conducir una fiesta?		
65. ¿Trata de no ser grosero/a con la gente?		
66. Después de una experiencia embarazosa, ¿se siente preocupado/a durante mucho tiempo?		
67. Generalmente ¿reflexiona antes de actuar?		
68. ¿Sufre de los nervios?		
69. ¿A menudo se siente solo/a?		
70. ¿Hace siempre lo que predica?		
71. ¿Se siente fácilmente herido/a cuando la gente encuentra defectos en usted o en su trabajo?		
72. ¿Es mejor seguir las normas de la sociedad que ir a su aire?		
73. ¿Alguna vez ha llegado tarde a una cita o trabajo?		
74. ¿Le gusta el bullicio y la agitación a su alrededor?		
75. ¿Frecuentemente improvisas decisiones en función de la situación?		
76. ¿Se siente a veces desbordante de energía y otras muy decaído/a?		
77. ¿A veces se deja para mañana lo que debería hacer hoy?		
78. ¿La gente piensa que usted es una persona animada?		
79. ¿La gente le cuenta muchas mentiras?		
80. ¿Se afecta fácilmente por según qué cosa?		
81. Cuando a cometido una equivocación ¿está siempre dispuesto a admitirlo?		
82. Cuando tiene mal humor, ¿le cuesta controlarse?		
83. ¿Cree que los planes de seguros son una buena idea?		

Test de actitudes alimentarias – 26 (EAT-26): Diseñado por Garner y Grifinkel (1988), este test tiene una duración de 15 minutos y puede ser administrado tanto de manera colectiva como de manera individual. Es ideal para detectar posible riesgo de TCA. La versión actualizada consta de 26 ítems que se componen de tres factores: restricción alimentaria, bulimia y preocupación por la comida y control oral. El punto de corte es de 20, el cual permite identificar si existe riesgo en la conducta alimentaria. La escala posee seis posibles respuestas: nunca, casi nunca, algunas veces, bastantes veces, casi siempre y siempre, con puntuaciones de 0, 0, 0, 1, 2, 3 en la mayoría de los ítems. En el ítem 25 las puntuaciones se invierten siendo 3, 2, 1, 0, 0, 0. Debido a su capacidad para identificar el posible riesgo de TCA, este test será útil para revelar lo anteriormente planteado.

Posee una buena fiabilidad discriminante (0,87) y correlación de los ítems con la puntuación total, salvo en tres de ellos, que se mantuvieron en el cuestionario por su relevancia clínica. La validez se consigue mediante el análisis factorial de los autores obteniendo que la validación española es similar a los de los autores a excepción en el punto de corte propuesto y en el análisis factorial que mostró la existencia de sólo tres factores, denominados: a) restricción alimentaria y preocupación por la comida, b) presión social percibida y malestar ante la ingesta y c) trastornos psicobiológico.

**Tabla 1**  
EAT-26 Cuestionario de actitudes ante la alimentación (Eating Attitudes Test)

	Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Bastantes veces	Casi siempre	Siempre
1. Me gusta comer con otras personas.						
2. Procuero no comer, aunque tenga hambre.						
3. Me preocupo mucho por la comida.						
4. A veces me he atracado de comida, sintiendo que era incapaz de parar de comer.						
5. Corto mis alimentos en trozos pequeños.						
6. Tengo en cuenta las calorías que tienen los alimentos que como.						
7. Evito, especialmente, comer alimentos con muchos hidratos de carbono (por ejemplo: pan, arroz, patatas, etc)						
8. Noto que los demás preferirían que yo comiese más						
9. Vomito después de haber comido.						
10. Me siento muy culpable después de comer.						
11. Me preocupa el deseo de estar más delgado/a.						
12. Pienso en quemar calorías cuando hago ejercicio.						
13. Los demás piensan que estoy demasiado delgado/a.						
14. Me preocupa la idea de tener grasa en el cuerpo.						

	Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Bastantes veces	Casi siempre	Siempre
15.Tardo en comer más que las otras personas.						
16.Procuro no comer alimentos con azúcar.						
17.Como alimentos de régimen.						
18.Siento que los alimentos controlan mi vida.						
19.Me controlo en las comidas.						
20.Noto que los demás me presionan para que coma.						
21.Paso demasiado tiempo pensando y ocupándome de la comida.						
22.Me siento incomodo/a después de comer dulces.						
23.Me comprometo a hacer régimen.						
24.Me gusta sentir el estómago vacío.						
25.Disfruto probando comidas nuevas y sabrosas.						
26.Tengo ganas de vomitar después de la comida.						

Nota: Instrumento extraído de la investigación de Gustavo A. Constaín.Carmenza Ricardo Ramírez (2014)

### Etapas de la investigación

#### Etapa 1. Revisión temática y sondeo de información relevante

Primeramente, se llegó a un consenso sobre las temáticas de salud mental con poca relevancia en las investigaciones, destacando que la mayoría trataban de emociones y metabolismo, pero no abarcaban la personalidad del sujeto. Seguidamente, se hizo un sondeo sobre la información de utilidad para fundamentar las variables, en el cual se encontró diversas investigaciones que sustenta la veracidad de esta, aportando datos novedosos al considerar las dimensiones y conducta alimentaria como determinantes en afectaciones en la salud mental de los estudiantes universitarios.

#### Etapa 2. Validación de instrumentos y análisis estadísticos

De igual forma, para los instrumentos seleccionados para recolectar datos, se realizó una prueba piloto que evidenció que tanto el EPQ-R como el EAT-26, eran pruebas que permitían obtener resultados acertados. El procesamiento de datos de esta investigación se realizó con ayuda del programa SPSS y MS Excel, se ha empleado un análisis de estadística descriptivo para identificar las dimensiones de

personalidad, en la descripción del nivel de riesgo en la conducta alimentaria se ejecutó estadística descriptiva con medidas de tendencia central como la media aritmética.

En comparación de las medidas de las variables se utilizó estadística inferencial con la prueba t de student, una prueba paramétrica que permitió evaluar la diferencia de medias en la escala de actitud alimentaria con respecto al género. Con respecto a la predicción de las dimensiones de personalidad sobre la conducta alimentaria se utilizó estadística inferencial y se para esto se usó el programa MPlus 8, el que permitió realizar una regresión lineal, puesto que se procuraba predecir la incidencia de una variable sobre la otra.

Etapa 3. Análisis de resultados

Finalmente, con la información obtenida a través de los documentos abordados y los resultados de los instrumentos se obtuvo datos sobre cómo las dimensiones de personalidad se encuentran relacionadas con el modo en que los individuos se desenvuelven en sus ambientes, lo que respalda que estas pueden influir en la conducta alimentaria y que, dependiendo de la capacidad que los sujetos posean para gestionar sus situaciones demostrarán el equilibrio o desequilibrio, tanto a nivel físico y mental.

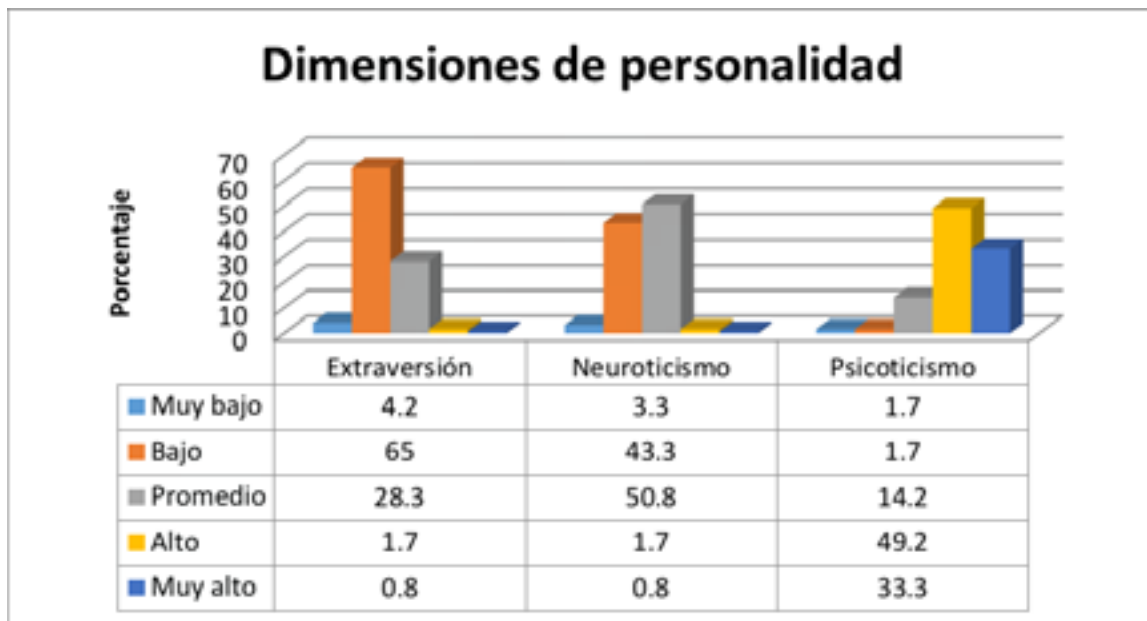
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Al abordar las dimensiones de personalidad y la conducta alimentaria en los estudiantes universitarios de la carrera de Contaduría Pública y Finanzas de la FAREM–Carazo, se identificó mediante el EPQ-R que la dimensión con mayor prevalencia es extraversión. Según los resultados obtenidos con el EAT-26, el 9 % de los estudiantes universitarios se encuentran en riesgo considerable de padecer afectaciones en la conducta alimentaria. No obstante, puede apreciarse que, aunque la dimensión de extraversión en nivel bajo representa el 65 % de la muestra, la dimensión de neuroticismo en nivel promedio es el 50 % y la dimensión de psicoticismo ubica al 49 % de la muestra en un nivel alto.

**Dimensiones de la personalidad de los jóvenes universitarios de Carazo**

**Figura 1.**

Dimensiones de personalidad.



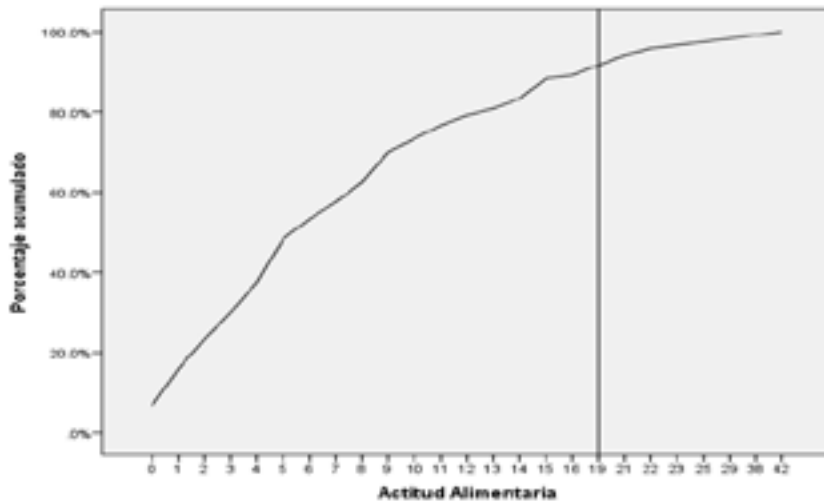
Tomando en cuenta que cada dimensión contiene un 100%, el cual se obtiene de la puntuación en cada nivel dentro del factor, lo que indica una particularidad de la personalidad de los sujetos. El 65% de la muestra se encuentra en la dimensión de extraversión en un nivel bajo, siendo este el extremo opuesto de lo propuesto por Eysenck (1947), lo que les otorgan características con tendencia a la timidez, pasiva, temerosa y pesimistas. En cuanto a la dimensión de neuroticismo el 50% de la muestra se ubica en un nivel promedio, revelando características de tipo tenso, ansioso e impulsivo, lo que demuestra como el factor N se evidencia su polo opuesto siendo esta estabilidad emocional.

Con respecto a la dimensión del psicoticismo, se observa que el 49% de la muestra presenta un nivel alto, por tanto, estos sujetos poseen rasgos de agresividad, egocentrismo, falta de empatía e insensibilidad emocional, siendo estos resultados un rasgo de personalidad que se refleja en la manera de percibir el mundo exterior. Como lo demostró Cortez (2015), donde mencionó que la personalidad está vinculada a la manera de percibir lo que nos rodea, a la manera de pensar y actuar.

La información derivada de esta investigación se relaciona con la Teoría de Eysenck, puesto que se evidencia que las dimensiones de personalidad tienen un papel fundamental en el sistema de regulación emocional ante las diversas circunstancias que surgen en la vida cotidiana. Esto afecta, según el grado e intensidad, el comportamiento y la percepción de los estudiantes universitarios.

**Actitud hacia la conducta alimentaria de los jóvenes universitarios de Carazo**

**Figura 2.**  
Riesgo de conducta alimetaria.



El 91% de la muestra no presentan riesgo de conducta alimentaria. Sin embargo, el 9% de la muestra indica que, son personas con tendencia a desarrollar conductas alimentarias de riesgo que podrían relacionarse con algún Trastorno de Conducta Alimentaria. Lo que se asemeja a los resultados obtenidos por Latino et al. (2013) en el que 98% de los estudiantes están normales sobre su conducta alimentaria y el 2% presentan riesgo de conducta alimentaria.

Como se puede apreciar en la tabla siguiente, los datos obtenidos revela que el género femenino posee una media de 9.45 con una desviación estándar de 9.075, lo contrario del género masculino que obtiene una media de 6.70 con una desviación estándar de 5.331.

**Tabla 2.**  
Actitud alimentaria según el género.

Sexo	Media	Desviación estándar
F	9.45	9.075
M	6.70	5.331
Total	8.08	7.538

Los resultados de la comparación de géneros con respecto a la conducta alimentaria, para determinar si existe diferencias significativas, se empleó la t de student para muestras independientes. Dando como resultado que si existe diferencias en los promedios de la actitud hacia la conducta alimentaria entre hombres y mujeres ( $t=2.024$ ,  $gl=118$ ,  $p=0.045$ ), por lo tanto, el género femenino presenta mayor riesgo de conducta alimentaria a comparación con aquellas de género masculino.

**Comparación de géneros ante el riesgo de conducta alimentaria de los jóvenes universitarios de Carazo**

**Tabla 3.**  
Prueba T para diferencia de medias.

		T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Actitud Alimentaria	Se asumen varianzas iguales	2.024	118	0.045	2.750	1.359
	No se asumen varianzas iguales	2.024	95.385	0.046	2.750	1.359

Este estudio también identificó que existe una diferencia significativa en los promedios de la actitud hacia la conducta alimentaria, indicando que el género femenino presenta mayor riesgo de conducta alimentaria a comparación del género masculino. Dicho resultado es similar a lo descubierto en la investigación desarrollada por Bennett, Greene & Schwartz-Barcott (2013) en donde se mostró una notable distinción, puesto que las mujeres señalaron que el estrés universitario es un intensivo para el consumo de alimentos. Mientras que los varones opinaron que el estrés disminuía el consumo de alimento. Ambos estudios coinciden que el género femenino se encuentra predispuesto a desarrollar alteraciones en la conducta alimentaria.



**Relación predictiva entre las dimensiones de personalidad y la actitud alimentaria de los jóvenes universitarios de Carazo**

**Tabla 4.**

Regresión Lineal: Dimensiones de la Personalidad y Actitud alimentaria.

	Estimado	E.S.	P
Neuroticismo	-0.023	0.143	0.873
Psicoticismo	0.152	0.097	0.117
Extraversión	0.005	0.13	0.967

En la tabla 4 se puede observar que, por cada punto obtenido en la escala de neuroticismo, hay una disminución de -0.023 puntos en la escala de actitud alimentaria, sin embargo, esta disminución no es estadísticamente significativa ( $p=0.873$ ), por tanto, la inestabilidad emocional no es un predictor de la actitud alimentaria. De igual forma se muestra que por cada punto obtenido en la escala de psicoticismo se obtienen 0.152 puntos en la escala de actitud alimentaria, sin embargo, este aumento no es estadísticamente significativo ( $p=0.117$ ). Mientras que, en el caso de la extraversión, por cada punto obtenido es esta escala, se obtienen 0.005 puntos en la escala de actitud alimentaria, pero no es un incremento significativo ( $p=0.967$ ).

Al realizar las estimaciones del efecto predictor de las dimensiones de personalidad sobre la actitud alimentaria según el género, se encontraron resultados interesantes con respecto al género masculino y la dimensión de Psicoticismo con respecto a su efecto predictor sobre la actitud alimentaria.

**Tabla 5.**

Género masculino, Psicoticismo y actitud alimentaria

	Estimado	E.S.	P
Psicoticismo	0.189	0.094	0.044

En la muestra de participantes masculinos, por cada punto obtenido en la escala de psicoticismo, se predice un incremento de 0.189 puntos en la escala de actitud alimentaria, y este cambio es estadísticamente significativo ( $p=0.044$ ). Por consiguiente, en la muestra de participantes masculinos el psicoticismo es un predictor de la actitud alimentaria. Este resultado difiere con los datos de la investigación de Bennett, Greene, & Schwartz-Barcott (2013), en donde el género femenino tiene mayor riesgo de conducta alimentaria; no obstante, este estudio fue realizado sin considerar las dimensiones de personalidad como un posible predictor en la conducta alimentaria.

**CONCLUSIONES**

En síntesis, los resultados encontrados y mostrados en apartados anteriores generan información importante concerniente a como las dimensiones de personalidad, son un referente en el posible desarrollo de trastornos en la conducta alimentaria en los jóvenes universitarios. Puesto que, los diversos contextos de su entorno intervienen directamente en su esquema interno de la personalidad, el cual finalmente se traduce en las reacciones cognitivas de cada individuo.

En este estudio, se encontró que las dimensiones de la personalidad no predicen directamente la conducta alimentaria; no obstante, se puede mostrar como contra parte que la dimensión de psicoticismo presenta un incremento en el género masculino a diferencia del género femenino para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria, sin embargo, en los resultados de la prueba de actitud alimentaria se refleja que la muestra no posee riesgo alguno de desarrollar trastorno alimentario.

Así mismo se encontró que el género femenino posee un mayor riesgo de conducta alimentaria, esto no sólo repercute en esta muestra estudiantil puesto que se tiene estigmatizado que a este género se le dificulta gestionar de manera asertiva las distintas situaciones a las que se pueda presentar a diferencia del género opuesto. Además, se debe señalar que aunque los resultados obtenidos fueron positivos por lo que la muestra no se encuentra en riesgo, debe procurarse que estos jóvenes tengan los conocimientos necesarios que le permitan identificar las alertas ante los posibles trastornos alimenticios y poseer con ellos herramientas para el afrontamiento.

Se considera que para futuras investigaciones el estudio se lleve a cabo a través de un enfoque mixto, ya que las posibilidades de abordar el tema son más amplias. Por ejemplo, para conducta alimentaria se podrían realizar entrevistas, diario de registro alimentario y los resultados se realizarían a partir de las interpretaciones que se realicen sobre estos. Así mismo, se puede realizar un estudio longitudinal, debido a que través de este se podrían realizar varias mediciones a lo largo del tiempo lo que sería beneficioso para la investigación, ya que se podría observar si las dimensiones de la personalidad provocan que la conducta alimentaria cambie a lo largo del tiempo. Además, se sugiere seleccionar una población más amplia que permita trabajar con una muestra representativa y así generalizar los resultados encontrados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliri, M. G. (2009). Bienestar psicológico subjetivo: diferencias de sexo, relaciones con dimensiones de personalidad y variables predictoras. *17(3)*. doi:doi: 10.30552/ejep.v12i2.279
- Anyerson Stiths Gómez Tabares, M. N. (junio de 2022). Dimensiones de la personalidad y su relación con las tendencias prosociales y la empatía en niños (as) y adolescentes en vulnerabilidad psicosial. *Revista de psicología*, *40(1)*, 37-72. doi:http://dx.doi.org/10.18800/psico.202201.002
- Barroso, J. J. (2018). *Trastornos de la conducta alimentaria y la estabilidad emocional en los adolescentes de la escuela básica Montevideo*. Universidad Técnica de Babahoyo .
- Bennett, J., Greene, G., & Schwartz-Barcott, D. (2013). Perceptions of emotional eating behavior. A qualitative study of college students. *Apetito* *60*, 187-192, 2013. doi:https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.09.023
- Cortez, M. (2015). Dimensiones de la Personalidad y Trastornos de la Conducta Alimentaria en estudiantes de Enfermería Técnica. *11(2)*. doi:https://doi.org/10.1016/s1695-4033(07)70372-7
- Cusatis, D. C. (1999). Influences on adolescent eating behavior. *Journal of Adolescent Health*. doi:https://doi.org/10.1016/1054-139X(95)00125-C
- Devonport, T., Nicholls, W., & Fullerton, C. (2017). A systematic review of the association between emotions and eating behaviour in normal and overweight adult populations. *Journal of Health Psychology*, *24(1)*. doi:https://doi.org/10.1177/1359105317697813
- Domínguez-Vásquez, P., Olivares, S., & Santos, J. (2008). Influencia familiar sobre la conducta alimentaria y su relación con la obesidad infantil. *Scielo*, *58(3)*. Obtenido de

- [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222008000300006&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222008000300006&script=sci_arttext)  
EUFIC. (2006). Los factores determinantes de la elección de alimentos. *Food facts for healthy choices*. Obtenido de <https://www.eufic.org/es/vida-sana/articulo/los-factores-determinantes-de-la-eleccion-de-alimentos/>
- Eysenck, H. (1947). *Dimensions of personality*. Routledge.
- Eysenck, H. J. (1997). *EPQR*. Madrid: TEA. Obtenido de <https://datos.bne.es/obra/XX2523192.html>
- Feist, J., Feist, G. J., & Robert, T.-A. (2014). La teoría factorial basada en la biología de Eysenck. En J. Feist, G. J. Feist, & T.-A. Robert, *Teorías de la personalidad* (Octava Edición ed., pág. 262).
- Garner, & Garfinkel. (1988). *EAT-26*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5855294.pdf>
- Grimm, L. R., & Steinle, N. y. (2021). *Nutrition Reviews*, 52-60.
- Jiménez, M. B. (2015). Mecanismos de relación entre la personalidad y los procesos de salud - enfermedad. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia.*, 163-184. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5280335>
- Latino, López, & Medina. (2013). *Factores Nutricionales y psicológicos que predisponen al desarrollo de trastornos alimentarios, del tipo de anorexia y bulimia, en estudiantes de 4to y 5to año del Instituto Central Dr. Carlos Vega Bolaños de la Ciudad de Masaya*.
- Osorio E, J., Weisstabu N, G., & Castillo D, C. (2002). *DESARROLLO DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN LA INFANCIA Y SUS ALTERACIONES*. *Revista Chilena de Nutrición*. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182002000300002>
- Pérez, A. M. (2020). Rol de la emoción en la conducta alimentaria. *Revista chilena de nutrición*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000200286>
- Robinson, E., Blissett, J., & Higgs, S. (2013). Social influences on eating: implications for nutritional interventions. *Nutrition Research Reviews*, 166-176. doi:<https://doi.org/10.1017/S09544224413000127>
- Sánchez, R., & Ledesma, R. (2007). Los Cinco Grandes Factores: Como entender la personalidad y como evaluarla. *Conocimiento para la transformación*, 131-160. doi:<http://dx.doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.4>
- Slochow, J. A. (1983). *Excessive eating: The role of emotions and environment*. Human Sciences Press. Obtenido de <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000139011>
- Strien, V., Frijters, & Roosen. (1985). Eating behavior, personality traits and body mass in women. *Addictive Behaviors*. doi:[https://doi.org/10.1016/0306-4603\(85\)90029-2](https://doi.org/10.1016/0306-4603(85)90029-2)
- Trindade, A. P., Appolinario, J., & Nazar, B. P. (2019). Eating disorder symptoms in Brazilian university students. *Brazilian Journal of Psychiatry* 41 (2), 179-187. doi:<https://doi.org/10.1590/1516-4446-2018-0014>



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18478>

## Tratamiento de las ideas alternativas que poseen los estudiantes de Biología sobre energía

### Addressing alternative ideas held by biology students about energy

**Cristhiam José López López**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

[cristhiam.lopez@unan.edu.ni](mailto:cristhiam.lopez@unan.edu.ni)

<https://orcid.org/0000-0001-9366-1980>

**RECIBIDO**

14/12/2023

**ACEPTADO**

18/07/2024

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito analizar la incidencia de las estrategias didácticas en el tratamiento de las ideas alternativas de los estudiantes del primer año de la carrera de Biología del turno sabatino de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua sobre los conceptos de energía. La investigación tiene un enfoque cualitativo, de tipo descriptiva, prospectiva y de carácter transversal, donde se aplicó un cuestionario el cual sirvió como pre-test y post-test a una muestra de 33 estudiantes matriculados en la asignatura de Introducción a la Física. Los resultados indican que el uso de estrategias didácticas incidió de forma positiva en el aprendizaje de los estudiantes, ya que lograron modificar en gran medida las ideas alternativas que presentaban al inicio de la Unidad III: Energía. Además, que lograron comprender el concepto de energía y sus propiedades desde una perspectiva científica. Por otro lado, a pesar del proceso de instrucción existe un porcentaje de estudiantes que aún manifiestan ideas alternativas sobre energía, tales como: La energía se crea, la energía es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo, el calor es energía, la energía se pierde, entre otras. Esto indica que las ideas alternativas son resistentes al cambio por el hecho de estar muy arraigadas en el individuo.

## PALABRAS CLAVE

Cambio conceptual; estrategias didácticas; ideas alternativas.



## ABSTRACT

The purpose of this work is to analyze the incidence of didactic strategies in the use of alternative ideas of first year Biology students of the Saturday shift of the National Autonomous University of Nicaragua (UNAN-Managua) on the concepts of energy. The research has a qualitative, descriptive, prospective and cross-sectional approach, where a questionnaire was applied as a pre-test and post-test to a sample of 33 students enrolled in the course of Introduction to Physics. The results indicate that the use of didactic strategies had a positive impact on the students' learning, since they were able to modify to a great extent the alternative ideas they presented at the beginning of Unit III: Energy. In addition, they were able to understand the concept of energy and its properties from a scientific perspective. On the other hand, despite the instruction process there is a percentage of students who still manifest alternative ideas about energy, such as: Energy is created, energy is the capacity that a body has to do work, heat is energy, energy is lost, among others. This indicates that alternative ideas are resistant to change because they are deeply rooted in the individual.

## KEYWORDS

Conceptual change; didactic strategies; alternative ideas.

## INTRODUCCIÓN

Las ideas alternativas juegan un papel importante durante el abordaje de un contenido disciplinar, porque son la base para la construcción de nuevos aprendizajes, es por ello, que el docente las debe retomar y gestionar mediante el uso de estrategias didácticas que permitan producir en los estudiantes un cambio conceptual. En el caso, de la temática de energía, es importante que se enseñe adecuadamente los conceptos implicados, por lo cual, es necesario identificar y brindar un tratamiento a las ideas alternativas que poseen los estudiantes, ya que esta acción permitirá que ellos logren comprender y explicar los fenómenos que ocurren en su contexto desde una perspectiva científica, así como la toma de conciencia con el uso de la energía.

Rubio (2012) implementó una propuesta didáctica en la que se toma en cuenta las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre energía, la propuesta contribuyó a una mejor comprensión del concepto de energía, además, potenció la capacidad de observar, deducir, predecir, organizar y jerarquizar información en los estudiantes. Zapata (2013), aplicó una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para propiciar en los estudiantes un aprendizaje significativo sobre los conceptos de energía, dicha propuesta facilitó el cambio conceptual en cuanto a la interpretación científica de los conceptos: Energía, trabajo y calor.

Rocha et al. (2013), en su investigación destacan que las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de la temática de energía se vinculan con la asociación de los conceptos científicos con aspectos de la vida cotidiana, los cuales resultan muy difíciles de modificar con métodos tradicionales. Lúquez Díaz (2017), en su investigación referida a la aplicación de propuesta metodológica para la enseñanza del enfoque de Reducción de Riesgo de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC), en la unidad III: Energía de la asignatura de Introducción a la Física, encontró que dicha propuesta contribuyó a que los estudiantes se apropiaran de los conocimientos científicos de la unidad de energía a partir de sus ideas previas.

### Fundamentación teórica

Para que los estudiantes logren construir aprendizajes acordes a lo que plantea la ciencia, es necesario que el docente retome las ideas alternativas que poseen los estudiantes, debido a que esta acción facilitará que ellos vinculen lo conocido con lo que aprenderán. Respecto a esto Pichardo et al. (2020) mencionan que “Dichas ideas son un elemento primordial para considerar en el proceso educativo, ya que el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante relaciona la información nueva con las que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en el proceso” (p. 16).

Las ideas alternativas corresponden a construcciones que los individuos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, asimismo brindar explicaciones, descripciones o predicciones (Bello, 2004). Por otro lado, Gómez (2017) destaca que las ideas alternativas se originan por el hecho que los individuos tienen experiencias previas con la mayor parte de los conceptos científicos en la vida cotidiana, antes de recibir algún tipo de enseñanza o cuando ocurre un proceso de instrucción.

De lo anterior, se puede decir que se denomina idea alternativa a la existencia de ideas que permitan al estudiante, interpretar y explicar un proceso o fenómeno que discute,



aunque no este acorde a lo que plantea la ciencia. Otro elemento indispensable sobre las ideas alternativas son las características que poseen, entre las más sobresaliente están: Tratarse de construcciones personales producto de sus experiencias personales (ideas del sentido común), incorrectas desde el punto de vista de la ciencia, compartidas por personas de muy diversas características y resistentes al cambio, incluso después de que el estudiante ha recibido un proceso de instrucción (Muñoz, 2005).

Existen una variedad de ideas alternativas que presentan los estudiantes cuando se aborda la temática de energía, respecto a esto Bañas et al. (2004), mencionan que los estudiantes presentan ideas alternativas sobre los conceptos de conservación y degradación de la energía, entre las cuales están: La energía se gasta, se consume, se acaba, no se conserva y se puede generar descansando.

Sobre esa misma línea, Velásquez (2012) expresa que los estudiantes poseen ideas alternativas al considerar la energía como ingrediente, un elemento funcional en los aparatos, la capacidad de los cuerpos para realizar trabajo, igual a fuerza, además de vincularlo con la motivación y con actividad física. Rubio (2012), destaca las siguientes ideas alternativas: Los cuerpos inanimados no tienen energía, como un tipo de combustible que se puede usar y almacenar en los aparatos o en los seres vivos, la energía se puede gastar o consumir. Asimismo, asocian al calor como un tipo de energía y vinculan los conceptos de fuerza, electricidad, movimiento y energía como si tuvieran el mismo significado.

Los estudiantes al poseer una variedad de ideas alternativas sobre los conceptos de energía, se hace difícil que existan una modificación de ellas sino se consideran en los procesos de aprendizaje. Por tal razón, es fundamental que el docente utilice estrategias didácticas que permitan poner en crisis las ideas alternativas que poseen los estudiantes y por ende producir en ellos un cambio conceptual, lo cual implicará que logren adquirir aprendizajes acordes a lo que plantean las ciencias. Al respecto Raya (2010) destaca que un aprendizaje es significativo cuando se considera las ideas que posee el estudiante, siempre y cuando la información que recibe es lógica y favorezca los vínculos entre lo que conoce y lo que va a aprender.

Cuando el docente brinda una adecuada gestión de las ideas alternativas que presentan los estudiantes, contribuye en gran medida en modificar dichas ideas. Al respecto, Bello (2004), señala que cuando las ideas alternativas de los estudiantes se transforman hacia conceptos más cercanos a lo que plantea la ciencia, ocurre un cambio conceptual. Asimismo, Brenes et al. (2020) establecen que “la sustitución o modificación de los conceptos que posee un estudiante, así como la transformación de los procesos mediante los que se manejan dichos conceptos, se conoce como cambio conceptual” (p. 28). Lo antes expuesto, deja en evidencia que cuando los estudiantes logran asimilar y comprender los aspectos científicos, son capaces de modificar sus ideas alternativas.

Todo ello, plantea que es necesario la gestión de las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre los conceptos de energía mediante la utilización de estrategias didácticas que estén acordes a sus necesidades. Además, que las estrategias que se utilicen deben facilitar la indagación y tratamiento de estas ideas para lograr el cambio conceptual. Por lo tanto, es conveniente reflexionar en relación con las siguientes preguntas: ¿Qué ideas alternativas poseen los estudiantes del primer año de Biología sobre los conceptos de energía? Y ¿Cómo incide el uso de estrategias didácticas en el tratamiento de las ideas alternativas de los estudiantes del primer año de la carrera de Biología del turno sabatino?

La presente investigación tiene como objetivo analizar la incidencia de las estrategias didácticas en el tratamiento de las ideas alternativas que poseen los estudiantes del primer año de la carrera de Biología del turno sabatino de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua sobre los conceptos de energía. En este proceso se consideró las ideas alternativas que poseían los estudiantes durante el abordaje de la Unidad III: Energía. Además, se efectuó un proceso de gestión de estas ideas mediante estrategias como el estudio de caso, ilustraciones y actividades experimentales para lograr un cambio conceptual. Estas estrategias son fundamentales en la formación de los estudiantes como futuros docentes y en la comprensión de fenómenos que ocurren en el contexto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación responde a un enfoque cualitativo y de tipo descriptivo, debido a que se analizó la incidencia de las estrategias didácticas utilizadas en el tratamiento de las ideas alternativas de los estudiantes del primer año de Biología durante el estudio de la Unidad III: Energía. Cabe mencionar que, el enfoque cualitativo muestra la realidad en su contexto natural, además que permite informar con objetividad, claridad y precisión acerca del fenómeno observado, lo cual facilita que el investigador se aproxime a un sujeto real y que puede ofrecer información sobre sus propias experiencias (Hernández et al., 2014).

Según la ocurrencia de los hechos y registro de la información, la investigación es prospectiva (de Canales et al., 1994). Por otro lado, de acuerdo con el periodo, este estudio es de orden transversal, puesto que, el trabajo se llevó a cabo durante el segundo semestre académico 2020.

La muestra estuvo conformada por 33 estudiantes del primer año de la carrera de Biología del turno sabatino de la UNAN-Managua. Esta fue seleccionada aplicando un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se trabajó con el grupo asignado al docente, es decir los estudiantes matriculados en la asignatura de Introducción a la Física durante el segundo semestre académico 2020, de los cuales 24 eran mujeres y 9 varones.

### Etapas de la investigación

#### **Eta**pa 1. Planteamiento de la propuesta de estrategias didácticas

La propuesta de estrategias didácticas responde a las necesidades de los estudiantes del primer año de Biología, porque la misma permitió considerar las ideas alternativas que poseían en la temática de energía. Además, que se llevó a cabo un proceso de gestión de dichas ideas con el fin de lograr un cambio conceptual en los estudiantes. Al respecto Rubio Pinto (2012), hace referencia que un buen diseño didáctico debe estar en correspondencia a las necesidades de los estudiantes, es decir, orientado a superar las dificultades de aprendizaje.

Según los autores Silva-Manrique et al. (2021) y Macías Medina (2021) mencionan que las estrategias didácticas son las herramientas que utiliza el docente de forma consciente e intencionada para alcanzar una meta u los objetivos previamente planteados, que en este caso corresponde a la construcción de aprendizaje útiles en la formación de los estudiantes. De igual manera, las estrategias didácticas permiten el desarrollo de habilidades, destrezas, actitudes y valores que le permita actuar de forma responsable en el contexto en que se desenvuelve (Gallo Águila, 2021).

Para lograr el cambio conceptual, es decir, que los estudiantes obtuvieran aprendizajes acordes a lo que dicta la ciencia, fue indispensable el uso de estrategias didácticas, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1  
Estrategias utilizadas para el tratamiento de las ideas alternativas.

Estudios de casos	Actividades experimentales	Ilustraciones
Dicha estrategia consiste en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real que se deseen estudiar, analizar e interpretar. De esta manera, preparar a los alumnos en la generación de posibles soluciones de las situaciones planteadas desde una perspectiva científica, es decir, que los estudiantes relacionen los aspectos teóricos con la práctica.	Esta estrategia incide de forma satisfactoria en el aprendizaje de los estudiantes, es decir en lo cognitivo (adquisición conocimientos científicos), lo procedimental y actitudinal, mediante la observación crítica, el análisis reflexivo, manipulación de equipos o instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, el uso de las fuentes de información y los métodos que utiliza para la solución de problemas.	Esta estrategia contribuye de manera positiva y efectiva para la representación del mundo real a los estudiantes, es decir, que impacta positivamente los procesos de aprendizaje, dándoles un carácter más significativo y contextualizado. Cabe mencionar que, la estrategia basada en ilustraciones permite mantener la atención, interés y motivación de los estudiantes; asimismo favorece la retención de la información y su organización.

La propuesta de estrategias didácticas considera el modelo por competencia, ya que se procuró incidir de forma positiva en la formación integral de los estudiantes en los tres tipos de saberes: El conceptual (Saber), procedimental (El saber hacer) y el actitudinal (ser) (Mendoza Guerra, 2021; Palma y Linares, 2020). Otro aspecto que destacar, es que las estrategias utilizadas en la propuesta se vinculan directamente con el enfoque por competencia, por el hecho que se indagaron y se gestionaron las ideas alternativas de los estudiantes, con el fin de lograr en ellos un cambio conceptual.

**Etapa 2. Aplicación de las estrategias didácticas**

Las estrategias didácticas se implementaron con los estudiantes del primer año de Biología, durante el desarrollo de la Unidad III: Energía. La misma se desarrolló en 3 tres sesiones de clase y con una duración de 3.5 h por encuentro. Este tiempo permitió el tratamiento de las ideas alternativas de los estudiantes como punto de partida para la construcción de aprendizajes acorde a lo que plantea la ciencia.

Las estrategias didácticas se aplicaron en los diferentes momentos del aprendizaje. Para la etapa de indagación de las ideas alternativas se utilizó la estrategia estudios de caso. Para la etapa de estructuración, donde los estudiantes comprendieran e interiorizaran los conceptos vinculados con energía se emplearon las estrategias: Estudios de casos y las ilustraciones.

Para la aplicación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes del primer año de Biología, se utilizó los estudios de casos y la actividad experimental ya que se pretende seguir un hilo conductor para la identificación y gestión de las ideas alternativas que presentan los estudiantes sobre la parte energética, esto con la finalidad de producir un

cambio conceptual. Las estrategias, antes mencionadas también permitieron brindar un rol protagónico al estudiante para la construcción de su propio aprendizaje.

### **Etapas 3. Aplicación de instrumento para pre-test y post-test**

Para recopilación de la información se diseñó un cuestionario el cual estaba conformado por un ítem de datos generales, más 8 ítems de situaciones vinculadas a la energía. Este instrumento se aplicó antes del abordaje de la Unidad III: Energía con la finalidad de identificar las ideas alternativas de los estudiantes sobre la temática antes mencionadas. Estas ideas fueron relevantes, porque se consideraron a lo largo de la implementación de las estrategias didácticas para potenciar el cambio conceptual. En esta etapa el cuestionario sirvió como pre-test.

Al finalizar la Unidad III: Energía se aplicó nuevamente el cuestionario (post-test) para verificar la incidencia de las estrategias en el tratamiento de las ideas alternativas de los estudiantes. Sin embargo, en el artículo solo se presentarán los resultados vinculados al concepto de energía (ítem 3) y sus propiedades (ítems 4, 5, 6 y 7).

### **Etapas 4. Procesamiento de la información**

Para el análisis de los datos obtenidos, primeramente, se transcribieron las respuestas brindadas por los informantes en un formato de Word, luego se codificaron y se agruparon las respuestas que coincidieron en cada uno de los ítems. Para mostrar los resultados se utilizaron tablas que permitieron una mejor comprensión de los datos. Es importante señalar que, se contó con el consentimiento informado de cada participante, asimismo, la información fue recopilada de forma anónima.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Este apartado contiene los resultados obtenidos del cuestionario (pre-test y post-test) aplicado a los estudiantes del primer año de la carrera de Biología, quienes participaron durante el abordaje de la Unidad III: Energía a través de las estrategias didácticas: estudios de casos, actividades experimentales e ilustraciones.

### **Pre-test: Ideas alternativas de los estudiantes sobre el concepto de energía y sus propiedades**

Respecto al ítem 3 (ver tabla 2), se planteó una situación con el fin de conocer las ideas alternativas de los estudiantes sobre el concepto de energía. El 21% de los estudiantes seleccionaron el inciso a), considerando que la energía es un elemento necesario para que los aparatos funcionen y los seres vivos puedan vivir; argumentando lo siguiente: Un 3% menciona que *nuestro cuerpo nos proporciona energía cuando nos hemos alimentado*, el 12% plantea que *la energía es un alimento que ayuda a los seres vivos y a los aparatos para que funcionen*, asimismo, un 3% menciona que *la energía se encuentra en todas partes* y un 3% no justificaron su elección.

El 46% de los estudiantes seleccionaron el inciso b), destacando que la energía es la que brinda la capacidad para que los cuerpos logren efectuar un trabajo. Las explicaciones dadas por son: El 3% argumenta que cada cuerpo necesita energía para poder realizar sus capacidades, un 25% menciona que la energía brinda la capacidad a un cuerpo para realizar un trabajo, un 3% supone que un cuerpo no puede desplazarse sin energía, otro 12% considera que los cuerpos necesitan energía como los aparatos para realizar

un trabajo y un 3% señala que la energía es otorgada a toda clase de proceso, ya sea metabólico, eléctrico, entre otros.

Por otro lado, el 21% de los estudiantes eligieron el inciso c), definiendo que la energía es una característica propia o exclusiva de los cuerpos, lo cual es correcto desde el punto de vista de la ciencia. Los estudiantes explicaron su elección al mencionar que todos los cuerpos poseen energía.

El 9% de los estudiantes seleccionaron el inciso d), por lo que indican que la energía está presente en los alimentos y bebidas que consumimos y esta nos permite realizar todas las actividades cotidianas; las respuestas dadas son: El 6% señala que los alimentos proporcionan energía nutritiva hacia el cuerpo y un 3% plantea que la energía nos brinda las fuerzas para poder realizar nuestras funciones; por otro lado, un 3% de los estudiantes no respondieron.

Las ideas alternativas que presentan los estudiantes según la elección de los incisos a), b) y d) se vinculan con experiencias del contexto (Gómez, 2017). Además, que los estudiantes asocian la energía como un ingrediente, como la capacidad de efectuar trabajo o actividad física (Velázquez, 2012). Otro aspecto es que, los estudiantes asocian la energía con movimiento y electricidad, considerando que tienen el mismo significado (Rubio, 2012).

Tabla 2  
Ideas alternativas manifestadas por los estudiantes sobre el concepto de energía.

Crterios	Respuestas	Frecuencia
Inciso a)	Nuestro cuerpo nos proporciona energía cuando nos hemos alimentado.	3%
	La energía es un alimento que ayuda a los seres vivos y a los aparatos para que funcionen.	12%
	La energía se encuentra en todas partes.	3%
	No justificaron.	3%
Inciso b)	Cada cuerpo necesita energía para poder realizar sus capacidades.	3%
	La energía brinda la capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo.	25%
	Un cuerpo no puede desplazarse sin energía.	3%
	Los cuerpos necesitan energía como los aparatos para realizar un trabajo.	12%
	La energía es otorgada a toda clase de proceso, ya sea metabólico, eléctrico, etc.	3%
Inciso c)	Todos los cuerpos poseen energía	21%
Inciso d)	Los alimentos proporcionan energía nutritiva hacia el cuerpo.	6%
	La energía nos brinda las fuerzas para poder realizar nuestras funciones.	3%
No respondieron	-----	3%

Nota. Resultados del pre-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

En relación con el ítem 4 (ver tabla 3), este se elaboró con el objetivo de identificar las ideas alternativas de los estudiantes sobre la transformación de la energía. Para tal fin, se les planteó una situación referida al proceso de fotosíntesis que realizan las plantas. El 12% de los estudiantes seleccionaron el inciso a) en la que consideran la energía solar se convierte en otro tipo de energía que aprovechan las plantas para la liberación de oxígeno, argumentando lo siguiente: Un 3% señala que *el sol no solo es para las plantas, sino para otros cuerpos*, otro 3% considera que *la energía solar se utiliza para proporcionar un trabajo* y un 6% de los estudiantes no justificó su elección.

Sobre estos resultados se evidencia que a pesar de que los estudiantes reconocen que la energía posee la propiedad de poder transformarse de un tipo de energía a otra, no logran identificar el tipo de energía en que se transforma la energía solar para que las plantas realicen el proceso de fotosíntesis.

Un 30% de los estudiantes seleccionaron el inciso b), indicando que en el proceso de fotosíntesis la energía solar se transforma en energía química aprovechable para las plantas, además en dicho proceso se libera oxígeno, lo cual es acertado desde el punto de vista de la ciencia; sin embargo, las explicaciones que brindaron se asocian a sus experiencias cotidianas (Bello, 2004).

Las explicaciones dados fueron: Un 3% considera que la energía solar ayuda en muchos aspectos, otro 3% señala que la energía solar realiza el proceso de liberación de oxígeno y también se utiliza como energía química, otro 3% menciona que el proceso de fotosíntesis genera energía solar y libera oxígeno, un 3% manifiesta que la energía térmica de los rayos ultravioleta del sol es tomada por la planta para producir nutrientes y oxígeno, asimismo, un 3% indica que las plantas crean energía útil para los seres vivos, un 9% destaca que la energía se transforma y con dicha energía podrá crecer la planta, y un 6% de los estudiantes no justificaron su elección.

A pesar de que los estudiantes seleccionaron la respuesta correcta sobre la transformación de la energía, las explicaciones que brindan se vinculan con sus experiencias cotidianas al mencionar que la energía solar es necesaria para las actividades cotidianas y para el proceso de fotosíntesis, la energía se crea, la planta utiliza la energía para crecer y liberar oxígeno, entre otras. Por lo tanto, se logra evidenciar que los estudiantes tienen dificultades para explicar las transformaciones energéticas que se producen en esta situación, ya que no mencionan que la energía es necesaria para que ocurra el proceso de fotosíntesis debido a que en dicho proceso la energía se transforma de energía solar a energía química la cual es aprovechada por la planta.

Por otro lado, un 15% de los estudiantes escogieron el inciso c) indicando que en el proceso de fotosíntesis se debe a que el calor proveniente del sol se transforma en energía química, lo cual aprovechan las plantas para la producción de oxígeno. Las respuestas dadas son, un 9% argumentan que el calor del sol se convierte en energía para la planta, el 3% indica que la energía es calor, la cual se transforma en otros tipos de energía y un 3% señala que el calor la utiliza la planta para producir oxígeno.

Además, un 34% de los estudiantes seleccionaron el inciso d) considerando que la energía en forma de calor hace que la planta cree energía útil, la cual aprovecha para la liberación de oxígeno, las explicaciones brindadas fueron: Un 19% plantea que la energía en forma de calor hace que la planta cree energía, un 6% mencionan que las plantas necesitan de la luz solar para transformarla en calor, un 6% señala que la energía térmica hace posible la fotosíntesis, un 3% no justificó su elección y por último un 9% no respondieron.



Con relación a lo anterior, es evidente que los estudiantes consideran el calor como un tipo de energía (Rubio, 2012), lo cual es incorrecto, ya que, desde el punto de vista científico, el calor, es un proceso de transferencia de energía entre dos cuerpos o más debido a una diferencia de temperatura, además, este proceso cesa cuando alcanzan el equilibrio térmico.

Tabla 3  
Transformación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes.

Crterios	Respuestas	Frecuencia
Inciso a)	El sol no solo es para las plantas, sino para otros cuerpos.	3%
	La energía solar se utiliza para proporcionar un trabajo.	3%
	No justificaron	6%
Inciso b)	La energía solar ayuda en muchos aspectos.	3%
	La energía solar realiza el proceso de liberación de oxígeno y también se utiliza como energía química.	3%
	El proceso de fotosíntesis genera energía solar y libera oxígeno.	3%
	La energía térmica de los rayos ultravioleta del sol es tomada por la planta para producir nutrientes y oxígeno.	3%
	Las plantas crean energía útil para los seres vivos.	3%
	La energía se transforma y con dicha energía podrá crecer la planta.	9%
	No justificaron	6%
Inciso c)	El calor se convierte en energía para la planta.	9%
	La energía es calor, la cual se transforma en otros tipos de energía.	3%
	El calor la utiliza la planta para producir oxígeno.	3%
Inciso d)	La energía en forma de calor hace que la planta cree energía.	19%
	Las plantas necesitan de la luz solar para transformarla en calor.	6%
	La energía térmica hace posible la fotosíntesis.	6%
	No justificaron	3%
No respondieron	-----	9%

Nota. Resultados del pre-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 5 se planteó con la intención de indagar las ideas alternativas de los estudiantes sobre la conservación de la energía (ver tabla 4), aquí se les presentó una ilustración de un radio en funcionamiento y en el cual se transforman 3 J de energía eléctrica a 5 J de energía sonora. Donde 6% asegura que existen varios tipos de energía, un 64% mencionan que, si ocurre, dejando en evidencia que los estudiantes desconocen que existe una ley que restringe la situación planteada (Bañas et al., 2004).

En cambio, un 3% destaca que no ocurre, lo cual es correcto desde el punto de vista científico, sin embargo a pesar de que ellos son consciente que este fenómeno no se produce en la naturaleza, los mismos no logran hacer mención que este fenómeno no ocurre debido a ley de conservación de la energía, la cual establece que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma, se transfiere, se degrada y se conserva, es decir, que está magnitud física permanece constante independientemente del proceso que se produzca en la naturaleza y por último un 27% no respondieron.

Tabla 4  
Conservación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes

Crterios	Respuestas	Frecuencia
¿Estás de acuerdo con lo que expresa la figura con relación a la energía?	Existen varios tipos de energía.	6%
	Si ocurre.	64%
	No ocurre.	3%
No respondieron	-----	27%

Nota. Resultados del pre-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 6, se presentó con finalidad de conocer las ideas alternativas que presentan los estudiantes sobre la degradación de la energía (ver tabla 5). Las respuestas fueron: Un 15% menciona que no es posible utilizarla porque es energía no renovable, un 3% considera que no ocurre, porque no serán las mismas partículas, un 3% señala que no ocurre porque la energía se evapora en el ambiente, otro 3% indica que no se puede utilizar la energía utilizada al planchar, asimismo, un 3% manifiesta que la energía una vez utilizada no se puede alterar el curso, un 3% argumenta que no ocurre porque no tendría el mismo grado de calor, otro 3% expresa que la energía utilizada no es reutilizable pues ya está fuera del medio por el cual se empleó.

Aunque este porcentaje de estudiantes es consciente que la energía que se utiliza de una forma es imposible que se vuelva a utilizar de la misma manera, los mismos no interpretan científicamente esta propiedad de la energía, como lo es la degradación (Bañas et al., 2004), ya que no explican que cuando cierta cantidad de energía se transforma en otras formas de energía, su capacidad de utilización disminuye, es decir, se va transformando en otras energías menos aprovechables para el ser humano.

Por otro lado, un 9% menciona que es posible porque la energía queda en el ambiente, lo cual es incorrecto desde el punto de vista científico, porque la energía con cada transformación que sufre, esta va perdiendo su calidad, por ende, es imposible reutilizarla y por último un 58% no respondieron.

Tabla 5  
Degradación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes.

Crterios	Respuestas	Frecuencia
¿Será posible utilizar nuevamente la energía usada para planchar la ropa y la que se transfiere al medio?	No es posible utilizarla porque es energía no renovable.	15%
	No ocurre, porque no serán las mismas partículas.	3%
	No porque la energía se evapora en el ambiente.	3%
	No se puede utilizar la energía utilizada al planchar.	3%

	Una vez utilizada no se puede alterar el curso.	3%
	No ocurre porque no tendría el mismo grado de calor.	3%
	La energía utilizada no es reutilizable pues ya está fuera del medio por el cual se empleó.	3%
	Es posible porque la energía queda en el ambiente.	9%
No respondieron	-----	58%

Nota. Resultados del pre-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 7, tenía como propósito identificar las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre los procesos energéticos, para ello se plantearon dos imágenes alusivas a un circuito eléctrico (imagen a) y a la de un joven pateando un balón de fútbol (imagen b).

Respecto a la imagen a), los estudiantes brindan las siguientes explicaciones: Un 40% menciona que el circuito existe energía eléctrica, el 3% menciona que se emplea dos tipos de energía la física y la de la batería, un 9% destaca que existe energía térmica, otro 3% manifiesta que ocurre un proceso de energía eléctrica cuando el voltaje está en contacto con las dos bujías, un 6% indica que la batería transmite energía eléctrica a través de los alambres, un 12% explica que los bombillos se encienden porque a través de los cables recorre energía que se encuentra en la batería y un 3% justifica que en el circuito ocurre un proceso energético para obtener luz artificial y por último un 24% no respondieron.

Se logra evidenciar que los estudiantes (76%) desconocen que en los procesos energéticos está presente la transformación, degradación, transferencia y conservación, las cuales permiten explicar correctamente en la situación planteada, por lo tanto, las explicaciones que brindan corresponden a experiencias cotidianas, ya que ellos aluden que en el funcionamiento del circuito eléctrico ocurre porque se emplea la energía física (Velásquez, 2012), existe energía eléctrica cuando el voltaje está en contacto con las bujías, entre otras. Asimismo, no identifican adecuadamente los tipos de energía presentes en la imagen a) y que la misma se puede transformar en otros tipos de energía.

Con relación a la imagen b), los estudiantes no identificaron que el trabajo explica la situación planteada. Un 28% argumenta que el joven al patear el balón posee energía física, un 3% señala que el joven tiene energía para patear el balón, un 3% indica que existe energía interna, otro 3% considera que existe energía química, un 3% destaca que el joven tiene energía dinámica. Lo anterior deja en evidencia que los estudiantes no identifican adecuadamente los tipos de energía presentes en la situación.

Además, un 3% plantea que el joven mediante su energía podrá transmitir velocidad al balón al patearlo, un 3% argumenta que en esta situación ocurre un proceso energético eólico y mantener movimiento, otro 3% argumenta que se produce energía al impulsar la pierna hacia el balón, el 6% justifica que la energía del cuerpo permite tirar una patada hacia el balón, otro 6% señala que la pelota viaja por la fuerza y energía aplicada en la patada, un 3% plantea que en la situación está presente la energía cinética, la cual se produce gracias a un proceso interno o externo, el 3% menciona la potencia del futbolista, un 3% argumenta que la energía genera la capacidad de realizar un trabajo y un 30% de no respondieron.

Respecto a los resultados mencionados anteriormente, es evidente que los estudiantes consideran que la energía es algo que acumulan los cuerpos y que es liberada al momento de interactuar con otro cuerpo, lo que induce a vincular el trabajo como energía acumulada y no como un proceso de transferencia de energía (Velásquez, 2012).

Tabla 6  
Procesos energéticos según ideas alternativas de los estudiantes

Imágenes	Respuestas	Frecuencia
Imagen a) 	Energía eléctrica.	40%
	Se emplea dos tipos de energía la física y de la batería.	3%
	Energía térmica	9%
	Ocurre un proceso de energía eléctrica cuando el voltaje está en contacto con las dos bujías.	3%
	La batería transmite energía eléctrica a través de los alambres.	6%
	Los bombillos se encienden porque a través de los cables recorre energía que se encuentra en la batería.	12%
	Proceso energético para obtener energía artificial.	3%
	No respondieron	24%
Imagen b) 	Energía física	28%
	El joven tiene energía para patear el balón	3%
	Energía interna	3%
	Energía química	3%
	Energía dinámica	3%
	El joven mediante su energía podrá transmitir velocidad al balón al patearlo.	3%
	Proceso energético eólico y mantener movimiento.	3%
	Produce energía al impulsar la pierna hacia el balón.	3%
	La energía del cuerpo permite tirar una patada hacia el balón.	6%
	La pelota viaja por la fuerza y energía aplicada en la patada.	6%
	Energía cinética la cual se produce gracias a un proceso interno o externo.	3%
	La potencia del futbolista.	3%
	La energía genera la capacidad de realizar un trabajo.	3%
	No respondieron.	30%

Nota. Resultados del pre-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

**Post-test: Modificación de ideas alternativas sobre el concepto de energía y sus propiedades**

Con la aplicación de las estrategias didácticas: estudios de casos, actividades experimentales e ilustraciones se obtuvieron mejores resultados, que a continuación se detallan. En el ítem 3 (ver tabla 7). Un 6% seleccionó el inciso a) por tanto considerando que la energía es un elemento necesario para que los aparatos funcionen y los seres vivos puedan vivir, solo el 3% explicó que es un elemento necesario para que los aparatos

funcionen y el otro 3% no argumento. Por otro lado, el 15% de los estudiantes eligieron el inciso b), definiendo de esta forma que la energía es la que brinda la capacidad para que los cuerpos logren efectuar un trabajo, donde el 12% plantea la energía como la capacidad de los cuerpos para efectuar trabajo y el 3% plantea que la energía está presente en los alimentos y en las actividades que realizamos.

Es evidente que los estudiantes tienen ideas alternativas sobre el concepto de energía: Asocian la energía como algo funcional y no hacen referencia que es una propiedad de la materia, que se puede manifestar de diferentes formas, asimismo, con la capacidad que tienen los cuerpos para efectuar trabajo, un ingrediente presente en los alimentos y como algo necesario para realizar las actividades diarias (Rubio, 2012).

En cambio, un 64% de los estudiantes seleccionaron el inciso c), considerando de esta forma que la energía es una característica propia o exclusiva de los cuerpos, pero solo el 58% planteos argumentos acertados según la ciencia: El 15% mencionan que la energía es característica propia de los cuerpos, lo cual les permite realizar trabajo, otro 15% argumenta que todos los cuerpos poseen energía, ya sea que estén en reposo o en movimiento, asimismo el 28% asevera que la energía es una propiedad de los cuerpos. La energía se puede transformar, transferir, degradar y conservar. Sin embargo, un 6% de los estudiantes manifiestan ideas alternativas, ya que el 3% plantea que la energía se encuentra en todas partes y por último un 3% señala que la energía la podemos producir al comer, bailar, reír, entre otras (Velázquez, 2012).

Un 6% de los estudiantes seleccionaron el inciso d), definiendo de esta forma que la energía está presente en los alimentos y bebidas que consumimos y esta nos permite realizar todas las actividades cotidianas, argumentando que la energía está presente en los alimentos, lo cual permite que el cuerpo pueda realizar muchas actividades. Por otro lado, el 6% de los estudiantes seleccionaron los incisos b) y c), considerando que la energía es una capacidad única de los cuerpos y gracias a ella se puede efectuar trabajo, y por último un 3% no respondieron.

Estos resultados reafirman que los estudiantes tienen muy arraigado las ideas alternativas (Muñoz, 2005), porque consideran la energía como un ingrediente que está presente solamente en los alimentos, lo que implica que no consideran que una roca, una flor, un animal, entre otras, posee energía, asimismo asocian la energía como una capacidad, que les permite a los cuerpos realizar trabajo (Velázquez, 2012).

Tabla 7  
Ideas alternativas manifestadas por los estudiantes sobre el concepto de energía.

Criterios	Respuestas	Frecuencia
Inciso a)	Es un elemento necesario para que los aparatos funcionen.	3%
	No justificaron su elección.	3%
Inciso b)	Capacidad de los cuerpos para efectuar trabajo.	12%
	La energía está presente en los alimentos y en las actividades que realizamos.	3%

Inciso c)	Es una característica de los cuerpos, lo cual les permite realizar trabajo.	15%
	Todos los cuerpos poseen energía, ya sea que estén en reposo o en movimiento.	15%
	Es una propiedad de los cuerpos. La energía se puede transformar, transferir, degradar y conservar.	28%
	La energía se encuentra en todas partes.	3%
	La energía la podemos producir al comer, bailar, reír, cantar, etc.	3%
Inciso d)	La energía está presente en los alimentos y esta permite que el cuerpo pueda realizar muchas actividades.	6%
Incisos b) y c)	La energía es una capacidad única de los cuerpos y gracias a ella se puede efectuar trabajo.	6%
No respondieron	-----	3%

Nota. Resultados del post-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 4, se planteó nuevamente para valorar cómo se modificaron las ideas alternativas que presentaban los estudiantes sobre la transformación de la energía (ver tabla 8). El 3% de los estudiantes escogió el inciso (a) que plantea que la energía solar se convierte en otro tipo de energía que aprovechan las plantas para la liberación de oxígeno; argumentando que la energía solar es la que aprovecha la planta para hacer sus funciones. Es evidente que este porcentaje de estudiantes presentan dificultades en identificar el tipo de energía que se transforma la energía solar en el proceso de fotosíntesis que realiza la planta.

El 73% de los estudiantes eligió el inciso b) considerando que la energía solar se transforma en energía química aprovechable para las plantas, además en dicho proceso se libera oxígeno, los argumentos dados por los estudiantes son: El 67% menciona que una de las propiedades de la energía es la transformación, por ende, la energía solar se transforma en energía química que la planta aprovecha en el proceso de fotosíntesis y un 6% asevera que la energía solar es necesaria para el proceso de fotosíntesis. Estos resultados indican que un buen porcentaje de los tiene claro la transformación como una propiedad de la energía y la utilidad que tiene en el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas.

EL 15% de los estudiantes seleccionó el inciso c) el cual plantea que el calor proveniente del sol se transforma en energía química, lo cual aprovechan las plantas para la producción de oxígeno; argumentando su elección porque el calor se transforma en energía química. En cambio, el 3% escogió el inciso d) que alude que la energía en forma de calor hace que la planta cree energía útil, la cual aprovecha para la liberación de oxígeno, argumentando que la energía química crea energía útil en la planta para producir oxígeno. Por otro lado, un 3% seleccionó los incisos b) y c), sin embargo, no argumentaron, otro 3% escogió los incisos b) y d), explicando que el sol brinda energía y la planta la utiliza.

Este porcentaje de estudiantes tiene muy arraigada las ideas alternativas sobre cuestiones relacionadas con la energía, porque consideran el calor como un tipo de energía que se puede transformar en otros tipos de energía, también, piensan que la energía que interviene en el proceso de fotosíntesis crea otro tipo de energía (Rubio, 2012). Cabe mencionar que otras de las dificultades que manifiestan los estudiantes es que no consideran el calor como un proceso de transferencia de energía, tampoco la ley de conservación de la energía, la que restringe que la energía se pueda crear o destruir (Bañas et al., 2004).



Tabla 8  
Transformación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes.

Criterios	Respuestas	Frecuencia
Inciso a)	La energía solar es la que aprovecha la planta para hacer sus funciones.	3%
Inciso b)	Una de las propiedades de la energía es la transformación, por ende, la energía solar se transforma en energía química que la planta aprovecha en el proceso de fotosíntesis.	67%
	La energía solar es necesaria para el proceso de fotosíntesis.	6%
Inciso c)	El calor se transforma en energía química.	15%
Inciso d)	La energía química crea energía útil en la planta para producir oxígeno.	3%
Incisos b) y c)	No argumentaron.	3%
Incisos b) y d)	Porque el sol brinda energía y la planta la utiliza.	3%

Nota. Resultados del post-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

Con relación al ítem 5 se planteó nuevamente a los estudiantes para ver que tanto se modificaron las ideas alternativas que presentaban respecto a la conservación de la energía (ver tabla 9).

El 45% de los estudiantes consideró que no es posible que ocurra dicha situación, brindando las siguientes respuestas: El 9% argumenta que no ocurre, porque la energía se conserva, es decir, la energía no se crea ni se destruye, un 15% señala que no ocurre, porque la energía eléctrica no se transforma completamente en energía sonora, otro 15% indica que no ocurre, porque la energía se conserva independiente que se transforme, se transfiera o se degrade porque se debe cumplir  $E_i = E_f$ , asimismo, un 3% plantea que no ocurre, ya que la energía se transforma, pero la misma siempre se conserva y un 3% afirma que no ocurre, ya que la cantidad de energía eléctrica suministrada tiene que ser igual al momento de transformarse en otros tipos de energía. Es evidente que este porcentaje de estudiantes tienen claro ley de conservación de la energía.

Por otro lado, un 43% de los estudiantes aseveran que es posible que ocurra tal evento, donde el 40% menciona que si ocurre debido a que la energía eléctrica se transforma en energía sonora y un 3% señala que, sí ocurre, porque al conectar la radio consume energía eléctrica para producir energía sonora y un 12% de los estudiantes no respondieron. Esto indica que los estudiantes tienen dificultades sobre la conservación de la energía (Bañas et al., 2004).

Tabla 9  
Conservación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes.

Criterios	Respuestas	Frecuencia
¿Estás de acuerdo con lo que expresa la figura con relación a la energía?	No ocurre, porque la energía se conserva, es decir, la energía no se crea ni se destruye.	9%
	No ocurre, porque la energía eléctrica no se transforma completamente en energía sonora.	15%

	No ocurre, porque la energía se conserva independientemente que se transforme, se transfiera o se degrada, porque se debe cumplir $E_i = E_f$	15%
	No ocurre, ya que la energía se transforma, pero la misma siempre se conserva.	3%
	No ocurre, ya que la cantidad de energía eléctrica suministrada tiene que ser igual al momento de transformarse en otros tipos de energía.	3%
	Si ocurre, ya que la energía eléctrica se transforma en energía sonora.	40%
	Si ocurre, porque al conectar la radio consume energía eléctrica para producir energía sonora.	3%
No respondieron	-----	12%

Nota. Resultados del post-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 6 se planteó nuevamente para considerar si ocurrió un cambio conceptual en las ideas alternativas de los estudiantes sobre la degradación de la energía una vez aplicada las estrategias didácticas (Ver tabla 10), los resultados se muestran a continuación:

El 65% de los estudiantes respondieron de forma correcta, referente a que si era posible utilizar nuevamente la energía usada para planchar la ropa y la que se transfiere al ambiente; brindando las siguientes respuesta: El 33% indica que la energía utilizada de una forma, ya no es posible volver a reutilizarla, un 6% señala que no ocurre porque es energía degradada y se transfiere al ambiente y el 25% argumenta que no es posible, porque la energía se degrada, ya que en cada transformación que sufre la energía se vuelve menos aprovechable, es decir, va perdiendo calidad. Este porcentaje de estudiantes tiene comprende acertadamente la degradación de la energía.

Sin embargo, un 12% de los estudiantes indica que no es posible que la energía utilizada de una forma se pueda reutilizar, a pesar de que son conscientes que esto no ocurre, sus explicaciones no concuerda con lo que plantea la ciencia, tal como lo demuestran los siguientes resultados: El 3% plantea que no ocurre, porque la energía térmica y eléctrica no son energías renovables, otro 3% señala que no es posible que la energía utilizada se vuelva a reutilizar, porque se dispersa en el ambiente y un 6% sostiene que no es posible, porque la energía se pierde.

Otro 12% de los estudiantes consideran que es posible utilizar la energía, brindando las siguientes explicaciones: El 6% señala que toda aquella energía que se transforma puede ser reutilizable y un 6% indica que la energía se puede volver a utilizar, solo si esta se conserva y por último un 12% no respondieron.

Este porcentaje de estudiantes, no consideran que la energía en cada transformación que sufre se vuelve menos aprovechable, impidiendo de esta forma que la energía se pueda volver a utilizar independientemente que la misma se conserve. Esto indica que los estudiantes tienen muy arraiga dicha idea alternativa (Muñoz, 2005).

Tabla 10  
Degradación de la energía según ideas alternativas de los estudiantes.

Crterios	Respuestas	Frecuencia
¿Será posible utilizar nuevamente la energía usada para planchar la ropa y la que se transfiere al medio?	La energía utilizada de una forma, ya no es posible volverla a reutilizar.	33%
	No ocurre porque es energía degradada y se transfiere al ambiente.	6%
	No es posible porque la energía se degrada, ya que en cada transformación que sufre la energía se vuelve menos aprovechable, es decir, va perdiendo calidad.	25%
	No ocurre, porque la energía térmica y eléctrica no son energías renovables.	3%
	No es posible que la energía utilizada se vuelva a reutilizar, porque se dispersa en el ambiente.	3%
	No es posible, porque la energía se pierde.	6%
	Toda aquella energía que se transforma puede ser reutilizable.	6%
	La energía se puede volver a utilizar, solo si esta se conserva.	6%
No respondieron	-----	12%

Nota. Resultados del post-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

El ítem 7, se planteó nuevamente para estimar los cambios conceptuales que presentan los estudiantes sobre los procesos energéticos (ver tabla 11). A continuación, se detallan los argumentos dados por los estudiantes respecto a la imagen a): El 9% señala que la energía química de las pilas se transforma en energía eléctrica y esta a luminosa, pero también parte de la energía se transforma en energía térmica; es evidente que este pequeño porcentaje de estudiantes explicó con mayor rigurosidad las transformaciones energéticas, debido a que ellos consideran que parte de la energía se transforma en energía térmica, sin embargo, no identificaron otras propiedades de la energía.

Por otro lado, un 85% de los estudiantes no logró dar una explicación acertada. El 27% menciona que la energía química almacenada en las baterías se transforma en energía eléctrica y está a energía luminosa, un 22% argumenta que ocurre un proceso de transformación de energía eléctrica a luminosa, asimismo, el 6% menciona que en el circuito se puede encontrar: Energía química, eléctrica y térmica. Otro 6% señala que, la energía química de las baterías se transforma en energía eléctrica y luego en energía térmica, un 9% indica que en el circuito está presente la energía eléctrica, la cual se transforma en energía térmica, el 6% plantea que el calor generado por la energía eléctrica se convierte en energía luminosa, otro 6% explica que la energía química se convierte en luminosa y luego en térmica. Por último, un 9% no respondieron.


Sobre la situación que describe la imagen (a), los estudiantes del primer año de la carrera de Biología presentan dificultades en explicar las transformaciones energéticas que ocurren en el circuito eléctrico, asimismo no logran identificar otras propiedades de la energía como la degradación, transferencia y conservación, aún después de la implementación de la propuesta de estrategias didácticas.


En relación con la figura (b), los estudiantes brindaron las siguientes respuestas: El 22% menciona que el niño al patear el balón realiza un trabajo, por lo que le transfiere energía cinética al balón, lo cual es acertado debido a que el trabajo corresponde a un proceso de transferencia de energía entre dos cuerpos o más producto de las interacciones.

Sin embargo, el 78% de los estudiantes brindaron otras respuestas: El 12% señala que en la situación está presente la energía cinética, un 42% argumenta que ocurre una transformación de energía potencial a cinética, un 9% indica que se transfiere energía por medio del cuerpo al balón, cuando está en movimiento el joven, otro 9% plantea que la energía cinética del joven se transforma en energía potencial gravitatoria cuando patea el balón, un 3% señala que se crea energía mecánica a la hora de patear el balón y por último, un 3% menciona que la energía de la pelota se convierte en energía cinética al recibir la patada.

Esto porcentaje de estudiantes tienen dificultades en explicar adecuadamente las transformaciones energéticas que ocurren cuando el niño patea el balón, además, tienen muy arraigada la idea de que el calor es un tipo de energía y que la energía se crea (Rubio, 2012). Además, se les dificulta identificar el trabajo como un proceso de transferencia de energía.

Tabla 11.  
Procesos energéticos según ideas alternativas de los estudiantes

Imágenes	Respuestas	Frecuencia
Imagen a) 	La energía química almacenada en las baterías se transforma en energía eléctrica y está a energía luminosa.	27%
	La energía química de las pilas se transforma en energía eléctrica y está a luminosa, pero también parte de la energía se transforma en energía térmica.	9%
	Ocurre un proceso de transformación de energía eléctrica a luminosa.	22%
	En el circuito podemos encontrar: Energía química, eléctrica y térmica.	6%
	La energía química de las baterías se transforma en energía eléctrica y luego en energía térmica.	6%
	En el circuito está presente la energía eléctrica, la cual se transforma en energía eléctrica.	9%
	El calor generado por la energía eléctrica se transforma en energía luminosa.	6%
	La energía química se convierte en luminosa y luego en térmica.	6%
	No respondieron	9%

<p>Imagen b)</p> 	El niño al patear el balón realiza un trabajo, por lo que le transfiere energía cinética al balón.	22%
	Energía cinética.	12%
	Ocurre una transformación de energía potencial a cinética.	42%
	Se transfiere energía por medio del cuerpo al balón, cuando está en movimiento el joven.	9%
	La energía cinética del joven se transforma en energía potencial gravitatoria cuando patea el balón.	9%
	Se crea energía mecánica a la hora de patear el balón.	3%
	La energía de la pelota se convierte en energía cinética al recibir la patada.	3%

Nota. Resultados del post-test aplicado a los estudiantes del primer año de Biología.

### Incidencia de las estrategias didácticas en el tratamiento de las ideas alternativas

En relación al tratamiento de las ideas alternativas que poseían los estudiantes del primer año de la carrera de Biología durante el abordaje de la Unidad III: Energía, los resultados indican que las estrategias didácticas utilizadas incidieron en la evolución de las ideas alternativas de los alumnos hacia una perspectiva científica (cambio conceptual), lo cual concuerda con Brenes et al. (2020, p. 28) al mencionar que: “la sustitución o modificación de los conceptos que posee un estudiante, así como la transformación de los procesos mediante los que se manejan dichos conceptos, se conoce como cambio conceptual”.

Para el ítem 3, respecto al pre-test solo 21% consideraron que la energía es una característica propia o exclusiva de los cuerpos, en cambio en el post-test el 58% de los estudiantes reconocen que independientemente que un cuerpo este en reposo, en movimiento, realizando trabajo o sin efectuar trabajo el mismo posee energía. Es importante mencionar que las ideas alternativas que manifestaron los estudiantes antes y después del abordaje de la unidad de energía, fueron similares, ya que consideran la energía como un ingrediente, como la capacidad de un cuerpo para realizar trabajo, la energía se puede crear, como un elemento funcional, como un ingrediente, entre otras (Velázquez, 2012).

Respecto a las propiedades de la energía: En el caso de la transformación (ítem 4), en el pre-test un gran porcentaje de los estudiantes (61%) manifestaron ideas alternativas, al considerar el calor como un tipo de energía, el calor se puede transformar en otros tipos de energía, las plantas transforman la luz en calor y la energía se crea, lo cual fue superado en el post-test, porque el 67% brindaron una respuesta acorde a lo que plantea la ciencia, sin embargo, un 33% de los estudiantes aún manifestaron ideas alternativas al considerar que el calor se transformar en energía química, la energía química crea energía útil para la planta, entre otras.

Sobre la conservación de la energía (ítem 5), para el caso del pre-test el 64% los estudiantes manifestaron la idea alternativa que la energía se puede crear cuando se transforma; en comparación con el post-test el 45% de los estudiantes planteó una explicación coherente con lo que dicta la ciencia, lo que indica que los estudiantes tienen claro la ley de conservación de la energía y solo un 55% de los estudiantes aún tienen muy arraigada la idea que la energía se puede crear.

Respecto a la degradación de la energía (ítem 6), los resultados del pre-test el 33% de los estudiantes consideraron que no es posible que la energía utilizada de una forma se pueda volver a reutilizar, lo cual es coherente desde el punto de vista científico, sin embargo, no fueron capaces de identificar que la degradación de la energía interviene en la situación planteada. Después de la implementación de las estrategias didácticas los resultados mejoraron, ya que, en el post-test el 65% de los estudiantes respondieron de forma correcta, dejando en evidencia que esta cantidad de estudiantes comprendieron científicamente la degradación de la energía y solo el 24% de los estudiantes aún siguen presentando ideas alternativas.

Sobre los procesos energéticos (ítem 7) se logró observar que los estudiantes presentaron mayores dificultades tanto en el pre-test como en el post-test. En la imagen (a) sobre el funcionamiento de un pequeño circuito eléctrico, los resultados del pre-test arrojan que el 76% de los estudiantes aluden que en el funcionamiento del circuito eléctrico ocurre porque se emplea la energía física, existe energía eléctrica cuando el voltaje está en contacto con las bujías, entre otras, y no reconocen que la transformación, transferencia, degradación y conservación permite explicar la situación planteada; en relación con el post-test solo un 9% de los estudiantes señalaron correctamente los tipos de energía presentes y las transformaciones energéticas que se producen.

En la imagen (b), en el caso del pre-test, ninguno de los estudiantes logró identificar que el trabajo es el que hace posible que la energía se transfiera del jugador hacia el balón al momento de la interacción, en el caso del post-test el 22% de los estudiantes brindó una respuesta acertada, esto deja en evidencia que los mismos comprendieron desde una perspectiva científica, la transferencia como una propiedad de la energía. Por otro lado, un 66% de los estudiantes presentaron dificultades debido a que confunden la transformación de la energía con el proceso de transferencia, asimismo consideran que se crea energía mecánica durante la interacción.

Otro aspecto a destacar, es que los resultados indican que después de la implementación de las estrategias: estudios de casos, actividades experimentales e ilustraciones, los estudiantes del primer año de la carrera de Biología manifestaron en un menor porcentaje ideas alternativas sobre el concepto de energía, sus propiedades y los procesos energéticos, lo cual deja en evidencia que las ideas alternativas son difíciles de modificar debido a las experiencias cotidianas que poseen los estudiantes, están muy arraigadas y ofrecen resistencia al cambio (Muñoz, 2005).

## CONCLUSIONES

Los resultados del pre-test se logró diagnosticar las ideas alternativas que presentaban los estudiantes del primer año de la carrera de Biología, siendo las más sobresalientes: Asocian la energía con movimiento y con fuerza, la energía como un ingrediente presente en los alimentos, como un elemento funcional, como la capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo, se crea, asocian degradación con la pérdida de energía, asimismo, consideran el calor como un tipo de energía. Estas ideas fueron esenciales para la construcción de aprendizajes, ya que las estrategias que se utilizaron permitieron hacer una gestión de estas ideas para potenciar el cambio conceptual en los estudiantes.

Con la aplicación de las estrategias didácticas: estudios de casos, actividades experimentales e ilustraciones fue evidente que la misma incidió en los aprendizajes de los estudiantes, es decir, que hubo una modificación de las ideas iniciales que presentaban



hacia una perspectiva científica, es decir, que lograron comprender el concepto de energía, sus propiedades y procesos energéticos.

Por otro lado, a pesar de que los estudiantes recibieron una enseñanza adecuada a sus necesidades, en un menor porcentaje los estudiantes continúan manifestando ideas alternativas, lo cual se corroboró con los resultados del post-test, las ideas alternativas más sobresalientes son: La energía como un ingrediente, como un elemento funcional, la energía como la capacidad de un objeto para realizar un trabajo, consideran el calor y la energía física como un tipo de energía, la energía se puede crear o perder, entre otras, lo que deja en evidencia que las ideas alternativas de los estudiantes difíciles de modificar y resistentes al cambio.

Otro aspecto a destacar es que la implementación de las estrategias didácticas fue esencial para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, sobre todo, cuando se está trabajando con ideas alternativas, ya que en el caso de los estudiantes del primer año de la carrera de Biología, están en un proceso de formación docente, por lo que es necesario que se apropien adecuadamente de los conceptos científicos vinculados con energía, por el hecho que un futuro sobre ellos recaerá la enseñanza de esta disciplina en educación media.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bañas, C., Mellado, V., y Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 21(3), 296 - 312. [https://www.researchgate.net/publication/263889651\\_Los\\_libros\\_de\\_texto\\_y\\_las\\_ideas\\_alternativas\\_sobre\\_la\\_energia\\_del\\_alumnado\\_de\\_primer\\_ciclo\\_de\\_Educacion\\_Secundaria\\_Obligatoria](https://www.researchgate.net/publication/263889651_Los_libros_de_texto_y_las_ideas_alternativas_sobre_la_energia_del_alumnado_de_primer_ciclo_de_Educacion_Secundaria_Obligatoria)
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambioconceptual. *Educación Química*, 15(3), 210 - 217. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66178/58089>
- Brenes, J., Mora, J., y Silva, J. (2020). Análisis de las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre la tercera ley de Newton, en décimo grado del Instituto Público Abraham Grimberg Villarroel, del municipio de Belén, Departamento de Rivas, durante el segundo semestre del año académico 2019 [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – Managua]. Repositorio Institucional UNAN - Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/12715/1/12715.pdf>
- de Canales, F., de Alvarado, E., y Pineda, E. (1994). *Metodología de la Investigación: Manual para el desarrollo de personal de Salud* (2<sup>da</sup>. ed.). Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132?show=full>
- Gallo Águila, C. (2021). Estrategias didácticas y el rendimiento académico en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería. *Revista Peruana de Educación*, 3(5), 37 - 48. <https://revistarepe.org/index.php/repe/article/view/275/818>
- Gómez, R. (2017). *Energía; usos y abusos del concepto en 4 de la E.S.O* [Tesis de maestría, Universidad Internacional de la Rioja]. Repositorio de la Universidad Internacional de la Rioja. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6066/GOMEZ%20MARTIN%2C%20RAUL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6<sup>a</sup>. ed.). McGRAW-HILL.
- Lúquez Díaz, S. (2017). *Propuesta metodológica para la enseñanza del enfoque de Reducción de Riesgo de Desastre y Adaptación al Cambio Climático en la asignatura de Introducción a la Física* [Tesis de Maestría, Universidad Centroamericana (UCA)/ no publicada].

- Macías Medina, D. (2021). *Estrategias didácticas lúdicas que favorecen la autonomía en el aula de niños con multidiscapacidad en el Instituto de Educación Especial del Norte* [Tesis de Magister, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20417/1/UPS-MSQ167.pdf>
- Muñoz, C. (2005). Ideas previas en el proceso de Aprendizaje de la historia. Caso: Estudiantes del primer año de secundaria, Chile. *GEOENSEÑANZA*, 10(2), 209 - 218. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/21016/articulo6.pdf;jsessionid=EDB57F0878CCCA845110554923ADDDBB7?sequence=2>
- Palma, O., y Linares, M. (2020). Competencias Investigativas y su pertinencia en el desarrollo de una tesis Doctoral. *REDINE*, 12(1), 44 - 52. <https://revistas.uclave.org/index.php/redine/article/download/2410/1410/2418>
- Pichardo, C., Collado, L., y González, G. (2020). *Propuesta didáctica innovadora que promueva el aprendizaje significativo del Movimiento Circular Uniforme en los estudiantes de 10mo grado "C" del Instituto Público del Poder Ciudadano Rigoberto López Pérez de Managua, durante el II semestre del año 2019* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua]. Repositorio Institucional UNAN - Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/12823/1/Cristiana%20de%20los%20Angeles%20Pichardo.pdf>
- Raya, E. (2010). Factores que intervienen en el aprendizaje. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, (7), 1 - 6. [https://d3g4v0cf6ioz32.cloudfront.net/unila/BibliotecaRubricas/6e2c3bad\\_9582\\_4679\\_a698\\_9e0c0b48a6ed.pdf](https://d3g4v0cf6ioz32.cloudfront.net/unila/BibliotecaRubricas/6e2c3bad_9582_4679_a698_9e0c0b48a6ed.pdf)
- Rubio, A. (2012). *Unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10811>
- Rocha, J., Miranda, M., y Suárez, P. (2013). *La Enseñanza de la Energía desde una perspectiva innovadora, haciendo uso de la plataforma Virtual Moodle como recurso didáctico* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua].
- Silva-Manrique, M., Herrera-Montero, J., y Carvajal-Martínez, R. (2021). Modelo de Estrategias Didácticas para promover el pensamiento superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 9091 - 9110. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/976/1327>
- Velásquez, S. (2012). *Propuesta metodológica para la enseñanza del concepto de energía en los grados de educación media, fundamentada en el modelo de enseñanza para la comprensión* [Tesis de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales]. Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10403/43842731.pdf?sequence=1>
- Zapata, A. (2013). *Enseñanza y aprendizaje del concepto de energía a través del desarrollo de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa, UEPS* [Tesis de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales]. Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11905/21450102.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18479>

## Experiencia familiar de agricultura urbana y manejo de residuos sólidos en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México

### Family experience of urban agriculture and solid waste management in the municipality of Emiliano Zapata, Veracruz, Mexico

**Marycruz Abato Zárate**

Universidad Veracruzana, México

<https://orcid.org/0000-0001-5182-9706>

[mabato@uv.mx](mailto:mabato@uv.mx)

**Doris Guadalupe Castillo Rocha**

Universidad Veracruzana, México

<https://orcid.org/0009-0000-2461-5390>

[dcastillo@uv.mx](mailto:dcastillo@uv.mx)

**RECIBIDO**

19/11/2023

**ACEPTADO**

28/06/2024

**Noel Reyes Pérez**

Universidad Veracruzana, México

<https://orcid.org/0009-0003-0822-4498>

[noreyes@uv.mx](mailto:noreyes@uv.mx)

**Reyna Ruth Hernández Pérez**

Universidad Veracruzana, México

<https://orcid.org/0009-0005-0111-5322>

[reyth01@gmail.com](mailto:reyth01@gmail.com)

**Miguel Ángel Escalona Aguilar**

Universidad Veracruzana, México

<https://orcid.org/0000-0001-8873-9317>

[mescalona@uv.mx](mailto:mescalona@uv.mx)

## RESUMEN

A nivel global existe preocupación por reducir la huella ecológica, generar estrategias de adaptación al cambio climático y lograr la seguridad y soberanía alimentaria. Las iniciativas locales en las zonas urbanas, como la promoción de huertos agroecológicos, contribuyen a lograr tales propósitos. El objetivo de este trabajo fue describir una experiencia familiar de Agricultura urbana y manejo de residuos sólidos en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México. Se aplicó un enfoque cualitativo, explorando y describiendo la experiencia objeto de estudio a través de una entrevista abierta, donde participa una familia de 4 integrantes. Se identifican tres etapas cronológicas en el desarrollo de esta experiencia: la etapa inicial (2001-2013), la etapa de integración a la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa-Veracruz (2014-2020), y la etapa de permanencia en casa derivada de la pandemia COVID-19. La separación de residuos sólidos se inicia a partir de 2001. Los residuos orgánicos se utilizan para producir abonos orgánicos mediante composteo y lombricomposteo, y los inorgánicos se clasifican en no reciclables y reciclables, estos últimos se llevan a centros de acopio o se utilizan para elaborar artesanalmente parasoles y revisteros. Entre las ecotecnias adoptadas está la captura agua de lluvia, con una captación de 24 m<sup>3</sup> anuales; y la farmacia viviente, con más de 40 especies de plantas medicinales y aromáticas. En el huerto a través del tiempo se incrementó la agrobiodiversidad y se han implementado prácticas agroecológicas para el manejo de plagas. Otra actividad productiva es la cría de gallinas para obtención de huevo. El estudio constata que los beneficios de

## PALABRAS CLAVE

Participación local; adaptación; ambiente; aromáticas; huerto duro.



los huertos urbanos son multidimensionales, pues contribuyen a proteger la biodiversidad, son farmacias vivientes, preservan la memoria biocultural y son espacios de aprendizaje y de participación social. Los actores políticos deben promover iniciativas a favor de la agricultura urbana y periurbana.

## ABSTRACT

At the global level, there is concern about reducing the ecological footprint, generating strategies to adapt to climate change and achieving food security and sovereignty. Local initiatives in urban areas, such as the promotion of agroecological gardens, contribute to achieve these goals. The objective of this work was to describe a family experience of urban agriculture and solid waste management in the municipality of Emiliano Zapata, Veracruz, Mexico. A qualitative approach was applied, exploring and describing the experience under study through an open interview, with the participation of a family of 4 members. Three chronological stages are identified in the development of this experience: the initial stage (2001-2013), the stage of integration into the network of urban and peri-urban agriculture of Xalapa-Veracruz (2014-2020), and the stage of permanence at home derived from the COVID-19 pandemic. The separation of solid waste began in 2001. Organic waste is used to produce organic fertilizers through composting and vermicomposting, and inorganic waste is classified as non-recyclable and recyclable, the latter being taken to collection centers or used to make handmade parasols and magazine racks. Among the eco-techniques adopted are rainwater harvesting, which captures 24 m<sup>3</sup> per year; and the living pharmacy, with more than 40 species of medicinal and aromatic plants. Over time, agrobiodiversity has increased in the orchard and agroecological pest management practices have been implemented. Another productive activity is raising chickens for egg production. The study shows that the benefits of urban gardens are multidimensional, as they contribute to protecting biodiversity, are living pharmacies, preserve biocultural memory and are spaces for learning and social participation. Political actors should promote initiatives in favor of urban and peri-urban agriculture.

## KEYWORDS

Local participation;  
adaptation; environment;  
aromatic herbs; hard garden.

## INTRODUCCIÓN

La Agricultura Urbana (AU) cobró relevancia hacia finales de los años setenta, momento en el que se consolidó como una estrategia de sobrevivencia ante el incremento de la pobreza y el aumento de precio de los productos agrícolas. A partir del año 2000, se consolidó como una respuesta a las crecientes demandas de alimentos frescos y de calidad por parte de los ciudadanos, además de generar otros beneficios que pueden expresarse en términos lúdicos, pedagógicos, paisajísticos, de salud y bienestar (Ávila, 2019); de ahí que la AU no se reduce a una alternativa para los países pobres, sino también para las ciudades del primer mundo, donde incluso se diseñan edificios para el cultivo de alimentos dentro del perímetro urbano (Restrepo & Velásquez, 2021).

Actualmente, más de la mitad de la población mundial reside en zonas urbanas y se espera que alcance el 70 % en el año 2050 (Naciones Unidas, 2023). México ya superó esta expectativa de crecimiento urbano, pues en el año 2020 la población urbana representaba el 79 % de la población total del país (INEGI, 2020). En las próximas décadas, se espera que el crecimiento demográfico de México sea urbano, por tanto, las ciudades concentrarán el 83.2 % de la población nacional (ONU Hábitat, 2017). Este acelerado proceso de urbanización conlleva una problemática multidimensional asociada a diversos factores, entre ellos la movilidad urbana, la conectividad, la dotación de servicios públicos, la seguridad, afectaciones al medio ambiente, desigualdad socioeconómica y una gran presión sobre los sistemas alimentarios, los cuales inciden en la seguridad alimentaria y la nutrición de la población urbana (FAO, 2020).

Un ejemplo de esta compleja problemática es la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y la gestión integral de los mismos. Según cifras oficiales, en México se recolectan diariamente alrededor de 106 mil toneladas de RSU (INEGI, 2022), equivalente a 37 millones de toneladas anuales. En Veracruz, esta cifra asciende a 7,813 toneladas diarias que significan 2.8 millones de toneladas anuales, y se tiene una generación per cápita promedio de 0.94 kg/hab/día. Del total de estos residuos, 46 % son residuos alimenticios y de jardín (Mendoza, Ramírez, & Araiza, 2022), que se pueden reciclar para reducir los volúmenes de RSU depositados en los rellenos sanitarios (RSA).

Otra problemática del crecimiento de la población urbana es la creciente presión hacia los sistemas de producción de alimentos, que deben garantizar la seguridad alimentaria, la nutrición de la población y el cuidado del ambiente, esto en un escenario mundial donde el 29.6 % de la población padecía inseguridad alimentaria moderada o grave en 2022, y 42 % no podían permitirse una dieta saludable en 2021 (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2023).

En México, un estudio sobre inseguridad alimentaria realizado por Rodríguez et al. (2021) reveló que 55.5 % de los hogares mexicanos sufrían algún grado de inseguridad alimentaria debido a un bajo consumo de verduras, frutas y alimentos de origen animal. Esta cifra se incrementó a 59.2 % después del confinamiento por Covid-19, y de este porcentaje solo el 20 % de la población residía en localidades rurales, el resto habitaba en zonas urbanas.

En 2021, el costo promedio de una dieta saludable en todo el mundo era de 3.66 dólares a paridad de poder adquisitivo (PPA) por persona/día, y en América Latina y el Caribe era de 4.08 dólares PPA (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2023). Esto significa que, en 2021, con el salario mínimo de un jefe o jefa de familia en México, equivalente a 141.70 pesos

diarios para todas las regiones del país con excepción de la Zona Libre de la Frontera Norte (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, 2020), y equiparable a 6.90 dólares de acuerdo al tipo de cambio interbancario (20.51 pesos por dólar) vigente al 31 de diciembre de 2021 (DOF, 2021), resultaba imposible proporcionar una dieta saludable a una familia de mínimo tres integrantes. En Veracruz, por ejemplo, 24.4 % de la población en 2020, sufría carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad (CONEVAL, 2020).

En tal escenario, los huertos urbanos son ejemplos de conciencia y acción para mejorar la salud y alimentación familiar (Pérez & Benítez, 2016), capaces de generar redes de producción y consumo que coadyuvan a mejorar la cantidad y calidad de los alimentos en la dieta diaria (hortalizas, plantas medicinales, aromáticas, verduras), y abonan a un sistema complejo para el desarrollo de resiliencia social (Valendania, 2018).

De acuerdo con Restrepo y Velásquez (2022), la AU visibiliza el papel protagónico y esencial de los actores sociales, quienes desarrollan esta actividad no solo para la obtención de alimentos, sino también para contribuir al cuidado del ambiente, como ocupación terapéutica o espacio de aprendizaje. Con la AU se enverdecen las ciudades y se coadyuva a la gestión integral de los RSU desde el origen, aportando con ello beneficios socio-ecológicos. Muchos proyectos de AU son resultado de la autogestión comunitaria (Mercon et al., 2012) y permiten satisfacer otras necesidades humanas como esparcimiento, actividad física y salud; en lo ambiental, mayor biodiversidad, mejora de la calidad del aire y del suelo; y en lo social, conformación de comunidades (cohesión) y educación; de modo que este tipo de proyectos contribuyen al bienestar social y al desarrollo sostenible de las ciudades (Pérez & Benítez, 2016).

La Agricultura Urbana y Periurbana (AUP), “se trata de prácticas para la producción de alimentos y otros productos agrícolas, incluyendo los procesos relacionados (transformación, distribución, comercialización, reciclaje...), que tiene lugar en terrenos y otros espacios de las ciudades y regiones circundantes, e involucra a actores urbanos y periurbanos, comunidades, métodos, lugares, políticas, instituciones, sistemas, ecologías y economías, uso y regeneración de los recursos locales para satisfacer las necesidades de las poblaciones locales; y por tanto, cumple múltiples objetivos y funciones” (FAO, Rikolto, RUAF, 2022).

En la Ley de Huertos urbanos de la ciudad de México, la AU se conceptualiza como “el cultivo de plantas en el interior de las ciudades a escala reducida, puede desarrollarse en traspatios, techos, paredes, balcones, terrazas, puentes, calles, viviendas, pequeñas parcelas, patios, jardines, dependencias, órganos autónomos y órganos de gobierno de la Ciudad de México, o espacios en desuso tanto públicos como privados” (Congreso de la Ciudad de México I Legislatura, 2020).

La práctica de AU optimiza espacios de la vivienda como azoteas, terrazas, balcones, jardines y áreas de uso común, tanto de forma vertical como horizontal (Del Ángel & Nava, 2019). Se pueden emplear recipientes o macetas (huertos duros), directamente la siembra sobre el suelo (huerto blando) o una combinación de ambos (huertos mixtos) (DIF, 2020). Respecto a las características que diferencian a la AUP de la agricultura familiar rural, es posible distinguir varios elementos: tipo de agricultor, calendario de cultivo, factores de producción, organización de los agricultores, contexto social, contexto ambiental, entre otros. (FAO, Rikolto, RUAF, 2022)



Por lo anterior, es importante explorar las experiencias de AUP en el territorio local y darlas a conocer. Existen muchos ejemplos de huertos colectivos y familiares que son ejemplos inspiradores y desde hace varios años contribuyen a lograr ciudades más sostenibles. En tal sentido, es importante visibilizar los beneficios socio-ambientales de AU, a fin de que las autoridades gubernamentales respalden y promuevan este tipo de iniciativas, que en el marco de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) se vinculan a cuatro de ellos: Objetivo 2 (Hambre cero), 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), 12 (Producción y consumo RESPONSABLES) y 13 (Acción por el clima).

En este trabajo el objetivo fue describir una experiencia familiar de Agricultura urbana y manejo de residuos sólidos en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México. Para ello, se consideraron diversos aspectos, tales como experiencia de la familia al incursionar en la AU, características del huerto (agrobiodiversidad, crianza de gallinas, fauna local), ecotecnias adoptadas, beneficios de practicar AU (ambientales y educativos) y la problemática inherente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y características del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México (Fig. 1). Este municipio forma parte de la Zona Metropolitana Xalapa (ZMX), conformada por nueve municipios: Xalapa, Coatepec, Emiliano Zapata, Xico, Banderilla, Tlalnehuayocan, Jilotepec, Coacoatzintla y Rafael Lucio. La ZMX tiene una población total de 789,157 habitantes y ocupa la segunda posición entre las ocho zonas metropolitanas del territorio veracruzano (SEDESOL, 2022); según proyecciones de expertos, la población se incrementará a 838,229 habitantes para 2025 (SEDATU, 2022). La población económicamente activa (PEA) muestra prevalencia en el sector terciario, destacando actividades administrativas, gubernamentales, educativas, de comercio, servicios y turismo (SEDATU, 2022). Tal es el caso de la familia que participa en este estudio, cuya ocupación es la docencia y su vivienda se ubica dentro de la zona metropolitana de Xalapa con coordenadas de 19°29'55.43" N 96°51'02.27" O (ZMX) y 1064 m de altitud.

Figura 1. Ubicación del municipio de Emiliano Zapata



**Nota:** tomado de “Relaciones intermunicipales y gobernabilidad urbana en las zonas metropolitanas de México: el caso de la Zona Metropolitana Xalapa”, en Estudios Demográficos y Urbanos, 20(2). (Zentella, 2005)

Emiliano Zapata presenta baja vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, la escasez de agua en el municipio es una problemática sin resolver (SEDATU, 2022). En lo que atañe a la generación de RSU, problemática inherente al proceso de urbanización, Emiliano Zapata genera 19.3 mil toneladas anuales de RSU (CEIEG, 2021), y las principales formas en que los habitantes eliminan sus residuos son: 89.45 % servicio público de recolección, 3.54 % tiran en el basurero público o colocan en contenedor o depósito, y 6.24 % los queman (INEGI, 2017).

Respecto a la situación de pobreza, el municipio ocupa la posición siete de la ZMX (45.50 % de su población tiene un ingreso por debajo de la línea de pobreza), y la posición seis en cuanto a carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad (SEDESOL, 2022), con 14 % de su población en tal condición (CONEVAL, 2020).

### Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, el cual según (Hernández & Mendoza, 2018), “resulta conveniente para comprender fenómenos desde la perspectiva de quienes los viven”. Un estudio cualitativo comienza por explorar y describir el caso o fenómeno de interés, siendo esto último el objetivo de la presente investigación.

Para esta investigación se contó con la participación de una familia de cuatro integrantes, la cual se eligió por los antecedentes de su historia de vida (docentes, familiares originarios de zonas rurales y su pertenencia a la Red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa), así como por su disponibilidad para participar en este estudio.

### Etapas de investigación:

#### Etapa 1. Recopilación de información

Como instrumento de recolección de datos se utilizó una entrevista abierta, la cual se realizó en el domicilio de la familia participante y cara a cara con los integrantes de la misma. La guía de entrevista abordó los siguientes puntos: experiencia de incursión en la AU, características del huerto (agrobiodiversidad, crianza de gallinas, fauna local), ecotecnias adoptadas, beneficios de practicar AU (ambientales y educativos) y problemática.

Para complementar la información obtenida con la entrevista, se recurrió a bitácoras y registros históricos familiares (2001-2023), observación directa en el sitio de interés e información bibliográfica.

#### Etapa 2. Procesamiento de la información recopilada

Los datos recopilados se ordenaron para describir la experiencia familiar de AU, y se consideró apropiado presentarla en función de 7 ítems descriptivos: incursión de la familia en la AU, etapas de la experiencia de AU, agrobiodiversidad, crianza de gallinas y fauna local, labores en el huerto, ecotecnias adoptadas, manejo de residuos inorgánicos reciclables, producción de huevo para autoconsumo y problemática detectada a lo largo de la experiencia de AU.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describe la experiencia familiar de AU según los siete ítems descriptivos.

### *Incurción de la familia en la AU*

La experiencia familiar de agricultura urbana se inicia con fines recreativos y de aprendizaje. La puesta en marcha, a partir de 2001 requirió acuerdos entre los integrantes de la familia, así como un proceso de planeación que incluyó: la elección del área para establecer el huerto, el diseño del mismo, la selección de los materiales para macetas y la adquisición de herramientas básicas para realizar las labores hortícolas.

### *Etapas de la experiencia de AU*

La experiencia familiar de AU puede dividirse en tres etapas cronológicas: una primera etapa que va de 2001 a 2013, una segunda etapa de 2014 a 2020, y una tercera etapa que inicia en el marco de la pandemia por Covid-19. En la primera etapa, se establecieron varias especies ornamentales y se realizó observación de la entomofauna asociada a estas.

La segunda etapa se distingue por la incorporación de la familia a las actividades de la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa, con lo que se avanzó en el trabajo del huerto, estableciendo dos camas tipo fogón para producir epazote (*Chenopodium ambrosioides*), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.); y se incrementó la agrobiodiversidad (más de 40 especies cultivadas), incluyendo medicinales y aromáticas.

La tercera etapa se sitúa en un escenario de aislamiento derivado de la pandemia por COVID-19, a partir de marzo del 2020, por lo que fue posible dedicar más tiempo al cuidado del huerto. Durante esta etapa, se logró establecer un huerto duro al frente de la casa y un huerto blando en el que se cultivaron dos especies comestibles: chayote (*Sechium edule* Jacq) y jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Se implementó el trapeo como alternativa ecológica para el control de mosquita de la fruta (*Drosophila melanogaster*) y mosca doméstica (*Musca domestica*), y en julio del mismo año se inició la cría de gallinas para producción de huevo, destinando un área de 18 m<sup>2</sup> para tal fin.

A decir de la propia familia, esta experiencia de AU surgió por un interés recreativo y de aprendizaje, donde el establecimiento de especies ornamentales y la observación de entomofauna fueron actividades importantes durante la primera etapa. De ahí surgieron otras actividades productivas y la adopción de ecotecias; constatando así lo dicho por Pérez y Benítez (2016), respecto a que la AU permite satisfacer diversas necesidades humanas como recreación, salud, alimentación y educación, y contribuye a proteger la biodiversidad, incentivar el manejo adecuado de los RSU, aprovechar eficientemente el agua y mejorar la calidad de suelo y del aire.

### *Agrobiodiversidad y fauna local en el huerto*

La segunda etapa del proyecto significó mayor agrobiodiversidad, se pasó de la siembra de ornamentales al cultivo de hortalizas, plantas aromáticas y medicinales. La familia aprendió el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y chayote (*Sechium edule* Jacq); no obstante, la poca disponibilidad de tiempo para las labores hortícolas determinó la orientación productiva

del huerto privilegiando el cultivo de aromáticas y medicinales. Al respecto, las plantas más empleadas por la familia son: zacate limón (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.), hierbabuena (*Mentha spicata* L.), epazote (*Dysphania ambrosioides* L.), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), vaporub (*Plectranthus oloroso*), hierba insulina (*Salvia urica* Epling) y estafiate verde (*Artemisia mexicana*). La Tabla 1 muestra las principales especies cultivadas en el huerto.

**Tabla 1.** Relación de especies cultivadas en el huerto y sus usos reportados

Especie	Componentes químicos y usos	Autores
Lavanda ( <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)	Geraniol, linalool y sus esteres. Aromática: perfumar espacios, jabones, veladoras, etc. Con propiedades medicinales y antipolilla.	Juárez et al., 2013.
Albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> L.)	Mono y sesquiterpenos. El aceite esencial con efectos antibióticos, antihelmíntico, depresor del sistema nervioso central.	Jiménez et al., 2015
Menta ( <i>Mentha piperita</i> L.)	Monoterpenos, linalon, mentofurano, acetato y valeriato de mentol entre otros. Aceite rico en mentol. El extracto etanólico de las partes aéreas y el aceite esencial con actividad antiespasmódica y antiviral contra el <i>Herpes simplex</i> . También con propiedades analgésicas y antiinflamatorias.	Jiménez et al., 2015
Romero ( <i>Rosmarinus officianalis</i> )	Flavonoides, el más importante la disomina, ácido carnosico, rosmicina, ácidos fenólicos, esencia volátil compuesta por cineol y borneol, alcanfor, verbenol y limalol entre otros. Es carminativo, digestivo, antiespasmódico, con propiedades coleréticas, colagogas y hepatoprotectoras.	Jiménez et al., 2015
Hierbabuena ( <i>Mentha spicata</i> L.)	Se reconocen 35 componentes, entre ellos ácidos fenólicos, flavonoides y ligninas. Tiene efectos antibacteriales, antifúngicos, antioxidantes, actividades hepatoprotectoras, antidiabéticas, citotóxicas, antiinflamatorias, larvicidas, potencial antígenotóxico y antiandrogénicas. Recomendada para tratar resfriado, tos, asma, fiebre, obesidad, ictericia y problemas digestivos.	(Mahedran et al., 2021)
Falsa Citronella ( <i>Pelargonium citrosum</i> )	Linalol Geraniol, m-Camphorene, 2-naphthalenemethanol-1,2,3,4,4 <sup>a</sup> ,5,5,7-octahydroalpha, Geranylangelate.	Aragón et al., 2014;  Gitaari et al., 2019.
Zacate limón ( <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.)	Citral, geraniol, citronelol, limoneno.	Juárez-Rosete et al., 2013.

Especie	Componentes químicos y usos	Autores
Salvia ( <i>Salvia officianalis</i> )	Aceite esencial rico en tuyona, cineol y borneol. En la planta se han encontrado triterpenos. Antisudorífico, tónico general, estomacal, afecciones gástricas e intestinales, antidiarreico, diurético, astringente, antiséptico, antiespasmódico, regulador de las funciones menstruales, afecciones de boca y garganta, ronquera y usos tópicos (llagas, úlceras y dermatosis).	Jiménez et al., 2015
Epazote ( <i>Dysphania ambrosioides</i> L.)	Principio activo el ascaridol, ejerce acción paralizante y narcótica sobre ascárides y los anquilostomas. Además, Peróxido monoterpénico, paracimeno, limoneno y mirceno, flavonoides, componentes fenílicos, saponinas y esteroides.	Jiménez et al., 2015
Barquilla o maguey morado ( <i>Tradescantia spathacea</i> Sw.)	Actividad contra <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Escherichia coli</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , así como del hongo <i>Candida albicans</i> . Aunado al efecto protector de células, por su efecto antioxidante..	Esteban et al., 2018.
Estafiate verde ( <i>Artemisia mexicana</i> )	Aceite esencial con monoterpenos como alcanfor, alfa y beta-belandrenos, limoneno, borneol, car-3-ene, alfa-pineno y crisantemol; sesquiterpenos (óxidos de arteduo-glassia A, B, C y D y la estaestafiatina entre otros. Se recomienda como antiemético, bronquitis, dolor de cabeza, diarrea, disentería, dismenorrea y dolor estomacal.	Jiménez et al., 2015
Hierba de “insulina” o Bretónica ( <i>Salvia urica</i> Epling)	En infusión para bajar los niveles de glucosa en la sangre.	Castro et al., 2014.
Vaporub ( <i>Plectranthus oloroso</i> )	Fenoles, flavonoides y esteroides. Antibacterial	Galicía et al., 2009; González et al., 2015.
Kalanchoe ( <i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet y H. Perrier.)	Fenoles, flavonoides, esteroides y triterpenoides, antraquinonas, alcaloides y saponinas. Con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, citotóxicas y antiinflamatorias. Infusiones de hojas se usan como tratamiento alternativo para distintas dolencias como fiebre, hipertensión, relajante muscular, sedante, antihistamínico, entre otros.	Báez et al., 2021.

Especie	Componentes químicos y usos	Autores
Sábila ( <i>Aloe vera</i> L.)	Esteroles como el campesterol, colesterol y beta-sisterol, el triterpeno lupenol; componentes quinoides como el barbaloin y el ácido crisofánico y la cromana aloesin entre otros. El jugo de la hoja en aplicaciones externas acelera la cicatrización. Recomendada para el hígado, vesícula, apéndice, artritis, golpes, torceduras, llagas internas, inflamación del estómago, cólicos, contra paperas y contra <i>Ascaris lumbricoides</i> , amibas. Se rebana y aplica sobre el área inflamada, para aliviar heridas y golpes.	Jiménez et al., 2015

### Producción de huevo para autoconsumo

La producción de huevo inició durante la tercera etapa de la experiencia familiar de AU, con tres pollitas adquiridas en junio del 2020, aprendiendo sus cuidados. Las primeras gallinas solo vivieron un año, pero no por ello se perdió el interés en la actividad, sino que se compraron otras tres gallinas en 2021. Según los registros productivos de la familia, cada gallina produjo 34 huevos al año. De ahí que se constata que las unidades de producción urbana también son propicias para generar alimentos de origen animal y de alta calidad nutritiva, y pueden ser una alternativa para que las familias consuman estos productos. Hay evidencia de que las inversiones en avicultura a pequeña escala contribuyen a la reducción de la pobreza, a incrementar la seguridad alimentaria y a combatir la malnutrición, pues el consumo de huevo y carne de aves de corral es una fuente valiosa de alimento para los miembros de la familia (Pica & Dhawan, 2010).

Además, la producción de huevo a escala familiar es una alternativa para que las familias pobres consuman productos de origen animal y alta calidad nutritiva, esto por considerar que los animales pequeños requieren una mínima inversión, pueden criarse en las cercanías de la vivienda o en tierras comunes y pueden ser alimentados con residuos de la producción agrícola (Sommer et al., 2007. En esta experiencia familiar de AU, los residuos provenientes de las labores de deshierbe en el huerto fueron destinados a la alimentación de las gallinas, junto con residuos de la cocina (frutas, verduras, tortilla) y maíz quebrado, obteniendo huevo para autoconsumo.

En cuanto a la diversidad de fauna local, se ha observado la presencia de 5 especies de aves: la Tortola “Turca de collar” (*Streptopelia decaocto*) familia Columbidae, el gorrión café (*Passer domesticus*) y tordos o zanates (*Quiscalus mexicanus*) (Familia Icteridae), que llegan a alimentarse del maíz. Además de la golondrina común (*Hirundo rustica*) y el colibrí (Familia Trochilidae). Sobre el particular, la familia narra lo siguiente: “durante el mes de octubre del 2021 se observó al colibrí sobre un izote (*Yucca* spp.), y se le observó alimentándose de la albahaca (*O. basilicum*) y de la flor de la hoja de platanillo o papatla (*Canna indica* L.)”, descripción que para ellos resulta importante, pues identifican las plantas que sirven de alimento para estas aves.

Los registros de la familia también indican la presencia de artrópodos, entre ellos la mariposa cola de golondrina, cuya larva se conoce como gusano perro (*Papilio cresphontes*); la mariposa de la col [*Lepthofobia aripa* (Boisduval)]; ácaros (Familia Tetranychidae); especies parasitoides (Hymenopteros); así como abejas y abejorros (Familia Apidae).



El huerto ha sido determinante para que la familia se apropie de nuevos conocimientos respecto al cuidado del ambiente, la utilidad y usos de las plantas medicinales, la identificación de fauna benéfica y nociva para los cultivos, así como las prácticas agroecológicas que se pueden implementar. De ahí que la AU se ha llegado a considerar un recurso de enseñanza-aprendizaje con amplio potencial en centros escolares y colectivos urbanos. Como refieren Mercon et al. (2012), quienes destacan el papel de los huertos escolares, universitarios y comunitarios como espacios transformadores de saberes, actitudes y prácticas en torno a la sustentabilidad.

De hecho, hay proyectos de AU que inician con un propósito de autosuficiencia alimentaria, para luego convertirse en escenarios de participación social y en foros de procesos de educación no formales y de comunicación para el cambio social (Meneses, 2020). Aunado a lo anterior, la presencia de fauna local en el huerto urbano agroecológico, indica que este es un reservorio etnobiológico de fauna y flora local, nativa y cultivada o útil (Castañeda et al., 2020).

### Labores en el huerto

Tocante a las labores que se realizan en el huerto, la familia refiere actividades tales como la siembra, trasplante, riego, deshierbe, control de plagas y cosecha. En cuanto al riego, explican que este depende de la época del año, la frecuencia puede variar entre una, dos o tres veces por semana, y tener una duración de una o dos horas. “En primavera dos a tres veces por semana, y en época de lluvias solo una vez por semana a las macetas que están bajo techo”. Respecto al deshierbe, este se realiza de forma manual, y señalan que la hierba colectada “se le da a un conejo —que es mascota— y a las gallinas”.

Referente al control de plagas, se han identificado especies fitófagas como pulgones (*Myzus persicae* (Sulzer)) en lechuga (*Lactuca sativa* L.), y cenicilla (*Oidium* spp.) en epazote (*Dysphania ambrosioides*); esta última se ha controlado con solución jabonosa al 1 % rotada con solución de chile al 5 %. Por lo que respecta a la cosecha, en el huerto blando se han producido dos especies: jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y chayote (*Sechium edule* Jacq.). De jitomate se cosecharon aproximadamente 450 g/planta/ciclo, y en el caso del chayote, que se sembró en septiembre de 2021, cosecharon en un año 25 chayotes (8.6 kg/planta). La mejor época de producción, según la familia, fue el periodo de primavera-verano.

Estos aprendizajes se han dado sobre la marcha del proyecto, siendo útiles no solo para producir alimentos, sino también para concientizar a los miembros de la familia sobre la importancia del sistema alimentario urbano, que tiene que ver con la autosuficiencia alimentaria, la seguridad alimentaria, la soberanía alimentaria y el papel de los campesinos y agricultores, quienes deben ser revalorados como actores protagónicos en los sistemas agroalimentarios. En tal sentido, los integrantes de la familia van dejando de ser consumidores pasivos para convertirse en ciudadanos con derechos y responsabilidades en torno a su alimentación, como lo señalan Alcantara y Larroa (2022) al insistir en el desarrollo de una *ciudadanía alimentaria*, que entiende a la AU como una actividad multifuncional. Aunado a lo anterior, la participación de la familia en las labores del huerto estimula la convivencia familiar, el trabajo en equipo, la formación de valores, el rescate y transmisión de saberes, así como la capacidad de tomar acuerdos. De este modo, se constata que la AU crea oportunidades para la auto organización y el cambio social (Calderón, 2016; Meneses, 2020).

## Ecotecnias adoptadas en el huerto

El huerto ha sido un espacio propicio para la adopción de ecotecnias, las cuales se han incorporado desde la primera etapa de la experiencia familiar de AU. Ejemplo de ello son las prácticas de composteo y lombricomposteo, el uso de abonos orgánicos para los cultivos, el trampeo y el uso de extractos vegetales para el control de plagas, la captación de agua de lluvia y la farmacia viviente.

Las prácticas de composteo y lombricomposteo ocurren a partir de la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos, actividad que se implementó desde 2001. Concerniente al aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de lombricomposta, la familia explica que los restos de frutas y verduras se colectan y depositan en tres contenedores con tapa, cada uno con diferente capacidad de almacenamiento. En 2001, arrancaron esta actividad con un bote lombricompostero dotado de lombriz californiana (*Eisenia foetida*) y con orificios laterales para el escurrimiento de lixiviados; en poco tiempo, el número de botes se triplicó (dos botes de aproximadamente 10 L y uno de 50 L). A la fecha, una parte de los residuos orgánicos colectados se depositan en los contenedores de las lombrices, y la otra parte se lleva al compostero comunitario.

Cabe destacar que la lombricomposta se utiliza para abonar las plantas del huerto, toda vez que es un abono orgánico de excelente calidad y un mejorador de suelos (CDI, 2016). Además, al transformar los residuos orgánicos en abono orgánico, estos dejan de ser depositados en el camión recolector de RSU, por tanto, fomentar esta ecotecnia en los hogares contribuye a reducir el volumen total de RSU recolectados, ya que los residuos orgánicos representan el 46 % de este total (Mendoza et al., 2022), y el 89.45 % de los habitantes en el municipio eliminan sus residuos mediante el servicio público de recolección (INEGI, 2017).

Por lo que respecta al trampeo para el control de plagas, este se inicia en la tercera etapa del huerto, específicamente, para manejo de mosquitas de la fruta y moscas domésticas (*Drosophila melanogaster* y *Musca domestica*). Para tal efecto, se colocaron 4 trampas artesanales elaboradas con botellas de pet, a las cuales se les hizo una ventana en la parte media, y se les agregó en la base una solución de agua con azúcar (12 %) y agua jabonosa (4 %) en una proporción 1:1, poniendo la cantidad de solución necesaria para que las moscas se ahoguen. El cambio de agua se realiza cada 8 o 15 días según la época del año, la trampa se cuelga al lado del compostero.

En cuanto al uso de extractos vegetales para el manejo de plagas, se ha utilizado solución de chile al 5 % para el control de cenicilla (*Oidium spp.*), rotada con solución jabonosa al 1 %. Sobre el particular, conviene decir que, tanto el trampeo como el uso de extractos vegetales son prácticas agroecológicas para el manejo de plagas, las cuales buscan atender las causas de las plagas y favorecer las condiciones para que parasitoides y depredadores de estas puedan realizar mejor su función (Castolo et al., 2018), se trata de alternativas de manejo que no generan impactos negativos para la salud humana y el ambiente.

Con relación a la captura de agua lluvia, esta es una ecotecnia que coadyuva a solucionar el problema de escasez de agua; y considerando que esta es una problemática generalizada en el municipio de Emiliano Zapata (SEDATU, 2022), es importante destacar la conveniencia de su incorporación dentro del huerto. En un principio, se colocaron bajantes en el techo para colectar el agua de manera directa en recipientes de 90 L. Posteriormente,

se hicieron varias adaptaciones en la vivienda, tales como enterrar un rotoplas (2,200 L) y equiparlo con una bomba de ½ HP; colocar dos tinacos en la azotea (1100 y 450 L) para abastecerlos con el agua de lluvia colectada; modificar la entrada de agua a sanitarios y colocar tomas de agua en 3 diferentes puntos de la casa.

De acuerdo a los registros de la familia, se captan aproximadamente 24 m<sup>3</sup> de agua de lluvia que son distribuidos para el riego de las plantas cultivadas (40 %) y para uso sanitario y de limpieza (60 %). Con ello, la familia estima que consume menos de la mitad del consumo mínimo mensual por toma de agua potable, equivalente a 10 m<sup>3</sup>/toma/mes en el municipio de Emiliano Zapata (Isunza, 2012).

Relativo a la farmacia viviente, definida como un sistema de cultivo de especies con potencial medicinal, tendiente a abastecer de manera sustentable fitoremedios, y que cumple otras funciones como banco de semillas, centro de relajación y centro de educación ambiental (Indesol, 2014); se puede constatar que esta surge a causa de las limitaciones de tiempo por parte de los integrantes de la familia, quienes optaron por cultivar plantas medicinales y aprender acerca de sus aplicaciones terapéuticas, como alternativa de “procuración de la salud”.

Aunado a lo anterior, esta ecotecnia ofrece un espacio propicio para albergar y alimentar polinizadores, como lo evidencian los registros de la familia que indican la presencia de abejas y abejorros. Por tanto, el cultivo de plantas medicinales también es deseable por sus beneficios ecosistémicos, y las huertas urbanas son sistemas de producción que se caracterizan por formaciones vegetales que propician la presencia de una gran variedad de insectos benéficos (Mendoza et al., 2021). Ahora bien, considerando que los polinizadores están disminuyendo en todo el mundo, y que su protección requiere de políticas públicas y medidas específicas (Nava et al., 2022), es claro que la AUP es una alternativa viable para salvaguardar la biodiversidad de los polinizadores y su función en los agroecosistemas.

Ante tales resultados, conviene hacer referencia a Ortiz et al. (2014), quien define la ecotecnología como aquellos “dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio-ecológico específico”; por su parte, las ecotecnias son “las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles”.

La CDI (2016) señala que las ecotecnias son “instrumentos desarrollados para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales, permitiendo la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria”. Según los resultados de esta investigación, las ecotecnias incorporadas dentro del huerto han generado diversos beneficios para la familia que comparte esta experiencia de AU.

#### *Manejo de residuos inorgánicos reciclables*

De acuerdo con lo referido por la familia, la separación de residuos (orgánicos e inorgánicos) se inicia a partir de 2012. A la fecha, los residuos inorgánicos reciclables, particularmente las cajas de tetrapack, se enjuagan y cortan para obtener láminas sépticas que se almacenan al igual que los taparrosas. Una parte de las láminas se emplea para elaborar de forma artesanal revisteros y parasoles; la otra parte se guarda y junto con las láminas

colectadas por vecinos, familiares, incluso estudiantes, desde hace más de cuatro años, se llevan semestralmente al centro de acopio “Proyectos Sustentables Tetra-House” y a la asociación civil “Tetra-House”.

De acuerdo al testimonio de la familia participante, aprovechar los residuos como insumos en actividades productivas requiere, en primer término, separar los residuos que pueden ser reciclados. A nivel comunitario, la separación de esta clase de residuos en los hogares precisa de la participación de la población, y pese a las dificultades que esta labor puede representar, no cabe duda de que se trata de una oportunidad para avanzar en la gestión integral y participativa de los RSU (Aragón & Córdova, 2019).

Los integrantes de la familia señalan que los recipientes de cristal también son residuos inorgánicos reciclables, los cuales apartan del resto de los residuos y los utilizan para almacenar semillas u otros alimentos en casa. Con estas acciones, la familia reduce el volumen de residuos que deposita en el camión recolector de RSU, mostrando así la apropiación de la regla de las tres erres (3R), concepto que hace referencia a estrategias para el manejo de los residuos producidos diariamente en los hogares o en la industria, y que implica reducir, reutilizar y reciclar (Nava et al., sf).

#### *Problemática detectada a lo largo de la experiencia de AU*

Uno de los problemas que enfrentó la familia, al iniciarse en AU, fue la poca disponibilidad de tiempo. No obstante, esto no impidió concretar su iniciativa, sino que se convirtió en una oportunidad para el cultivo de plantas medicinales y aromáticas, ecotecnia denominada *farmacia viviente*, cuyos beneficios para la salud humana y el ambiente son considerables. En el estado de Puebla, la *farmacia viviente* está contemplada como alternativa de agricultura urbana con el fin de procurar la salud de las personas (Martínez, 2022), y en el estado de Jalisco también se promueven las *farmacias vivientes* (SADER, 2023).

En términos generales, emplear plantas medicinales en terapias alternativas contribuye a la salud humana, pero también al cuidado de los recursos naturales y a la preservación de los saberes tradicionales; de ahí que Jiménez et al. (2015) han sugerido la creación de un Centro de Educación Ambiental y Medicina Tradicional, para rescatar los saberes ancestrales y promover y preserve la medicina alternativa en México. Esto sin olvidar la utilidad de las *farmacias vivientes* como refugio y fuente de alimento para los polinizadores, cuya función es vital en la preservación de la biodiversidad y en la agricultura (Miñarro et al., 2018; Collantes et al., 2023).

Otro problema notable durante la experiencia de AU, se relaciona con el uso de un área verde común para la instalación de un compostero. Las áreas verdes son espacios regulados por la administración municipal, y en este caso, al cambiar las autoridades, no se respetó el uso del suelo como área verde; reduciéndose hasta en un 80 % la superficie destinada para tal fin. Debido a ello los vecinos recabaron firmas para gestionar que se respetara el área del compostero, y aunque se respetó, el acceso fue obstruido por nuevas edificaciones públicas. Lo cual evidencia que las iniciativas ciudadanas en torno a la AUP, no siempre son una prioridad para los gobiernos locales.

De acuerdo a lo establecido en el Capítulo segundo, Artículo 5 de la *Ley de protección, conservación y fomento de arbolado y áreas verdes urbanas para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*, publicada en la Gaceta Oficial del Estado el día 29 de noviembre de 2018, las áreas verdes urbanas del territorio veracruzano son responsabilidad del

ejecutivo estatal y municipal; por tanto, los proyectos ciudadanos que contemplan el uso de áreas verdes, aún y cuando contribuyan al cuidado ambiental o proporcionen otro beneficio colectivo, deben contar con la autorización correspondiente. De ahí la necesidad de contar con un marco legal que garantice y promueva el desarrollo de proyectos de AUP en espacios públicos urbanos y periurbanos, como las áreas verdes.

En México, varios estados han expedido leyes que promueven y regulan la práctica de AUP, tal es el caso de la *Ley de Huertos Urbanos de la Ciudad de México* publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 30 de diciembre de 2020; la *Ley de Agricultura Urbana para el Estado de Puebla* publicada en la Gaceta Oficial el 30 de diciembre de 2013; la *Ley de Agricultura Urbana y Periurbana del Estado de Michoacán de Ocampo* publicada en el Periódico Oficial del Estado el 13 de diciembre de 2017; y la *Ley de Agricultura Urbana Sustentable para el estado de Baja California* publicada en el Periódico Oficial No. 39 de fecha 7 de julio de 2023; que son ordenamientos donde se considera como derecho ciudadano el contar con un huerto urbano, y cuyos objetivos coinciden en formular políticas públicas orientadas a la protección y restauración del ambiente, mitigar los efectos del cambio climático, fomentar la autoproducción alimentaria, la seguridad alimentaria, hábitos de alimentación saludable, el aprovechamiento y uso de espacios públicos urbanos y periurbanos, el reciclaje de residuos, por mencionar algunos.

Cabe mencionar que la expedición de estas leyes también es una forma de responder a los compromisos internacionales derivados de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. En el estado de Veracruz, se necesita la aprobación de un marco legal para la AUP, a fin de que los huertos urbanos y periurbanos puedan fortalecerse en el marco de la ley, siendo objeto de asignación presupuestal e incentivos especiales por parte del ejecutivo. A tal efecto, visibilizar los resultados y beneficios económicos, sociales y ambientales de las experiencias de AUP es indispensable.

En suma, los miembros de la familia revelan su satisfacción respecto a incursionar en la AU, actividad que poco a poco, a lo largo de 20 años, se ha convertido en un estilo de vida. A la fecha, consideran que realizar AU es un pasatiempo gratificante, desestresante, de aprendizaje, de experimentación y motivador. La familia se considera promotora del cuidado del ambiente (Miranda y Aguilar, 2021; Restrepo y Velásquez, 2021), tomando conciencia y realizando acciones locales en favor de un desarrollo sostenible a través de su huerto urbano, que les brinda conocimiento y aprendizaje de procesos naturales (Montoya et al., 2021) y los une al mundo natural (Ochoa, 2016; Ortega, 2016; Moreno y Santacruz, 2021), sentipiensan y aprenden de la naturaleza y es un espacio de convivencia familiar.

## CONCLUSIONES

La incursión de la familia en la AU fue gradual y dinámica, identificándose tres etapas (la inicial, la de integración en la Red de agricultura Urbana y periurbana de Xalapa y la tercera de permanencia en casa derivada de la pandemia COVID-19).

El huerto se integró por dos sistemas de producción (huerto duro y blando) incluyendo tanto macetas como camas tipo fogón.

En la segunda etapa se incrementó la agrobiodiversidad incluyendo principalmente especies medicinales y aromáticas. La familia emplea principalmente siete especies medicinales producidas en el huerto.



El factor tiempo fue significativo durante el confinamiento por COVID-19, permitiendo incursionar en la crianza de gallinas y producción de huevos, logrando tener una producción de 34 huevos al año por gallina.

Se establecieron como ecotecias la captura de agua de lluvia (24 mL anuales); separación de residuos tanto orgánicos como inorgánicos y para el manejo de plagas uso de trampas artesanales y extractos vegetales, además la incorporación de la farmacia viviente.

La principal limitante de la familia para el cuidado del huerto fue el tiempo. Otra limitante al exterior fue la falta de garantía del respeto a las áreas verdes para evitar el cambio del uso del suelo por las autoridades municipales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, N. N., & Larroa, T. R. (2022). La multifuncionalidad de los huertos urbanos en la Ciudad de México. *Espiral (Guadalajara)*, 29(83), 187-229. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-05652022000100187&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652022000100187&lng=es&tlng=es).
- Aragón, C. A., & Córdova, A. (2019). Separación de residuos inorgánicos reciclables en Tijuana. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 1011-1023. doi:<https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.19>
- Aragón, G. A., De Vega, L. J., Pérez, T. B., Damián, H. M., Romero, A. O., & López, O. J. (2014). Aceite de *Cymbopogon nardus* y *Pelargonium citrosum*, como repelentes de *Culex quinquefasciatus*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(4), 591-603. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000400005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000400005&lng=es&tlng=es).
- Ávila, S. H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*, (98). doi:<https://doi.org/10.14350/rig.59785>
- Báez, M., Torres, E. I., Gruszycki, A. E., Alba, D. A., Valenzuela, G. M., & Gruszycki, M. R. (2021). Actividad antioxidante y antiinflamatoria en extractos hidroalcohólicos de *Kalanchoe daigremontiana* Raym. -Hamet & H.Perrier. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 50(1), 86-99. Obtenido de <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n1.95450>
- Calderón, C. A. (2016). Agricultura urbana familiar en una ciudad media en Chiapas. Implicaciones para la sustentabilidad urbana. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 26(48), 101-129. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572016000200101&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572016000200101&lng=es&tlng=es).
- Castañeda, G. I., Aliphath, F. M., Caso, B. L., Lira, S. R., & Martínez, C. D. (2020). Conocimiento Tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. *Polibotánica*, 49, 185-217. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682020000100185&script=sci\\_arttext\\_plus&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682020000100185&script=sci_arttext_plus&tlng=es)
- Castolo, C. E., Bahena, F., Escobedo, C. H., & Alvarado, A. C. (2018). Extractos Vegetales para el manejo de insectos plaga. *Enlace. La revista de la Agricultura de Conservación. Especial MAP*, 43, 8-10. Obtenido de [https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/19701/56637\\_43.pdf](https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/19701/56637_43.pdf)
- Castro, J. C., Villa, R. N., Ramírez, G. S., & Mosso, G. C. (2014). Uso medicinal de plantas antidiabéticas en el legado etnobotánico oaxaqueño. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(1), 101-120. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962014000100012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962014000100012&lng=es&tlng=es).
- CDI. (2016). *Eco/tecias. Guía práctica para comunidades indígenas*. México: Comisión



- Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/173389/ecotecnias-comunidades-indigenas-2016.pdf>
- CEIEG. (2021). *Cuadernillos Municipales 2021*. Emiliano Zapata. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Veracruz (CEIEG): <http://ceieg.veracruz.gob.mx/2021/06/17/cuadernillos-municipales-2021/>
- Collantes, R., Del Cid, A. R., Santos, M. A., & Atencio, R. (2023). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los Agroecosistemas Productivos. *Revista Semilla del Este*, 3(2), 8-26. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/370375240\\_IMPORTANCIA\\_DE\\_LOS\\_INSECTOS\\_POLINIZADORES\\_EN\\_LA\\_SOSTENIBILIDAD\\_DE\\_LOS\\_AGROECOSISTEMAS\\_PRODUCTIVOS](https://www.researchgate.net/publication/370375240_IMPORTANCIA_DE_LOS_INSECTOS_POLINIZADORES_EN_LA_SOSTENIBILIDAD_DE_LOS_AGROECOSISTEMAS_PRODUCTIVOS)
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. (23 de diciembre de 2020). *RESOLUCIÓN del H. Consejo de Representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales que habrán de regir a partir del 1 de enero de 2021*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Diario Oficial de la Federación: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5608587&fecha=23/12/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5608587&fecha=23/12/2020#gsc.tab=0)
- CONEVAL. (2020). *Estadísticas de pobreza en Veracruz*. Recuperado el 2 de octubre de 2023, de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). ENTIDADES FEDERATIVAS. VERACRUZ: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Veracruz/Paginas/principal.aspx>
- CONEVAL. (2020). *Medición de Pobreza Municipal. Consulta Interactiva*. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL): <https://municipal-coneval.hub.arcgis.com/pages/pobreza>
- Congreso de la Ciudad de México I Legislatura. (31 de diciembre de 2020). *DECRETO POR EL QUE SE ABROGA LA LEY DE HUERTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO*. Recuperado el 3 de octubre de 2023, de Gaceta Oficial de la Ciudad de México: <https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/gaceta>
- Cóppola, J., Pescio, F., & Schamber, P. (2022). Análisis de manejo de residuos sólidos urbanos y elaboración de aboneras para huertas traspatio en San Andrés de Giles (Bs. As.). *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*, 48(1), 90-99. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/864/86470768012/html/>
- Cruz, S. B., Muñoz, R. M., Santoyo, C. V., Martínez, G. E., & Aguilar, G. N. (2016). Potencial y restricciones de la avicultura de traspatio sobre la seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 257-275. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722016000200257&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000200257&lng=es&tlng=es).
- Del Ángel, L. G., & Nava, T. M. (2019). Limitantes técnico-productivas y socioeconómicas para la adopción de la agricultura urbana. El caso de la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(1), 97-106. Obtenido de <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/issue/view/74>
- Del Carmen, N. V., Rodríguez, H. A., Juárez, L. A., Sampedro, R. M., Reyes, U. M., & Silva, G. S. (2020). La importancia de la participación y corresponsabilidad en el manejo de los residuos sólidos urbanos. *Acta Universitaria*, 29, e2166. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2166>
- DIF. (2020). *Manual de Iniciación al Huerto Casero: Una guía para producir alimentos saludables*. Xalapa, Veracruz: Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de Veracruz.
- DOF. (2021). *INDICADORES. Tipo de Cambio y Tasas*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Diario Oficial de la Federación: <https://www.dof.gob.mx/indicadores.php#gsc.tab=0>

- Esteban , D. A., Cano, A. L., Castro, G. S., & Sánchez, S. O. (2018). *Herbolaria de Los Tenek de Veracruz. Plantas utilizadas para afecciones de la mujer*. Xalapa, Veracruz.: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO). Universidad Veracruzana (UV). Obtenido de <https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Herbolaria-de-los-Tenek-de-Veracruz.pdf>
- FAO. (31 de diciembre de 2019). *El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. FAO. Obtenido de OPSAa IICA: <https://opsaa.iica.int/resource-909-el-sistema-alimentario-en-mexico.-oportunidades-para-el-campo-mexicano-en-la-agenda-2030-de-desarrollo-sostenible>
- FAO. (2020). *Ciudades y gobiernos locales a la vanguardia en la construcción de sistemas alimentarios inclusivos y resilientes. Principales resultados de la encuesta de la FAO "Sistemas alimentarios urbanos y COVID-19"*. Roma Italia: FAO. doi:<https://doi.org/10.4060/cb0407es>
- FAO, Rikolto, RUAF. (2022). *Urban and peri-urban agricultura sourcebook. From production to food systems*. FAO; Rikolto International s.o.n.; RUAF Global Partnership on Sustainable Urban Agriculture and Food Systems.
- FAO,FIDA,OMS, PMA y UNICEF. (2023). *Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano*. Roma, Italia: FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. doi:<https://doi.org/10.4060/cc6550es>
- Galicia, L. C., Bautista, R. E., Franco, H. O., & Gómez, y. Y. (21-26 de junio de 2009). Evaluación fitoquímica y antimicrobiana del *Plectranthus oloroso*. XIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras (Trabajos Libres VIII). Acapulco-Guerrero, México.: Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. Obtenido de <https://smbb.mx/congresos%20smbb/acapulco09/acapulco.html>
- Gitaari, N., Kareru, P., & Githua, M. (2018). Repellency Effects of *Pelargonium citrosum* and *Rosmarinus officinalis* Essential Oils against Housefly, *Musca domestica* L. (Diptera:Muscidae). *Chemical Science International Journal*, 25(4), 1-6. doi:<https://doi.org/10.9734/CSJI/2018/46383>
- González, L. M., Fierro, A. A., López, L. R., & Monsalvo, C. C. (2015). Propagación de *Plectanthus oloroso* (vaporub) en México, D.F. Especie medicinal y aromática. *Ciencia y Tecnología Forestal y Agropecuaria en Tabasco. Colección de Memorias y Simposios*. (págs. 756-762). Villa Hermosa-Tabasco, México.: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Hernández, S. R., & Mendoza, T. C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- Indesol. (2014). *Manual para el manejo sustentable de plantas medicinales y elaboración de productos derivados*. México: Instituto Nacional de Desarrollo Social (Indesol). Obtenido de <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Medicina%20Alternativa/Manual%20para%20el%20Manejo%20Sustentable%20de%20Plantas%20Medicinales.pdf>
- INEGI. (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2017*. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de INEGI. Sistemas de Consulta. Publicaciones: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094980>
- INEGI. (2020). *Población rural y urbana*. Recuperado el 21 de septiembre de 2023, de Cuéntame de México. Información para niños y no tan niños: [https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P)
- INEGI. (2 de junio de 2022). *Estadísticas a propósito del Día Mundial del Medio Ambiente*. Comunicado de Prensa. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de

- INEGI.Sala de prensa.Noticias: <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/default.html?tn=conferencias>
- INEGI. (18 de Agosto de 2023). *Población ocupada según nivel de ingreso, nacional trimestral*. Recuperado el 19 de octubre de 2023, de INEGI. Programas de Información. Ocupación: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=602>
- IPCC. (2013). *Cambio climático 2013: The Physical Science Basis. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press,Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/ipcc-en-espanol-publications/>
- Isunza, V. E. (2012). *Rendición de Cuentas Multidimensional en el Acceso al Agua Potable y el Saneamiento:un Análisis de Cuatro Casos en América Latina.Caso México: Zona Metropolitana de Xalapa, Veracruz*. Programa de las naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Obtenido de [https://www.academia.edu/31313912/Rendici%C3%B3n\\_de\\_Cuentas\\_Multidimensional\\_en\\_el\\_Acceso\\_al\\_Agua\\_Potable\\_y\\_el\\_Saneamiento](https://www.academia.edu/31313912/Rendici%C3%B3n_de_Cuentas_Multidimensional_en_el_Acceso_al_Agua_Potable_y_el_Saneamiento)
- Jiménez, C. P., Hernández, J. M., Espinosa, S. G., Mendoza, C. G., & Torrijos, A. M. (2015). Los saberes en medicina tradicional y su contribución al desarrollo rural: estudio de caso Región Totonaca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1791-1805. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000801791&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000801791&lng=es&tlng=es).
- Juárez, R. C., Aguilar, C. J., Juárez, R. M., Bulgarin, M. R., Juárez, L. P., & Cruz, C. E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México. Tradición e Innovación. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 119-129. Obtenido de <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.06>
- Mahedran, G., Kumar, V. S., & Rahman, L.-U. (2021). The traditional uses, phytochemistry and pharmacology of spearmint (*Menta spicata* L.): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 278. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114266>
- Martínez, P. M. (2022). *Manual de Agricultura Urbana para la Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático en el estado de Puebla*. Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial. Gobierno del Estado de Puebla. Obtenido de <https://smadsot.puebla.gob.mx/cambio-climatico-y-ciudades-inteligentes>
- Mendoza, B. E., Vargas, B. B., Plana, Q. A., Ramos, G. Y., Cobas, M. M., & Martínez, G. R. (2021). Diversidad de insectos benéficos asociada a la flora existente en fincassuburbanas en Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Chilena de Entomología*, 47(1), 121-145. Obtenido de <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/67948>
- Mendoza, C. A., Ramírez, M. T., & Araiza, A. J. (2022). *Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693803/125\\_2022\\_Atlas\\_Nacional\\_Residuos\\_Solidos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693803/125_2022_Atlas_Nacional_Residuos_Solidos.pdf)
- Meneses, M. L. (2020). Agricultura urbana: espacio de encuentro entre procesos de educación no formales y la comunicación para el cambio social (CPCS). *Colección Académica de Ciencias Sociales*, 4(1), 61-70. Obtenido de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/cienciassociales/article/view/4083>
- Mercon, J., Escalona, A. M., Noriega, A. M., Figueroa, N. I., Atenco, S. A., & González, M. E. (2012). Cultivando la Educación Agroecológica. El huerto colectivo urbano como espacio educativo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(55), 1201-1224. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14024273009>
- Miñarro, P. M., García, G. D., & Martínez, S. R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90. doi:<https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>
- Miranda, G. O., & Aguilar, G. C. (2021). *Cpntexto General de la Agricultura Urbana en*

- México durante la Covid-19: Uso de aplicaciones de Google para el análisis social. *Ar@cne. Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*, XXV(258), 1-24. doi:<https://doi.org/10.1344/ara2021.258.34042>
- Montoya, D. I., Duarte, A. N., & Luna, D. Y. (2021). El huerto escolar como herramienta de sensibilización ambiental para el aprendizaje y mejora alimenticia en las comunidades rurales. *Revista Compromiso Social*, 2(6), 105-116. doi:<https://doi.org/10.5377/reco.v3i6.13527>
- Moreno, R. J., & Santacruz, C. A. (2021). Adopción de servicios tecnológicos en el sector agropecuario colombiano. Criterios de decisión y comportamiento del consumidor. *Revista Compromiso Social*(6), 93-104. doi:<https://doi.org/10.5377/reco.v3i6.13525>
- Naciones Unidas. (2023). *Informe de los objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición Especial*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2023, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Nava, B. Á., Osorio, O. L., & Soberón, J. (2022). Estado del arte del conocimiento de biodiversidad de los polinizadores de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93, e933948. doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3948>
- Nava, B. J., Carapia, C. A., & Vidal, G. F. (sf). *Las tres R: una opción para cuidar nuestro planeta*. Recuperado el 17 de octubre de 2023, de INECOL. CIENCIA HOY: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/413-las-tres-r-una-opcion-para-cuidar-nuestro-planeta>
- Ochoa, D. (2016). Nuestro estar en el mundo como especie. En R. A. Hernández (Ed.), *Interacciones planta-animal: Una aproximación epistémica y fenomenológica a la complejidad* (págs. 13-22). Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes. Colección Cuadernos Ecodiálogo No.6 Universidad Veracruzana. Obtenido de <https://www.uv.mx/ecodialogo/cuadernos-ecodialogo/>
- ONU. (25 de septiembre de 2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 7 de octubre de 2023, de ONU: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- ONU Hábitat. (20 de Junio de 2017). *Tendencias del Desarrollo Urbano en México*. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de ONU Hábitat: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- Ortega, G. F. (2016). Susurros de la Naturaleza. En R. A. Hernández (Ed.), *Interacciones planta-animal: Una aproximación epistémica y fenomenológica a la complejidad* (págs. 37-42). Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes. Colección Cuadernos Ecodiálogos No. 6 Universidad Veracruzana. Obtenido de <https://www.uv.mx/ecodialogo/cuadernos-ecodialogo/>
- Ortiz, M. J., Masera, C. O., & Fuentes, G. A. (2014). *La Ecotecnología en México. Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia*.
- Pérez, V. A., & Benítez, B. G. (2016). Agricultura urbana y ciudades sustentables. En Comité de Acción para el Saneamiento Ambiental, & B. De la Isla (Ed.), *Producción de alimentos en casa: Agricultura urbana y periurbana* (págs. 17-38). Texcoco, Estado de México: Comité de Acción para el Saneamiento Ambiental A.C.
- Pica, C. U., & Dhawan, M. (2010). *SmallScale Poultry Farming and Poverty Reduction in South Asia. From Good Practices to Good Policies in Bangladesh, Bhutan and India*. Obtenido de South Asia Pro Poor Livestock Policy Programme (SA PPLPP): <http://sapplpp.org/lessonslearnt/small-holder-poultry/small-scale-poultry-farming-and-poverty-reduction-in-south-asia.1.html>
- Poder Ejecutivo del Gobierno del estado de Veracruz. (2017). *DECRETO QUE APRUEBA LA VALIDACIÓN DE LAS OCHO ZONAS METROPOLITANAS DEL ESTADO DE*



- VERACRUZ. Recuperado el 7 de octubre de 2023, de Gaceta Oficial del Estado de Veracruz. NUM.EXT.328 TOMO I: <http://www.veracruz.gob.mx/gaceta-oficial/>
- Restrepo, V. S., & Velásquez, P. J. (2021). La agricultura urbana como herramienta para los actores políticos. *Revista de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, 51(134), 303-331. doi:<https://doi.org/10.18566/rfdcp.v51n134.a13>
- Rodríguez, R. S., Gaona, P. E., Martínez, T. B., Romero, M. M., Mundo, R. V., & Shama, L. T. (2021). Inseguridad alimentaria y percepción de cambios en la alimentación en hogares mexicanos durante el confinamiento por la pandemia de Covid-19. *Salud Pública de México*, 63(6), 763-772. doi:<https://doi.org/10.21149/12790>
- SADER. (2023). *Manual de Farmacia Viviente*. Recuperado el 19 de octubre de 2023, de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Gobierno del Estado de Jalisco: <https://sader.jalisco.gob.mx/manual-de-farmacia-viviente>
- SEDATU. (2022). *Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Xalapa*. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de Secretaría de Desarrollo Social Veracruz: <http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/direccion-general-de-desarrollo-urbano-y-ordenamiento-territorial/>
- SEDESOL. (2022). *Diagnóstico Zonas Metropolitanas de Veracruz. Tomo !. Zona Metropolitana Xalapa*. Recuperado el 7 de octubre de 2023, de Secretaría de Desarrollo Social : <http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/direccion-general-de-politicas-de-desarrollo-regional-2/>
- Sommer, R., Wenger, R., & Wymann von Dach, S. (2007). La revolución ganadera: ¿Una oportunidad para los productores pobres? *InfoResources Focus*(1/07), 1-16. Obtenido de [https://web.inforesources.bfh.science/p\\_archive\\_s.htm](https://web.inforesources.bfh.science/p_archive_s.htm)
- Valendania, D. D. (2018). Huertas domésticas y políticas de agricultura urbana: ¿desde el autoconsumo hasta el mercado? *Revista Jangwa Pana*, 17(2), 181-183. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5880/588065927007/html/>
- Zentella, G. J. (2005). Relaciones intermunicipales y gobernabilidad urbana en las zonas metropolitanas de México: el caso de la Zona Metropolitana de Xalapa. *Estudios demográficos y urbanos*, 20(2). doi: 10.24201/edu.v20i2.1218



## Probabilidades de Riesgo de Exposición al Mercurio en Comunidades Pesqueras de la Cuenca Grandes Lagos de Nicaragua

### Risk Probabilities of Mercury Exposure in Fishing Communities in the Great Lakes Basin of Nicaragua

**Francisco José Picado Pavón**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua/CIRA, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-3698-5214>

[francisco.picado@cira.unan.edu.ni](mailto:francisco.picado@cira.unan.edu.ni)

**RECIBIDO**

30/11/2023

**ACEPTADO**

03/07/2024

**Rommel José Lacayo Morales**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua/CIRA, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-3585-6568>

[rommel.lacayo@cira.unan.edu.ni](mailto:rommel.lacayo@cira.unan.edu.ni)

**Xaviera de Jesús Méndez Doña**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua/CIRA, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0001-6568-2717>

[x.mendez@cira.unan.edu.ni](mailto:x.mendez@cira.unan.edu.ni)

### RESUMEN

La contaminación ambiental por mercurio (Hg) es altamente tóxica y resulta en el detrimento de los ecosistemas acuáticos, así como en efectos negativos en la salud humana. El objetivo de esta investigación fue evidenciar las probabilidades de riesgo que tienen las comunidades pesqueras de los Grandes Lagos de Nicaragua, al consumir pescado con Hg procedente de estos ecosistemas. Para esto fue necesario diagnosticar la presencia de mercurio en el Lago Cocibolca. Entre enero y junio de 2022, se procedió a la colecta de agua y sedimentos del lago, se adquirieron pescados de acopios locales, se analizaron los niveles de Hg en las aguas, sedimentos y pescado y se aplicaron encuestas a cuatro comunidades de la cuenca de los Grandes Lagos para obtener información sobre el consumo de pescado y datos antropométricos para el análisis del riesgo. Los resultados muestran una baja biodisponibilidad del Hg en los Grandes Lagos de Nicaragua, sin embargo, el contenido de Hg en los pescados analizados es superior al de pescados proveniente de ambientes no contaminados ( $<0,008$  mg/kg. El contenido de Hg en los peces (0,008 a 0,475) mg Hg/kg es significativamente menor ( $p<0,0001$ ,  $\alpha =0,05$ ) en el Lago Cocibolca. Afortunadamente, las probabilidades del riesgo asociada al consumo de pescado son bajas ( $<4,4\%$ ) para las comunidades estudiadas de la cuenca del Lago Cocibolca. Sin embargo, las probabilidades de riesgo para las comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán sugieren vigilar la inocuidad, en cuanto al contenido de Hg, de estos recursos hidrobiológicos.

### PALABRAS CLAVE

Exposición; lago; mercurio; peces; riesgo.





## ABSTRACT

Environmental contamination by mercury (Hg) is highly toxic and results in the detriment of aquatic ecosystems, as well as in negative effects on human health. The objective of this research was to demonstrate the risk probabilities that the fishing communities of the Great Lakes of Nicaragua have when consuming fish with Hg from these ecosystems. For this purpose, it was necessary to diagnose the presence of mercury in Lake Cocibolca. Between January and June 2022, water and sediments were collected from the lake, fish were acquired from local fish stocks, Hg levels in water, sediments and fish were analyzed, and surveys were applied to four communities in the Great Lakes basin to obtain information on fish consumption and anthropometric data for risk analysis. The results show a low bioavailability of Hg in the Great Lakes of Nicaragua, however, the Hg content of the fish analyzed is higher than that of fish from non-polluted environments ( $<0.008$  mg/kg). The Hg content in fish (0.008 to 0.475) mg Hg/kg is significantly lower ( $p < 0.0001$ ,  $\alpha = 0.05$ ) in Lake Cocibolca. Fortunately, the risk probabilities associated with fish consumption are low ( $<4.4\%$ ) for the studied communities in the Lake Cocibolca basin. However, the risk probabilities for the fishing communities of the Lake Xolotlán basin suggest monitoring the safety, in terms of Hg content, of these hydrobiological resources.

## KEYWORDS

Exposure; lake; mercury; fish; risk.

## INTRODUCCIÓN

El mercurio (Hg) se considera globalmente uno de los peores estresores de impacto antropogénico para el medio ambiente (Boening, 2000). Investigaciones sobre los efectos del Hg han demostrado el riesgo potencial que representa debido a su toxicidad, acumulación en la biota y su tendencia a biomagnificarse en los ecosistemas acuáticos, así como también por sus propiedades, movilidad ambiental, transformación en el medio ambiente, y efectos en la salud humana (Dórea & Marques, 2016).

Los Grandes Lagos de Nicaragua (ver Figura 1) cuentan con una alta producción y variedad de peces (Astorqui, 1976) que son el sustento para 33 comunidades dedicadas a la pesca artesanal. Desafortunadamente, la condición natural de estos ecosistemas ha sido alterada por el vertido de desechos industriales conteniendo metales como el mercurio (Hg) (Lacayo et al., 1991) y/o por fuentes naturales de este metal (MINSA et al., 2017). Sin embargo, estas mismas condiciones podrían propiciar la metilación del Hg y con ello, su acumulación en la ictiofauna.

La contaminación por Hg en los ecosistemas acuáticos es altamente persistente y su distribución se evidencia por la presencia de este metal neurotóxico (Grandjean et al., 1999; Yorifuji et al., 2013) en el agua, en los sedimentos y en la biota. Esta persistencia depende de la especiación química del Hg, de las características físicas y químicas del medio, así como de los mecanismos y procesos de transporte (Bale, 2000).

El Hg está en las aguas superficiales principalmente como Hg elemental ( $Hg^0$ ) y/o mercurio inorgánico ( $Hg^{2+}$ ) formando sales solubles. Su permanencia en este compartimiento, en su forma disuelta, es favorecida por la baja alcalinidad ( $pH < 7$ ) y las bajas temperaturas del agua. Sin embargo, la presencia del Hg en las aguas también está asociada al material particulado en suspensión (Slotton et al., 2004), el cual es un sustrato para la retención del Hg. No obstante, esta asociación (Ravichandran, 2004) hace que el Hg sedimente dando lugar a que la fase sedimentaria albergue la mayor cantidad de este metal (Bale, 2000).

En los sedimentos, la acción bacteriana (Compeau & Bartha, 1985; Gilmour & Henry, 1991) y las condiciones oxido-reductoras (Li & Cai, 2013) metilmercurio (MeHg) dan lugar a que el mercurio en su forma iónica sea transformado a un Hg orgánico, principalmente a metilmercurio (MeHg o  $HgCH_3^+$ ); este proceso se conoce como metilación. En esta forma química, el Hg tiene la capacidad de bioacumularse, por lo que los sedimentos se convierten en la fuente principal de Hg para los organismos acuáticos (Bale, 2000), y estos a su vez exponen a poblaciones humanas a los efectos tóxicos del mercurio.

Al igual que el resto de las sustancias químicas, el  $HgCH_3^+$  producido principalmente en los sedimentos tiende a pasar a la columna de agua. Desde este compartimiento y cuando está en forma disuelta, el  $HgCH_3^+$  atraviesa por difusión las barreras biológicas de los organismos acuáticos, quienes también se exponen al  $HgCH_3^+$  a través del proceso de respiración e ingesta de alimento, dando lugar a la bioacumulación, la cual inicia con la asimilación del  $HgCH_3^+$  por los organismos plantónico más diminutos y aumenta (biomagnificación) a través de la cadena trófica (biomagnificación) (Hina et al., 2021), siendo mayor en los organismos de los niveles superiores de la cadena.

Debido a la biomagnificación, los peces que son parte de la dieta alimenticia del ser humano alcanzan concentraciones de Hg hasta seis órdenes de magnitud superiores

a las observadas en las aguas y sedimentos. Para algunas regiones del mundo, como en algunos ecosistemas europeos y en los Grandes Lagos de América del Norte, este escenario ha representado un riesgo de salud humana (Barone et al., 2022; Wright & Welbourn, 2002) Cd, Pb and As exposure from consumption of two fish species (*Umbrina cirrosa* and *Sciaena umbra*) y puede ser el mismo escenario para poblaciones de la cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua. El riesgo para la salud humana ha sido asociado a daños irreversibles en el sistema nervioso, trastornos neurológicos y cardiovasculares, entre otros.

La exposición humana al Hg a través del consumo de pescado contaminado ha sido ampliamente documentada y su acumulación en el cuerpo humano se ha asociado con alteraciones irreversibles del sistema nervioso. En los peces, el Hg entra principalmente por su alimento y por las branquias. Una vez que el Hg ha atravesado las branquias, es transportado por la sangre a varios tejidos, acumulándose principalmente en el hígado (Watras & Huckabee, 1994). Aunque la mayor parte del Hg al que están expuestos los peces es inorgánico, el MeHg es el que se encuentra en grandes cantidades en estos organismos, ya que la asimilación en los peces es bien baja (Lawson & Mason, 1998; Morel et al., 1998).

En el ser humano el Hg se encuentra principalmente en la sangre. Efectos adversos sobre el desarrollo neuronal en el ser humano durante su gestación y primeros años de vida también han sido atribuidos a la exposición al Hg (Cohen et al., 2005). Valores guías del contenido de Hg permitido en pescados de consumo para la protección al ser humano van desde 0,22 hasta 1,00  $\mu\text{g}$  de Hg/g de pescado/semana. Por tanto, basado en estos valores guías, otras regiones del mundo han implementado programas para vigilar la inocuidad, en cuanto al contenido de Hg, de los recursos hidrobiológicos para su comercialización sostenible y para la seguridad alimentaria.

La exposición crónica al Hg y sus compuestos ha resultado en daño neurológico, parestesia (sensación de pinchazos, hormigueo o hormigueo en la piel), ataxia (incapacidad para coordinar movimientos musculares voluntarios que es síntoma de algunos trastornos nerviosos), alteración sensorial, temblores, pérdida de audición, visión borrosa (Cavalleri & Gobba, 1998), dificultades del habla, ceguera, sordera y muerte (Harada, 1995; Myers et al., 2000). Algunos de estos efectos han sido criterios de valoración de la neurotoxicidad en niños y mujeres que han consumido grandes cantidades de pescado contaminado con Hg durante el embarazo (Grandjean et al., 1999; Myers et al., 2000).

Las 33 comunidades pesqueras de la cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua son poblaciones reducidas y delimitadas geográficamente. Probablemente la residencia longeva de estas comunidades esté asociada a la disponibilidad del pescado, cuyo consumo y comercio han sido históricamente sus principales alternativas de subsistencia. Sin embargo los pobladores de estas comunidades desconocen que los pescados contienen mercurio y que este elemento es una neurotoxina que podría estar dañando su salud.

Portanto, el objetivo de esta investigación fue evidenciar el riesgo de exposición al mercurio a través del consumo de pescado en comunidades pesqueras de los Grandes Lagos de Nicaragua. Consecuente, la presencia del mercurio en estos ecosistemas fue investigado como punto de partida para la estimación probabilística del riesgo. El conocimiento generado en esta investigación es la base científica para establecer acciones dirigidas a proteger la salud humana, así como es una contribución a la seguridad alimentaria y al

inventario nacional de fuentes de Hg.

## MATERIALES Y MÉTODOS

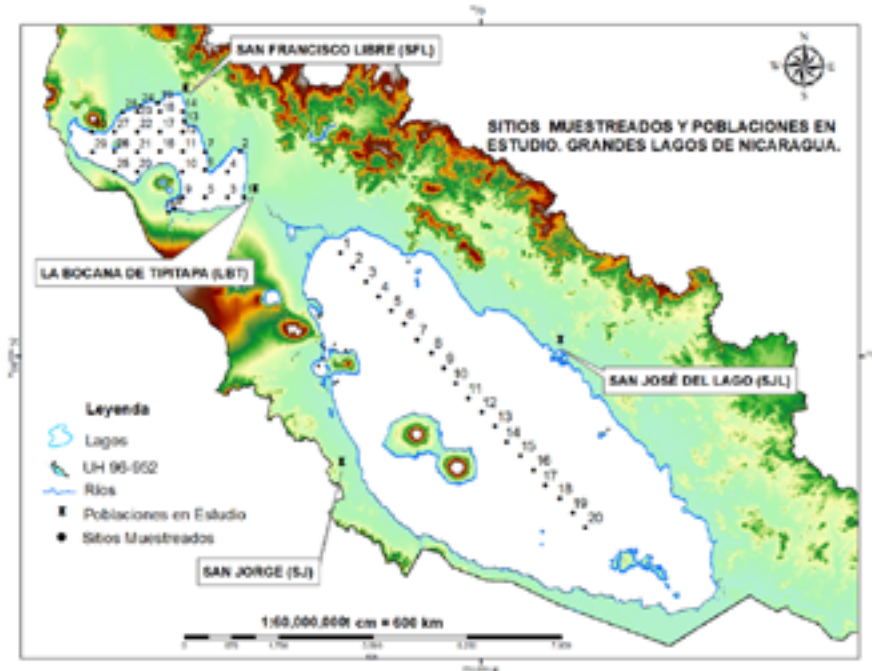
El desarrollo de esta investigación fue orientada a la estimación probabilística del riesgo de exposición al Hg en pobladores de cuatro comunidades pesqueras de la cuenca de ambos lagos, sin embargo, fue necesario primeramente llevar a cabo un diagnóstico de los niveles de Hg en el Lago Cocibolca y su comparación con los niveles de Hg previamente diagnosticados en el Lago Xolotlán (MINSA et al., 2017).

La investigación tuvo un enfoque del tipo cuantitativo, ya que a través de la aplicación de la estadística se llevó a cabo la comprobación de algunas hipótesis siguiendo un razonamiento deductivo. También fue descriptivo y explicativo, dado que se diagnosticó el problema, su origen y consecuencias asociadas.

Como población de estudio se consideró la Cuenca de los Grandes Lagos (unidad hídrica, UH 69-952) incluyendo las 33 comunidades pesqueras existentes en la cuenca y como muestras el Lago Cocibolca y las comunidades pesqueras de San Francisco Libre (SFL), La Bocana de Tipitapa (LBT), San José del Lago (SJL) y San Jorge (SJ) (ver Figura 1).

En el caso de la colecta de muestras ambientales como agua y sedimentos (ver Figura 1), el tipo de muestreo fue intencional ya que esto permitió obtener muestras representativas del Lago Cocibolca mediante la inclusión de áreas de pesca frecuentadas por los pescadores. Mientras que, el muestreo para la adquisición de datos e información de poblaciones pesqueras fue aleatorio por conglomerados ya que estas se encuentran espacialmente dispersa en la cuenca de los Grandes Lagos (ver Figura 1). En la selección de estas comunidades se consideró criterios como: El consumo de pescado, no tener preferencia por un tipo de pescado, tiempo de residencia, edad entre los 6 y 95 años y que la comunidad estuviese concentra en un área relativamente pequeña.

**Figura 1.** Mapa del área de estudio. Cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua. Enero-junio 2022.



Nota: La figura muestra la ubicación de las cuatro comunidades pesqueras estudiadas y los sitios donde se colectaron muestras de sedimentos, agua superficial y de fondo. En estos mismos sitios, también se realizaron mediciones de variables de campo.

## Etapas de la investigación

La investigación fue realizada cronológicamente de acuerdo con las siguientes etapas:

### *Etapa 1. Colecta de muestras de agua, sedimentos y mediciones de variables in situ*

La colecta de muestras en el Lago Cocibolca fue ejecutada en una sola campaña, verano del 2022, sobre un transepto longitudinal de 114 km (ver Figura 1), conformado por 20 sitios equidistantes (6,0 km). En cada sitio fue colectada 1 muestra de agua superficial (AS), 1 de agua de fondo (AF) y 1 de sedimento superficial.

Las muestras de agua fueron colectadas con una botella Van Dorn Horizontal (Wildco® Instruments, wildlife supply company), y las variables como el pH, Temperatura (T), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Potencial Oxido Reductor (ORP) y Sólidos Totales Disueltos (STD) del agua fueron medidos simultáneamente con una sonda paramétrica (HANNA, HI 9828, pH/ORP/EC/DO). En tanto, los sedimentos fueron colectados con una draga Van Veen. Las muestras colectadas, agua y sedimento, fueron transportadas bajo refrigeración al laboratorio.

La profundidad y coordenadas de cada sitio fueron respectivamente medidas con una sonda medidor de profundidad SM-5, 40954 y un sistema de posicionamiento global (GPS, Garmin, Dakota 20). La información de campo de cada sitio y de custodia de las muestras fueron registradas in situ.

### *Etapa 2. Colecta de muestras de pescado*

Una cantidad de 44 Guapotes (*Parachromis managuensis*, *Parachromis dovii*), 53 Mojarras (*Amphilophus citrinellus*, *Archocentrus centrarchus*) y 39 Guabinas (*Gobiomorus dormitor*) fueron comprados a acopios y/o a pescadores de las comunidades de SJL y SJ (ver Figura 1), y trasladados bajo refrigeración al laboratorio para su análisis.

### *Etapa 3. Análisis de mercurio en las aguas, sedimentos y pescados*

Las concentraciones totales de Hg disuelto (biodisponible) (HgTD) y Hg particulado (HgTP) en las aguas y de Hg total (HgT) en los sedimentos fueron determinadas por Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frío (EAA/VF), con un Analizador Automático de Hg, HG-201 (Límite de Detección, LD = 0,001 ng). Los límites de Cuantificación (LC) fueron de 0,015 ng/l y 0,003 µg/g. Blancos, Estándares Internos, Material de Referencia Certificado (CRM: IAEA-158), Estándares de Cuantificación, fueron analizados para el aseguramiento y control de calidad en los análisis.

Previo al análisis, los pescados fueron eviscerados, medidos sus pesos y sus tamaños y codificados. Una muestra de cada pescado fue removida de la parte dorsal próxima a la cabeza y posteriormente homogenizada. El 45% del total de las muestras fueron analizadas por duplicado por EAA en un Analizador Directo de Mercurio (MILESTONE INC, DMA-80; LD: 0,005 ng). Blancos y CRM (DORM II) fueron analizados simultáneamente.

Las concentraciones de metilmercurio (MeHg) en los pescados del Lago Cocibolca fueron estimadas asumiendo que la relación de HgT a MeHg (60 a 100) % es la misma que la observada en estas mismas especies del Lago Xolotlán. En estas especies, el contenido de MeHg (datos no reportados en este estudio) fue analizado por extracción con Ditzona en el 10% del total de cantidad de pescado (555) comprados en SFL y en LBT (Ver figura 1) (MINSA et al., 2017) y cuantificado por Cromatografía de Gases con Detector de Captura Electrónica (Agilent GC- $\mu$ ECD) (LC = 0,014  $\mu$ g/g).

#### Etapa 4. Aplicación de encuestas

Las encuestas fueron dirigidas y aplicadas al 5,0% de pobladores consumidores de pescados de las comunidades de SJL, SJ, LBT y SFL (ver Figura 1), cuyas edades oscilaron entre 7 y 95 años.

#### Etapa 5. Análisis estadísticos y Análisis Probabilístico del Riesgo

El análisis estadístico fue llevado a cabo a través de pruebas de homogeneidad y normalidad para el grupo de datos de cada variable haciendo uso de los diferentes estadísticos como Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Pettitt y Von Neumann entre otros. Posteriormente fueron identificadas las correlaciones lineales entre variables en base a los coeficientes de Pearson para medir la relación estadística entre variables con un nivel de significancia del 95%. En tanto, posterior a las pruebas de normalidad y homogeneidad, la diferencia significativa reportadas entre el comportamiento de las variables fue realizada a través comparación de varianzas (F de Fisher, Levene, Bartlett) y pruebas t y z para muestras independientes.

El riesgo de exposición humana al Hg a través de la ingesta de pescado fue analizado, caracterizando la exposición y tomando como referencia los valores guías de Hg para el consumo seguro de pescado. En el análisis fue utilizado el Coeficiente de Amenaza (CA), el cual expresa la relación entre los niveles de exposición y los efectos en la salud humana expresados implícitamente por los valores guías, es decir:

CA = IDP (Ingesta Diaria Personal) / IDT (Ingesta Diaria Tolerable)  
IDT: son los valores guías (0,10 a 0,50)  $\mu$ g MeHg/kg/día (PNUMA, 2005).

La exposición fue caracterizada conociendo la frecuencia, cantidad y especies de pescado consumida, tiempo de residencia y datos antropométricos de las poblaciones encuestadas. La esperanza de vida de los nicaragüenses fue tomada como cota límite de la exposición. Por tanto, la exposición al Hg fue estimada a través la IDP:

IDP = Porc  $\times$  IP  $\times$  C<sub>p</sub>  $\times$  T<sub>res</sub> / (PC  $\times$  E) y p(CA = 1) (de Matos et al., 2021; Picado et al., 2010).

Donde: IDP: Ingesta Diaria Personal de Hg ( $\mu$ g/kg/día); Porc: Porcentaje de MeHg del contenido Hg Total en el pescado; IP: Ingesta de Pescado (g/día); C<sub>p</sub>: Concentración de Hg Total en pescado ( $\mu$ g/g); PC: Peso Corporal (kg); T<sub>res</sub>: Tiempo de residencia (año); E: Esperanza de vida (75 años para la población nicaragüense según datos de la OMS).

Los datos sobre la exposición y los efectos fueron sometidos al análisis probabilístico del riesgo a través de Simulaciones Montecarlo (SMC) utilizando el software @Risk 7.5 (Palisade Inc.). las simulaciones fueron realizadas con una cantidad de 10 000 iteraciones a través del método de muestreo hipercubo latino (LHS). Para determinar



las probabilidades del riesgo, el conjunto de valores de cada una de estas variables fue ajustado a una función de densidad probabilística (FDP).

El CA tiende a cero cuando la exposición es mucho menor que los efectos; es igual a uno cuando la exposición es igual a los efectos; y en cuanto más se aleje el CA al valor de uno, la exposición será superior a los efectos. Por tanto, al evaluar la probabilidad ( $p$ ) (0-100) % de que el CA sea igual a 1 se está evaluando cualitativamente el riesgo y podemos asumir que:

Cuando la  $p(\text{CA}=1)$  es 0% el riesgo no existe. Sin embargo, cuando la  $p(\text{CA}=1)$  es mayor a 0% existe un riesgo potencial y será mayor cuanto mayor sea esa probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación revelan los niveles de mercurio en los Grandes Lagos de Nicaragua en tres compartimientos: agua, sedimentos y pescado. El diagnóstico de la presencia de mercurio en este último compartimiento indica un riesgo relativamente alto para la salud de los pobladores de comunidades, cuya dependencia económica y fuente de proteína ha sido históricamente el comercio y consumo de pescado.

### Mercurio en las aguas y sedimentos de los Grandes Lagos de Nicaragua

Las concentraciones de HgT en el Lago Cocibolca (ver Tabla 1), son similares a las observadas (0,300 a 8,000) ng/l en lagos y ríos libres de incidencia antrópica y de fuentes geológicas de Hg (Lindström, 2001; Watras et al., 2000). Consecuentemente las concentraciones de Hg biodisponibles (HgTD) y las asociadas al material particulado (HgTP) son también inferiores a los valores de concentración referenciados, lo cual confirma que la presencia del Hg en el Lago Cocibolca puede estar asociada al estado natural del mismo.

Las concentraciones máximas de Hg, tanto en las aguas (7,989) ng/l como en los sedimentos (0,151)  $\mu\text{g/g}$  peso seco, en el Lago Cocibolca fueron observadas en los primeros kilómetros desde la desembocadura del Río Tipitapa (Sitio 1) en dirección sureste sobre el transecto longitudinal de los sitios muestreados (ver Figura 1). Esto sugiere que la distribución del Hg en este lago es heterogénea, tal como lo muestran los altos valores del coeficiente de variación (CV) (ver Tabla 1) y la diferencia significativa ( $p < 0,003$ ,  $\alpha = 0,05$ ) observada entre las concentraciones HgT en el AF y las del AS.

Respecto a las concentraciones en los sedimentos del Lago Cocibolca, estas son similares a las observadas en los sedimentos del Lago Xolotlán (0,003-0,170)  $\mu\text{g/g}$  peso seco, proveniente de áreas sin influencia antrópicas (MINSAs et al., 2017). Estas concentraciones son hasta 56 veces inferiores al valor guía de concentración de Hg (0,170)  $\mu\text{g/g}$  para la protección de la vida acuática, reportados por países como Canadá (CCME, 2003).

Los pocos cambios en los valores de las variables medidas in situ, indicados por los valores bajos de los coeficientes de variación, en el Lago Cocibolca ( $\text{CV} < 18$ ) (ver Tabla 1), promueven que no se observen algunas correlaciones entre estas variables y las concentraciones acuosas de Hg (ver Tabla 1). Sin embargo, estos pequeños cambios evidencian la mezcla horizontal de las aguas generada por la acción del viento. Esta mezcla es también vertical provocando que no haya diferencias significativas en los valores de esas variables (T:  $p > 0,185$ ,  $\alpha = 0,05$ ; pH:  $p > 0,072$ ,  $\alpha = 0,05$ ; CE:  $p > 0,356$ ,  $\alpha = 0,05$ ; OD:  $p = 0,051$ ,  $\alpha = 0,05$ ; ORP:  $p > 0,715$ ,  $\alpha = 0,05$ ) observados entre el AS y el AF.

La fracción de Hg que prevalece en las AS del Lago Cocibolca es la disuelta (HgTD), la cual parece ser únicamente favorecida por los STD ( $r = 0,884, \alpha = 0,05$ ) y las concentraciones de HgT ( $r = 0,454, \alpha = 0,05$ ), ya que las condiciones de pH de estas aguas son ligeramente alcalinas (ver Tabla 1). El 80,0% de las concentraciones de HgTD en estas aguas son iguales o superiores a las del AF, en donde prevalecen las concentraciones de HgTP, las cuales están controladas por cambios en las concentraciones de HgT ( $r = 0,820, \alpha = 0,05$ ) y la temperatura del agua ( $r = - 0,641, \alpha = 0,05$ ).

**Tabla 1.**

Valores promedios (Prom.) de las variables medidas in situ y de las concentraciones de mercurio (Hg) en las aguas y sedimentos del Lago Cocibolca. Febrero-marzo 2022.

Variables medidas in situ en las aguas						
	Temp. (°C)	pH	ORP (mV)	CE (µS/ cm)	OD (mg/l)	STD (mg/l)
	AS/AF	AS/AF	AS/AF	AS/AF	AS/AF	AS/AF
Prom.	26,9/26,4	7,7/8,0	157,3/159,8	242/239	9,376/8,432	0,117/0,116
DE	0,4/0,5	0,5/0,4	27,8/26,1	8/9	0,990/1,468	0,004/0,005
CV	1,6/1,8	6,4/5,1	17,7/16,4	3/4	10,5/17,4	3,5/4,0
Concentraciones de Hg en las aguas (ng/l) y sedimentos (µg/g peso seco)						
	Agua				Sedimento	
	HgTD		HgTP		HgT	HgT
	AS	AF	AS	AF	AS/AF	
Prom.	0,586	0,490	1,527	2,735	2,054/3,152	0,093
DE	1,077	0,976	0,500	1,997	1,043/2,148	0,028
CV	184,0	199,2	32,7	73,0	50,8/68,1	29,8

Nota: Temp.: Temperatura; pH: Potencial de Hidrógeno; ORP: Potencial de Oxidación y Reducción; CE: Conductividad Eléctrica; OD: Oxígeno Disuelto; STD: Sólidos Totales Disueltos; AS/AF: Agua de Superficial/Agua de Fondo; HgTD: Mercurio Total Disuelto; HgTP: Mercurio Total Particulado; HgT: Mercurio Total; DE: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación.

Contrario a las concentraciones de HgTP en el AF del Lago Cocibolca, las concentraciones de esta forma de Hg en el AS están asociadas a cambios en el pH ( $r = 0,631, \alpha = 0,05$ ), el ORP ( $r = 0,617, \alpha = 0,05$ ) y en la CE ( $r = - 0,545, \alpha = 0,05$ ). Aumentos en el pH y las condiciones oxido-reductoras se traducen en un aumento de las cantidades de Hg en su forma particulada, mientras que el aumento en la CE del agua hace que la presencia del Hg se vuelva más a la fracción disuelta, lo cual implica mayor biodisponibilidad.

Una observación importante es que las temperaturas observadas y la oxigenación de las aguas de los Grandes Lagos podrían, en gran medida estar favoreciendo la reducción del mercurio a Hg<sup>0</sup> (Glover et al., 2010) y promoviendo su evasión de las aguas dada la poca solubilidad del Hg<sup>0</sup>. Esto limita consecuentemente la disponibilidad del mercurio para la ictiofauna, así como para el resto de los organismos acumuladores de Hg.

Al comparar las concentraciones de HgTD en el Lago Cocibolca con las del Lago Xolotlán no se observó diferencia significativa ( $p > 0,070, \alpha = 0,05$ ), lo cual podría sugerir que la

disponibilidad del Hg en ambos ecosistemas es similar. Estas concentraciones varían respectivamente entre menor al límite de cuantificación (0,015) ng/l hasta los 4,350 ng/l y 3,510 ng/l (MINSAs et al., 2017), los cuales son niveles de concentración considerados normales en los ecosistemas de agua dulce, en donde frecuentemente se han observado concentraciones inferiores a los 12,000 ng/l (Gill & Bruland, 1990).

No obstante, la biodisponibilidad y la bioacumulación del Hg depende de la cantidad de MeHg presente en las concentraciones del Hg disuelto y de las condiciones para la metilación en el cuerpo de agua, en donde, la fracción disuelta de MeHg varían entre el 1,0% y un poco más del 20,0% (Watras et al., 1998) mechanisms regulating the formation of meHg, its initial incorporation at the base of pelagic food chains, and its subsequent trophic transfer remain controversial. Here we use field data from 15 northern Wisconsin lakes, equilibrium aqueous speciation modeling, and statistical modeling to revisit several hypotheses about the uptake, distribution, and fate of inorganic Hg (HgII). Tomando el valor máximo de concentraciones de HgTD de las aguas del Lago Cocibolca (4,353) ng/l y asumiendo que la fracción de MeHg presente es del 20,0%, las concentraciones de MeHg en el lago serían superiores a las observadas (0,500) ng/l en cuerpos de agua con incidencia antrópica, y un orden de magnitud mayor a las concentraciones de MeHg de (0,050) ng/l típicas en lagos sin contaminación (Effler & Bloom, 1990).

La permanencia del Hg en los sedimentos de los Grandes Lagos de Nicaragua podría estar resultando en su transformación a  $\text{HgCH}_3^+$  (metilmercurio). En esta forma, el Hg aumenta su disponibilidad para los organismos acuáticos, quienes lo acumulan a través de la cadena alimenticia hasta llegar al ser humano. Aun cuando, las concentraciones de Hg en el sedimento de ambos lagos sean bajas (ver Tabla 1), este compartimiento puede ser considerado una fuente importante de  $\text{HgCH}_3^+$  para la cadena trófica.

### Mercurio en peces de los Grandes Lagos de Nicaragua

Es probable que la baja biodisponibilidad del Hg en los Grandes Lagos de Nicaragua sea un sinónimo de una ecología sana. Sin embargo, la presencia del Hg en los peces endémicos, como los Guapotes, Mojarras y Guabinas (ver Tablas 2 y 3), podría en un futuro limitar el beneficio nutricional y económico de las comunidades pesqueras. La figura 2 muestra los niveles de mercurio en las especies estudiadas del Lago Cocibolca, aunque esos niveles son inferiores a algunas normas para el consumo de peces de agua dulce, como la de China (0,300)  $\mu\text{g/g}$  (PNUMA, 2005). La concentración de Hg en uno de los guapotes comprados en SJL (ver Figura 2, círculo en rojo) indica que el tamaño de esta especie podría limitar su consumo.

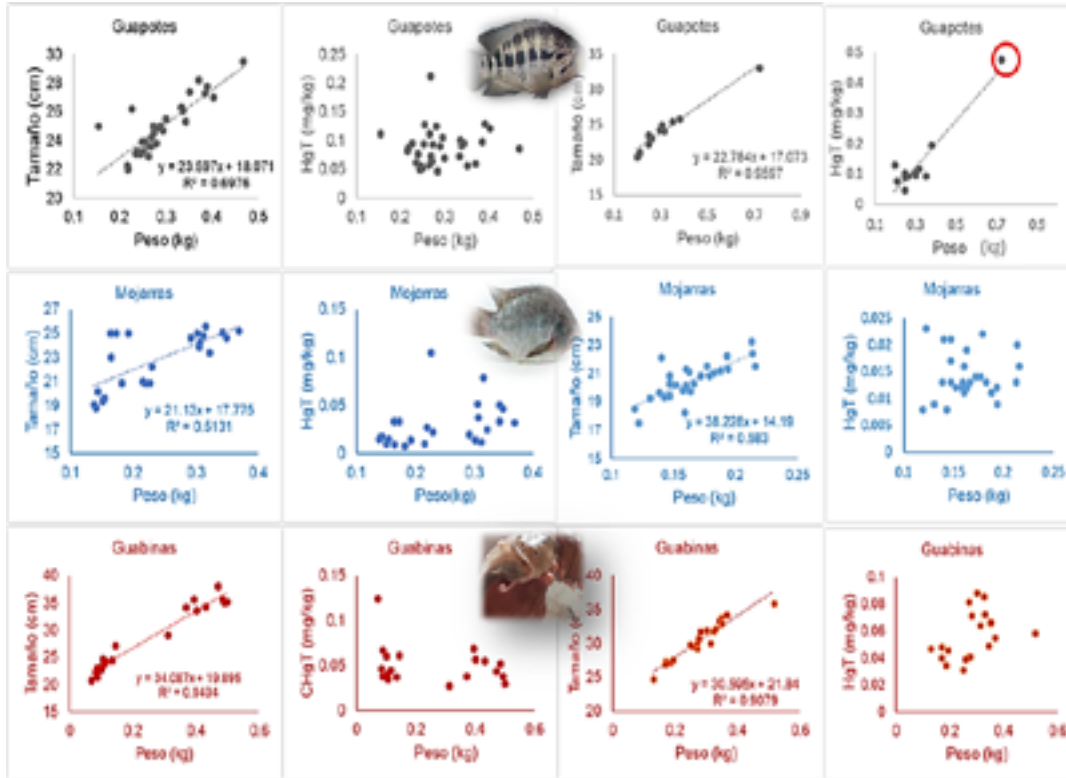
Cuando el Hg es transformado a  $\text{HgCH}_3^+$  en los ecosistemas (Chen et al., 2019) su toxicidad es mayor a las especies de Hg inorgánico y en esta forma, el Hg es eficientemente acumulado por los organismos vivos (Morel et al., 1998) ya que es altamente soluble en lípidos (Magour et al., 1987). Desafortunadamente, por su dieta y por su alto contenido en lípidos, los peces depredadores de los Grandes Lagos como los Guapotes y Guabinas están acumulando más mercurio (ver Tablas 2 y 3).

A diferencia de la tendencia observada en las concentraciones de Hg en los pescados del Lago Xolotlán (Guapotes > Mojarras > Guabinas) (MINSAs et al., 2017), la leve tendencia observada en las concentraciones de Hg con sus respectivos tamaños Guapotes > Guabinas > Mojarras (ver Tablas 2 y 3), probablemente obedezca a la cantidad reducida de pescados analizados del Lago Cocibolca, así como su rango reducido de tamaño. Otros

estudios han reportado la fuerte relación que existen entre el contenido de Hg y el tamaño del pescado (Mills et al., 2019) e incluso, gracias a esta relación, el tamaño del pescado ha sido asociado al contenido de Hg y comparado con los valores guías para la protección ambiental y la salud humana (Backstrom et al., 2020).

**Figura 2.**

Contenido de Mercurio Total (mg/kg) en pescados del Lagos Cocibolca comprados a acopios y/o pescadores de San Jorge (SJ), Rivas (Gráficos a la izquierda) y de San José del Lago (S JL), Chontales (Gráficos a la derecha). Febrero-marzo 2022.



Las concentraciones de Hg en las especies estudiadas de los Grandes Lagos de Nicaragua son superiores a los 0,008 mg/kg hasta un valor de 1,020 mg/kg (ver Tabla 2), lo cual indica que estos peces han acumulado mercurio en concentraciones superiores a los valores guías para el consumo humano de peces de agua dulce (0,300) mg/kg (PNUMA, 2005).

Estos resultados sugieren que el consumo de pescado para las poblaciones pesqueras debe ser limitado a las especies con niveles bajo de mercurio. Al comparar por especie las concentraciones de Hg en los pescados de ambos lagos, se encontró que existen diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) siendo la acumulación del Hg mayor en las especies del Lago Xolotlán (ver Tabla 3).

**Análisis de Riesgo de exposición al Hg a través del consumo de pescado en comunidades pesquera de los Grandes Lagos de Nicaragua**

Aunque las características de la población de las cuatro comunidades estudiadas, tales como promedios de edad y peso, así como tiempo de residencias son similares (ver Tablas 2 y 3), estas difieren en el consumo de pescado y los niveles de exposición.

Dos de las variables de mayor peso e incidencia en el análisis del riesgo son la Ingesta Diaria Personal de Hg (IDP) a través del consumo de pescado y la ingesta de pescado (IP). El promedio de IP de la población de SJL es mayor que el de la población de SJ (ver Tabla 2), consecuentemente la IDP de la población de SJL es ~60,0% mayor. Sin embargo, estas son hasta 8 veces inferiores a las IDP (ver Tabla 3) de las comunidades de la cuenca del Lago Xolotlán, lo cual sugiere que en las comunidades pesqueras SFL y LBT la exposición al Hg es mayor.

Una observación importante en la caracterización de la exposición es el tiempo de exposición, ya que esta variable está asociada al riesgo (de Matos et al., 2021) y cuya inclusión en el análisis implica además la esperanza de vida de las personas expuestas (75 años). La investigación asume que el tiempo de exposición son los años que tienen los encuestados residiendo en la comunidad (ver Tablas 2 y 3), es decir, a mayor residencia más prolongada es la exposición.

La aseveración previa es justificada por el hecho de que en esta investigación ~95,0% de los encuestados afirmó consumir pescado de los Grandes Lagos, lo cual disminuye la incertidumbre en el análisis del riesgo. Adicionalmente, y a como se mencionó previamente, los promedios de residencia, edad y peso corporal de las cuatro comunidades son muy similares (ver Tabla 2 y 3), por lo cual estas variables no tendrían incidencia en el análisis comparativo del riesgo entre estas.

Las simulaciones Montecarlo compara la IDT con la IDP a través de los CA (ver Tabla 4). La IDT son valores guías para la protección de la salud humana y son utilizados por muchos países para evaluar la exposición al Hg, tomando como vía el consumo de pescado. La Tabla 4 muestra las probabilidades para los CA, es decir, cuando la  $p(CA=1) > 0$ . Para la población y subpoblaciones de SJL, estas probabilidades varían desde 0,4 hasta 4,4 y son superiores a las observadas en SJ. Esto se debe a que la población de SJ tiene un promedio de IP y de IDP inferior a los de la población de SJL (ver Tabla 2).

La información resultante (ver Tabla 2) manifiesta que, un consumo de pescado del Lago Cocibolca con una concentración promedio entre 0,014 mg/kg y 0,134 mg/kg de Hg y durante un período promedio de 28 años (ver Tabla 2), la probabilidad (ver Tabla 4) de que la población encuestada de SJ evidencie efectos en su salud es muy baja ( $< 2,0$  %), siendo nula para la subpoblación PEM y casi nula para la subpoblación PE < 18 años, cuyos valores de IDP son las más bajas.

Estas probabilidades, pudiesen aumentar con el consumo de guapotes de gran tamaño, dado que, a mayor tamaño del pescado, mayor es el contenido de mercurio (ver figura 2). Sin embargo, de acuerdo con los pescadores encuestados de SJ, ellos no consumen los pescados de gran tamaño dado que, estos son comercializados localmente para el consumo del resto de familias que no se dedican a la pesca y/o para el consumo en restaurantes. En cierta forma, esta práctica reduce el riesgo para las comunidades pesqueras.

**Tabla 2.**

Resumen de los datos obtenidos de las encuestas aplicadas a comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Cocibolca y contenido de Hg en pescados del Lago Cocibolca. Febrero-marzo 2021.

	San Jorge (SJ) (n=207; F=127, M=80)			San José del Lago (SJL) (n=135; F=74, M=61)		
	Promedio (Mín.- Máx.)					
T <sub>Resi.</sub> (años)	28 (1-83)			29 (2-72)		
Edad (años)	34 (7-83)			32 (7-72)		
Peso (kg)	65,1 (13,2-125,6)			63,0 (17,2-104,3)		
IP (g/día)	116,2 (0,0-972,0)			183,3 (7,6-907,2)		
IDP (µg/kg/día)	0,10 (0,0-0,74)			0,16 (0,00-0,70)		
HgT (mg/kg peso húmedo)						
	n	Promedio (Mín.- Máx.)	CV	n	Promedio (Mín.- Máx.)	CV
Guapote	12	0,134 (0,044-0,475)	84,7	32	0,089 (0,046- 0,212)	37,1
Mojara	28	0,014 (0,008-0,023)	29,9	25	0,030 (0,008-0,105)	78,1
Guabina	20	0,056 (0,031-0,088)	30,7	39	0,051 (0,027-0,124)	42,6

Nota: n: cantidad de encuestados, cantidad de pescado; Min.: Mínimo; Máx.: Máximo; CV: Coeficiente de Variación; F: Población Femenina; M: Población Masculina; IDP: Ingesta Diaria Personal, fue calculada en base a valores promedio de concentración del HgT en los pescados y valor promedio del % de MeHg contenido en los mismos; T<sub>Resi.</sub>: Tiempo de Residencia; IP: Ingesta de Pescado.

**Tabla 3.**

Resumen de los datos obtenidos de las encuestas aplicadas a comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán y contenido de Hg en pescados del Lago Xolotlán (MINSa et al., 2017).

	San Francisco Libre (SFL) (n=144; F=79, M=65)			La Bocana de Tipitapa (LBT) (n=136; F=85, M=51)		
	Promedio (Mín.- Máx.)					
T <sub>Resi.</sub> (años)	26 (1 – 86)			32 (2 – 86)		
Edad (años)	33 (7 – 93)			38 (8 – 86)		
Peso (kg)	64,2 (24,5 – 104,3)			65,9 (20,4 – 127,0)		
IP (g/día)	242,2 (7,5 – 907,2)			109,3 (0,0 – 907,2)		
IDP (µg/kg/día)	0,81 (0,02 – 3,17)			0,59 (0,01 – 8,25)		
HgT (mg/kg peso húmedo)						
	n	Promedio (Mín.- Máx.)	CV	n	Promedio (Mín.- Máx.)	CV
Guapote	109	0,473 (0,109-1,020)	42,2	37	0,442 (0,175- 0,897)	41,8
Mojara	101	0,299 (0,013-0,620)	45,8	114	0,209 (0,008-0,658)	69,5
Guabina	101	0,248 (0,121-0,454)	30,1	93	0,209 (0,080-0,427)	35,5



Nota: n: cantidad de encuestados, cantidad de pescado; Min.: Mínimo; Máx.: Máximo; CV: Coeficiente de Variación; F: Población Femenina; M: Población Masculina; IP: Ingesta de Pescado; IDP: Ingesta Diaria Personal, fue calculada en base a valores promedio de concentración del HgT en los pescados y valor promedio del % de MeHg contenido en los mismos;  $T_{Resi}$ : Tiempo de Residencia.

Al igual que la población encuestada de SJ, la subpoblación menos expuesta en la población de SJL es PE< 18 años (ver Tabla 4). Sin embargo, al comparar la subpoblación PEM de ambas comunidades es evidente que no existe un riesgo asociado para la PEM de SJ (ver Tabla 4), ya que su IDP es la más baja. Este resultado está asociado al hecho que solo un 23,7% de la PEM (80 individuos) encuestada en SJ son pescadores, lo que se traduce a un menor consumo de pescado, contrario a los encuestados de SJL, en donde los pescadores representan el 70,0% de la PEM (61 individuos) encuestada.

**Tabla 4.** Simulación Montecarlo. Valores promedio (mínimos/máximos) de Ingesta Diaria Personal (IDP), de Coeficientes de Amenaza (CA) y de las probabilidades (p) de que la exposición al Hg exceda los efectos según la Ingesta Diaria Tolerable (IDT, µg/kg/día).

Comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Cocibolca						
San José del Lago (SJL)			San Jorge (SJ)			
TPE	0,08(0,00/1,46)	0,29(0,00/7,93)	4,4	0,03(0,00/1,31)	0,12(0,00/6,02)	1,7
PEM	0,21(0,00/6,72)	0,73(0,00/30,05)	2,9	0,01(0,00/0,27)	0,02(0,00/1,22)	0,0
PEF	0,05(0,00/1,50)	0,17(0,00/5,91)	2,4	0,03(0,00/1,44)	0,09(0,00/8,80)	1,1
PE<18	0,03(0,00/0,73)	0,10(0,00/2,83)	0,4	0,01(0,00/0,47)	0,04(0,00/2,92)	0,2
PE>18	0,06(0,00/1,28)	0,22(0,00/5,64)	3,5	0,04(0,00/1,78)	0,12(0,00/10,13)	1,8
San Francisco Libre (SFL)			La Bocana de Tipitapa (LBT)			
TPE	0,20(0,00/7,58)	0,71(-0,01/22,67)	19,3	0,25(-0,01/5,91)	0,88(-0,02/31,13)	23,6
PEM	0,24(-0,01/8,44)	0,84(-0,11/41,95)	22,7	0,07(-0,01/1,33)	0,23(-0,05/8,10)	4,1
PEF	0,16(0,00/5,53)	0,57(-0,02/27,77)	15,3	0,24(-0,01/9,38)	0,82(-0,02/30,53)	22,4
PE<18	0,09(-0,01/2,11)	0,30 (-0,06/11,43)	6,3	0,16(0,00/2,33)	0,56(-0,01/9,62)	16,3
PE>18	0,21(-0,01/4,56)	0,75(-0,02/16,62)	21,9	0,07(-0,01/1,80)	0,25(-0,08/5,85)	4,0

Al estimar la probabilidad de que la exposición al Hg (IDP) exceda los valores de efectos (Ingesta Diaria Tolerable, IDT), observamos que, toda la población expuesta (TPE) de SJ es 2,6 veces inferior que la TPE de SJL (ver Tabla 4) y hasta 13,9 veces inferior a las de las comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán (ver Tabla 4).

Para las poblaciones pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán, existe como un máximo de probabilidades de 24,0% de que los valores de ingesta de MeHg a través del consumo de pescado superan los valores de protección a la salud humana. Este resultado está asociado al alto contenido de Hg en los pescados del Lago Xolotlán más que a la ingesta de pescado (IP) de estas poblaciones (ver Tabla 3).

Entre un 43,0% y un 47,0% de las subpoblaciones PEM, pertenecientes respectivamente a las encuestadas de SFL (61 individuos) y LBT (51 individuos), son pescadores, por lo que se esperaba que los valores de p(CA) fuesen similares. No obstante, la p(CA) de SFL es un orden de magnitud superior a la de LBT. Esto debe atribuirse a que la PEM de SFL tiene una IDP 3,4 veces mayor a la IDP de la PEM de LBT y no a otras variables como la exposición, ya que esta es longeva y similar en ambas comunidades.

Exceptuando la población <18 años de LBT, las subpoblaciones de las cuatro comunidades estudiadas con menor y mayor riesgo de exposición al Hg son respectivamente la población < 18 años y la PEF (ver Tabla 4). Sin embargo, especial atención debe prestarse a la población adulta en general de SFL, ya que las p(CA) son del 21,9%. Estos valores evidencian una exposición crónica al contenido relativamente alto de mercurio en los pescados del Lago Xolotlán, tal que el 65,0% de los pescados analizados tienen concentraciones de Hg total superiores al contenido permitido de Hg para el consumo de pescados de agua dulce (0,300) µg/g (PNUMA, 2005).

## CONCLUSIONES

Afortunadamente, las concentraciones actuales de mercurio en las aguas y en los sedimentos de los Grandes Lagos de Nicaragua son comparables a las observadas en cuerpos de agua dulce sin influencia antrópica; sin embargo, estas concentraciones resultan en una alta acumulación del mercurio en los peces.

El contenido de mercurio en los pescados de alto consumo pone en evidencia la exposición crónica al mercurio en las comunidades pesqueras de los Grandes Lagos de Nicaragua. Algunas especies han alcanzado niveles de mercurio por encima de lo permitido para la ingesta humana, lo cual se evidenciará posteriormente en el deterioro gradual de la salud de los consumidores si no se toman acciones para disminuir la exposición.

Actualmente, las probabilidades del riesgo asociada al consumo de pescado conteniendo Hg son bajas (<4,4%) para las comunidades estudiadas de la cuenca del Lago Cocibolca. Sin embargo, las probabilidades de riesgo para las comunidades pesqueras de la cuenca del Lago Xolotlán sugieren vigilar la inocuidad, en cuanto al contenido de Hg de estos recursos hidrobiológicos.

Este estudio brinda especial agradecimiento al Concejo Nacional de Universidades (CNU), el cual, a través de los Fondos Concursables de Investigación (FCI-2021), apoyó con el presupuesto total para llevar a cabo esta investigación. De igual manera, al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (UNAN-Managua/CIRA) y a la gestión de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) a través de la Vicerrectoría de Gestión del Conocimiento y Vinculación Social. También a los pobladores encuestados de las comunidades pesqueras de San Francisco Libre, La Bocana de Tipitapa, San José del Lago y San Jorge.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorqui, I. (1976). Peces de la cuenca de los grandes lagos de Nicaragua. Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. <https://digitalcommons.unl.edu/ichthynicar/14>
- Backstrom, C. H., Buckman, K., Molden, E., & Chen, C. Y. (2020). Mercury Levels in Freshwater Fish: Estimating Concentration with Fish Length to Determine Exposures Through Fish Consumption. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 78(4), 604-621. <https://doi.org/10.1007/s00244-020-00717-y>
- Bale, A. E. (2000). Modeling Aquatic Mercury Fate in Clear Lake, Calif. *Journal of Environmental Engineering*, 126(2), 153-163. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2000\)126:2\(153\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2000)126:2(153))
- Barone, G., Storelli, A., Garofalo, R., Mallamaci, R., & Storelli, M. M. (2022). Residual Levels of Mercury, Cadmium, Lead and Arsenic in Some Commercially Key Species from Italian Coasts (Adriatic Sea): Focus on Human Health. *Toxics*, 10(5), Article 5. <https://>

[doi.org/10.3390/toxics10050223](https://doi.org/10.3390/toxics10050223)

- Boening, D. W. (2000). Ecological effects, transport, and fate of mercury: A general review. *Chemosphere*, 40(12), 1335-1351. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00283-0](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00283-0)
- Cavalleri, A., & Gobba, F. (1998). Reversible Color Vision Loss in Occupational Exposure to Metallic Mercury. *Environmental Research*, 77(2), 173-177. <https://doi.org/10.1006/enrs.1997.3814>
- CCME. (2003). Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life—Mercury—Inorganic mercury and methylmercury. <https://ccme.ca/en/res/mercury-inorganic-mercury-and-methylmercury-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf>
- Chen, L., Li, F., Huang, W., Li, Z., & Chen, M. (2019). Evaluation of Mercury Transformation and Benthic Organisms Uptake in a Creek Sediment of Pearl River Estuary, China. *Water*, 11(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/w11061308>
- Cohen, J. T., Bellinger, D. C., & Shaywitz, B. A. (2005). A Quantitative Analysis of Prenatal Methyl Mercury Exposure and Cognitive Development. *American Journal of Preventive Medicine*, 29(4), 353-353.e24. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2005.06.007>
- Compeau, G. C., & Bartha, R. (1985). Sulfate-Reducing Bacteria: Principal Methylators of Mercury in Anoxic Estuarine Sediment. *Applied and Environmental Microbiology*. <https://doi.org/10.1128/aem.50.2.498-502.1985>
- de Matos, L. S., Correa, A. S. A. S., da Silva, S. A. A., Muniz, C. C., & Ignacio, A. R. A. (2021). Mercury concentrations in fish and human health assessment in pre-flood phase of a hydro dam in Teles Pires River, Southern Brazilian Amazon. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 9(1), 020. <https://doi.org/10.1525/elementa.2021.020>
- Dórea, J. G., & Marques, R. C. (2016). Mercury levels and human health in the Amazon Basin. *Annals of Human Biology*, 43(4), 349-359. <https://doi.org/10.1080/03014460.2016.1192682>
- Effler, S. W., & Bloom, N. S. (1990). Seasonal variability in the Mercury speciation of Onondaga Lake (New York). *Water, Air, and Soil Pollution*, 53(3), 251-265. <https://doi.org/10.1007/BF00170741>
- Gill, G. A., & Bruland, K. W. (1990). Mercury speciation in surface freshwater systems in California and other areas. *Environmental Science & Technology*, 24(9), 1392-1400. <https://doi.org/10.1021/es00079a014>
- Gilmour, C. C., & Henry, E. A. (1991). Mercury methylation in aquatic systems affected by acid deposition. *Environmental Pollution*, 71(2), 131-169. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(91\)90031-Q](https://doi.org/10.1016/0269-7491(91)90031-Q)
- Glover, J. B., Domino, M. E., Altman, K. C., Dillman, J. W., Castleberry, W. S., Eidson, J. P., & Mattocks, M. (2010). Mercury in South Carolina Fishes, USA. *Ecotoxicology*, 19(4), 781-795. <https://doi.org/10.1007/s10646-009-0455-6>
- Grandjean, P., Budtz-Jørgensen, E., White, R. F., Jørgensen, P. J., Weihe, P., Debes, F., & Keding, N. (1999). Methylmercury Exposure Biomarkers as Indicators of Neurotoxicity in Children Aged 7 Years. *American Journal of Epidemiology*, 150(3), 301-305. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a010002>
- Harada, M. (1995). Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. *Critical Reviews in Toxicology*. <https://doi.org/10.3109/10408449509089885>
- Hina, N., Riaz, R., Ali, U., Rafique, U., & Malik, R. N. (2021). A Quantitative Assessment and Biomagnification of Mercury and Its Associated Health Risks from Fish Consumption in Freshwater Lakes of Azad Kashmir, Pakistan. *Biological Trace Element Research*, 199(9), 3510-3526. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02479-z>
- Lacayo, M., Cruz, A., Lacayo, J., & Fomsgaard, I. (1991). Mercury contamination in Lake

- Xolotlán (Managua). *Hydrobiological Bulletin*, 25(2), 173-176. <https://doi.org/10.1007/BF02291251>
- Lawson, N. M., & Mason, R. P. (1998). Accumulation of mercury in estuarine food chains. *Biogeochemistry*, 40(2), 235-247. <https://doi.org/10.1023/A:1005959211768>
- Li, Y., & Cai, Y. (2013). Progress in the study of mercury methylation and demethylation in aquatic environments. *Chinese Science Bulletin*, 58(2), 177-185. <https://doi.org/10.1007/s11434-012-5416-4>
- Lindström, M. (2001). Distribution of particulate and reactive mercury in surface waters of Swedish forest lakes—An empirically based predictive model. *Ecological Modelling*, 136(1), 81-93. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00382-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00382-3)
- Magour, S., Mäser, H., & Greim, H. (1987). The Effect of Mercury Chloride and Methyl Mercury on Brain Microsomal Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase after Partial Delipidisation with Lubrol®. *Pharmacology & Toxicology*, 60(3), 184-186. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0773.1987.tb01730.x>
- Mills, N., Weber, M. J., Pierce, C. L., & Cashatt, D. (2019). Factors influencing fish mercury concentrations in Iowa rivers. *Ecotoxicology*, 28(2), 229-241. <https://doi.org/10.1007/s10646-019-02017-1>
- MINSA, MARENA, CIRA/UNAN-Managua, & JICA. (2017). República de Nicaragua Proyecto para el Fortalecimiento de Capacidades en el Estudio y Análisis del Mercurio Informe Final del Proyecto. [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000033590\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000033590_01.pdf)
- Morel, F. M. M., Kraepiel, A. M. L., & Amyot, M. (1998). THE CHEMICAL CYCLE AND BIOACCUMULATION OF MERCURY. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 29(Volume 29, 1998), 543-566. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.543>
- Myers, G. J., Davidson, P. W., Cox, C., Shamlaye, C., Cernichiari, E., & Clarkson, T. W. (2000). Twenty-Seven Years Studying the Human Neurotoxicity of Methylmercury Exposure. *Environmental Research*, 83(3), 275-285. <https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4065>
- Picado, F., Mendoza, A., Cuadra, S., Barmen, G., Jakobsson, K., & Bengtsson, G. (2010). Ecological, Groundwater, and Human Health Risk Assessment in a Mining Region of Nicaragua. *Risk Analysis*, 30(6), 916-933. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2010.01387.x>
- PNUMA. (2005). EVALUACIÓN MUNDIAL SOBRE EL MERCURIO. [https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion\\_Mundial\\_Mercurio.pdf](https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion_Mundial_Mercurio.pdf)
- Ravichandran, M. (2004). Interactions between mercury and dissolved organic matter—a review. *Chemosphere*, 55(3), 319-331. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2003.11.011>
- Slotton, D., Ayers, S., Suchanek, T., Weyand, R., & Liston, A. (2004). Mercury Bioaccumulation and Trophic Transfer in the Cache Creek Watershed, California, in Relation to Diverse Aqueous Mercury Exposure Conditions.
- Watras, C. J., Back, R. C., Halvorsen, S., Hudson, R. J. M., Morrison, K. A., & Wentz, S. P. (1998). Bioaccumulation of mercury in pelagic freshwater food webs. *Science of The Total Environment*, 219(2), 183-208. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00228-9](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00228-9)
- Watras, C. J., & Huckabee, J. W. (1994). *Mercury Pollution Integration and Synthesis*. CRC Press.
- Watras, C. J., Morrison, K. A., Hudson, R. J. M., Frost, T. M., & Kratz, T. K. (2000). Decreasing Mercury in Northern Wisconsin: Temporal Patterns in Bulk Precipitation and a Precipitation-Dominated Lake. *Environmental Science & Technology*, 34(19), 4051-4057. <https://doi.org/10.1021/es000991g>
- Wright, D. A., & Welbourn, P. (Eds.). (2002). *Metals and other inorganic chemicals*. *Environmental Toxicology* (pp. 249-348). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9780521811111>

org/10.1017/CBO9780511805998.008

Yorifuji, T., Tsuda, T., Inoue, S., Takao, S., Harada\*, M., & Kawachi, I. (2013). Critical Appraisal of the 1977 Diagnostic Criteria for Minamata Disease. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 68(1), 22-29. <https://doi.org/10.1080/19338244.2011.627894>



## Microplásticos en un ecosistema lagunar del trópico húmedo nicaragüense y su incidencia en poblaciones de *Crassostrea rhizophorae*

### Microplastics in a lagoon ecosystem of the Nicaraguan humid tropics and their impact on *Crassostrea rhizophorae* populations

**Billy Francis Ebanks Mongalo**

Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0001-5822-9308>

[billy.ebanks@bicu.edu.ni](mailto:billy.ebanks@bicu.edu.ni)

**Eduardo Alexander Siu Estrada**

Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-5104-747X>

[eduardo.siu@bicu.edu.ni](mailto:eduardo.siu@bicu.edu.ni)

**RECIBIDO**

10/01/2024

**ACEPTADO**

08/07/2024

**Enoc Geremías Rivas Suazo**

Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-7715-9322>

[enoc.rivas@do.bicu.edu.ni](mailto:enoc.rivas@do.bicu.edu.ni)

**Juan Asdrúbal Flores-Pacheco**

Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0001-6553-7202>

[asdrubal.flores@do.bicu.edu.ni](mailto:asdrubal.flores@do.bicu.edu.ni)

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar microplásticos en agua, arena, sedimento y en la biota (*Crassostrea rhizophorae*) en la barra de Houn Sond, al sur de la laguna de Bluefields, Nicaragua. Dado que no existen estudios previos que permitan referenciar las afectaciones, este análisis proporciona datos fundamentales. Las muestras de agua se obtuvieron utilizando una red Bongo de 65 µm a una velocidad de 3 km/h, con tres réplicas; las de arena mediante un transecto sobre la línea costera de pleamar; el sedimento con una draga Van Veen de 6" x 6" pulgadas; y las de ostiones en bancos identificados al azar. La identificación de microplásticos se realizó mediante saturación de agua con cloruro de sodio y observación estereoscópica, mientras que las muestras de ostiones se analizaron por digestión química con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30%. De 1,296.073 m<sup>3</sup> de agua filtrada, se identificaron 0.475 g de microplásticos y una partícula de goma de 0.022 g, siendo el color más abundante el blanco hueso con 0.329 g. En la arena se encontraron 23.282 g de microplásticos, con una mayor presencia del color blanco hueso (13.473 g). No se observaron microplásticos en el sedimento ni en las muestras de ostiones.

## PALABRAS CLAVE

Ecosistema lagunar; impacto en la biota; microplásticos; sedimento.





## ABSTRACT

The objective of this study was to identify microplastics in water, sand, sediment and biota (*Crassostrea rhizophorae*) in the Houn Sond bar, south of Bluefields lagoon, Nicaragua. Since there are no previous studies to reference the effects, this analysis provides fundamental data. Water samples were obtained using a 65 µm Bongo net at a speed of 3 km/h, with three replicates; sand samples were obtained using a transect along the high tide coastline; sediment samples were obtained using a 6" x 6" inch Van Veen dredge; and oyster samples were obtained from randomly identified banks. Microplastic identification was performed by water saturation with sodium chloride and stereoscopic observation, while oyster samples were analyzed by chemical digestion with 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Out of 1,296.073 m<sup>3</sup> of filtered water, 0.475 g of microplastics and a 0.022 g rubber particle were identified, the most abundant color being off-white with 0.329 g. In the sand, 23.282 g of microplastics were found, with a higher presence of off-white (13.473 g). No microplastics were observed in the sediment or oyster samples.

## KEYWORDS

Lagoon ecosystem; impact on biota; microplastics; sediment.

## INTRODUCCIÓN

Los microplásticos, como se ha denominado a las partículas de plástico con tamaño menor a 5 milímetros, se han encontrado distribuidos ampliamente en todo el planeta, en los océanos, costas, lagos y ríos, incluso de los sitios más remotos. Estos microplásticos provienen fundamentalmente de procesos de foto degradación y fragmentación de plásticos de mayor tamaño, pero también de productos cosméticos como exfoliantes, pasta dentífrica y productos de limpieza que contienen microesferas plásticas, así como de fibras sintéticas provenientes de la ropa (Herrera, et al., 2017).

Además de contaminar, los plásticos no se reciclan adecuadamente, favoreciendo la degradación de los mismos y su paso a los seres vivos, especialmente a los de ecosistemas acuáticos, encontrándose en la mayoría de ellos partículas plásticas de diferentes tamaños, que pueden pasar al ser humano a través de su ingesta (Aranda et al., 2022). La ciudad de Bluefields al igual que otras ciudades del mundo está rodeada de plástico, se puede ver en todos sus alrededores botellas plásticas de diferentes marcas, formas y colores tiradas por toda la vía pública. En los hogares se puede encontrar una gran cantidad de artículos plásticos que al dar su vida útil son desechados y en su gran mayoría llegan al igual que las botellas plásticas a la laguna por los procesos de escorrentías de los causes naturales o artificiales (Suárez Miranda et al., 2022).

Antes de crearse los polímeros, la madre naturaleza era la única y exclusiva fuente de materiales con que el hombre contaba para la realización de sus herramientas, útiles y objetos de uso cotidiano. Las propiedades que ofrecían las piedras, las maderas o los metales no satisfacían todas las demandas existentes. Así que, el hombre en su innato afán de investigación y búsqueda comenzó a aplicar sustancias que suplieran estas carencias. Se manipularon polímeros naturales como el ámbar, el asta natural, la goma laca y la gutapercha, que son los precursores de los polímeros actuales (García, 2008).

El plástico en la sociedad contemporánea ha llegado para quedarse, debido a que nos permite tener artículos a más bajo precio que otros materiales que cumplen las mismas funciones que se les da, pero con una vida útil menor y por su bajo costo son más desechable (Muriel, 2020). Actualmente es difícil encontrar hogares en lo más profundo de las comunidades donde no exista el uso del plástico, ya que este viene acompañado del valor agregado que se le da a la materia prima (emplasticado para una mejor presentación).

Entre los organismos vulnerables a la ingestión se encuentran los filtradores tanto pelágicos como demersales, suspensivos y depositivos bentónicos, macroinvertebrados, peces, reptiles y mamíferos, los cuales los ingieren de forma directa o a través de la ingestión de otros organismos (Guzzetti et al., 2018; Reed et al., 2018, citado por Vásquez et al. 2021). Por todo lo antes mencionado, se ha escogido describir la presencia de microplásticos en tres de sus componentes importante de la laguna: la columna superficial, debido a que es el área donde se da la producción primaria; la biota (ostiones de mangles, *Crassostrea rhizophorae*) como organismos filtradores; y el sedimento, el cual indicará como se almacenan los microplásticos en el fondo del ecosistema acuático.

En la actualidad no existen estudios de microplástico en el ecosistema de la laguna de Bluefields (agua, biota, arena y sedimento), que permita tener una referencia de las afectaciones de estas partículas, las cuales en la actualidad son un problema emergente y que en estudios de diferentes partes del mundo han reportado la presencia de microplástico a todos los niveles de los ecosistemas terrestres y acuático, provocando también afectación a la biota acuática.

El objetivo de este artículo fue identificar la presencia de microplásticos en la columna plantónica del agua en la parte sur de la laguna y su incidencia en poblaciones de *Crassostrea rhizophorae* debido a que es un organismo filtrador y puede retener alta concentración de partículas de plásticos. Además, es importante en la dieta de los ciudadanos que habitan alrededor de la laguna. De la misma manera, se realizaron estudios en sedimento el cual brinda un diagnóstico del comportamiento de estas partículas en el fondo de la laguna.

Los resultados de este estudio darán información científica sobre la presencia de microplásticos a nivel del ecosistema lagunar. Por otro lado, los resultados podrán servirles a instituciones regionales, nacionales entre otras que estén trabajando en temas de salud ambiental u otras áreas afines y a los consumidores de productos acuáticos.

El estudio beneficia directamente a los consumidores de productos acuáticos (escama, crustáceos y moluscos) por lo que tendrán información directa de la zona donde se extraen los productos de consumo. Como beneficiario secundario está la comunidad científica debido a que la información que se generó es carácter público y disponible para usos académicos.

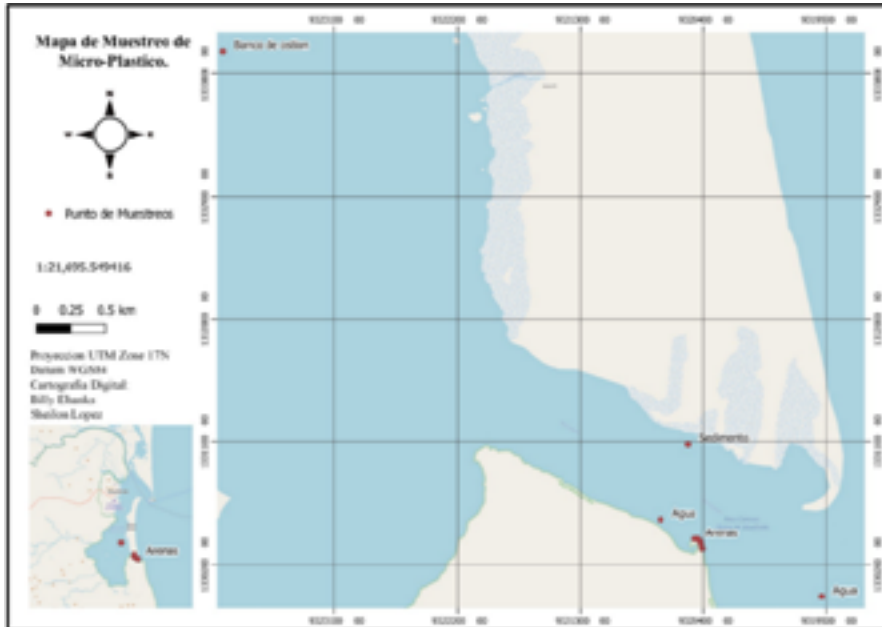
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de localización del estudio

Este estudio se realizó en el costado sur de la laguna de Bluefields, en la bocana de la barra de Houn Sond (figura 1). La laguna de Bluefields es el receptor natural de los escurrimientos de agua de lluvia de las cuencas de los ríos Escondido (61) y Kukra River (63). En la cuenca de río Escondido se han desarrollado actividades agropecuarias intensivas, con el cultivo del banano (*Musa sp.*) desde la década de 1960; con el cultivo de la caña de azúcar (*Zacharum officinarum*) durante las décadas de 1970 y 1980, y actualmente, con el cultivo de la palma africana (*Elais guiniensis*) (Ebanks Mongalo et al., 2015).

Este estudio es de tipo descriptivo por lo que se pretende caracterizar la presencia de microplásticos en el agua de la laguna, sedimento, arena y biota (ostiones de mangles). Es de corte trasversal ya que solo se realizó un muestreo, en la época lluviosa (julio) de 2022 (INETER, 2015 & Flores-Pacheco et al., 2019).

**Figura 1.** Mapa del área y puntos de muestreos de microplásticos.



### Zonificación de muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico al azar, debido a que se busca obtener información de los microplásticos en los puntos de mayor salida de la laguna con arrastre a una velocidad constante de 3 km/h y abertura de agua constante (Gutierrez Rojas, 2016). La muestra de arena se tomó por transecto sobre la línea costera de la pea mar. Se obtuvo cinco muestras, una por cada litro y con un peso de 2 kg. La toma de sedimento se realizó de manera azarosa lanzando una draga Van Veen de 6" x 6" pulgadas (15.54 cm<sup>2</sup>). Los ostiones fueron obtenidos de los bancos encontrados entre la isla de Rama Cay en las siguientes coordenadas (N 11.89678 – W 83.75816).

### Etapas de investigación

#### **Eta**pa 1: Muestreo y recolección de datos función del medio

**Agua:** Esta metodología fue modificada a partir del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (2017). Las muestras se tomaron con una red bongo de muestreo de neuston o de plancton con luz de malla entre 65 µm, ajustada con boyas laterales para su flotabilidad. A la red se le adapta un flujómetro en la apertura de la boca de tal forma que quede completamente sumergido durante el arrastre. La red se sujetó a la lancha mediante una cuerda ubicada en la parte lateral de la embarcación con el fin de evitar posibles alteraciones de los resultados.

Una vez puesta la red en el agua, se ajustó a una distancia de entre 5 - 7 metros de la panga y se inicia el recorrido en el primer transecto a una velocidad constante de 3 km/h, durante 15 minutos. En cada transecto se tomaron datos de presencia de macroplásticos (productos plásticos mayores a 5 mm) en el área de muestreo, registros fotográficos y la velocidad de la embarcación (m/s). Al finalizar el recorrido se tomaron los datos finales del flujómetro, hora, coordenadas geográficas y el tiempo en el que la red permaneció en el agua con la ayuda de un cronómetro (Ebanks Mongalo et al., 2024).

En cada transecto se sacó la red del agua, para ser lavada con agua destilada filtrada desde la boca o apertura de ésta hasta el vaso colector; con el fin de que toda la muestra quede almacenada en éste. Se transfirieron las muestras del colector de un frasco lavado con agua destilada a un recipiente para muestras de 500 mL rotulado con el nombre del sitio, tipo de muestra, fecha y número de transecto.

Finalmente, la muestra se fija con hipoclorito al 10% para su posterior análisis en laboratorio. En cada transecto se repite el proceso. Se calculó el volumen del agua filtrada por la red a partir de los datos del tiempo de recorrido, diámetro de la red mediante la ecuación 1:

$$V_{\text{Filtrado}} = \pi \times r^2 \times \text{Distancia recorrida} \quad \text{Ecuación 1}$$

**Donde:**

$V_{\text{Filtrado}}$  = Volumen filtrado ( $\text{m}^3$ )

$r^2$  = radio de la red al cuadrado

Distancia recorrida (m)

**Arena:** Esta metodología fue modificada de Cabrera (2018) para darle salida al objetivo de investigación. Se midieron 100 metro lineales sobre la línea costera precisamente sobre la pleamar, dividiéndose en cinco transectos 25 metros entre cada uno de ellos. Se georreferenció cada uno de los puntos, los cuales se ubicaron en un mapa de identificación de microplásticos.

Para la toma de muestra en cada punto, se colocó un marco de madera de  $0.5 \text{ m}^2$ . La muestra de arena se tomó con una cuchara metálica de  $7.7 \times 20.6 \text{ cm}$ , a una profundidad aproximada de 1 cm. Las muestras se guardaron en bolsas plásticas de 18 kilogramos y se trasladaron al Centro de Investigaciones Acuáticas de BICU (CIAB).

**Sedimento:** Este se realizó modificaciones a la metodología empleada por Mazarlego (2021). La muestra de sedimento se tomó de forma directa, lanzando una draga con capacidad de captura de 1 kg de sedimento hacia el fondo de la laguna a una profundidad aproximada de 2 metros. En el laboratorio los sedimentos se secaron a una temperatura de  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Posteriormente, se pesaron para identificar la relación de peso seco. Las muestras secas se pulverizaron con un mortero de porcelana.

Se pesaron 50 gr de cada muestra en una balanza analítica a los cuales se le añadieron 200 ml de la disolución saturada de NaCl en agitación durante 2 minutos, dejándola reposar durante 10 minutos para permitir que los microplásticos quedaran flotando en la superficie de la disolución y que la arena se depositara en el fondo.

El sobrante se separó con una pipeta de vidrio. El material filtrado se conserva en una placa de Petri para su recuento. Este proceso se repite dos veces por muestra con el fin de garantizar la completa extracción de estos. Las partículas de microplásticos se guardaron en frascos de vidrios. El recuento se realizó con el mismo método empleado en la arena.

**Microplásticos en ostiones (*Crassostrea rhizophorae*):** Para cuantificar la presencia de microplásticos en *Crassostrea rhizophorae* se utilizó la técnica descrita por Mathalon y Hill (2014) citado por Rodríguez Perera (2019) basada en separar el tejido blando de la concha colocando 10 gramos de éste en un recipiente. Se agregaron 150 - 200 ml de peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) al 30% a cada muestra. Seguidamente se colocaron las muestras en estufa con agitador a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  hasta que el  $\text{H}_2\text{O}_2$  se evaporó.

Para preparar la solución salina concentrada, se agregaron 250 gramos de NaCl por litro de agua, más 100 ml de solución salina por muestra. Todo se agitó durante 1 a 2 minutos para optimizar el proceso. Luego, se dejó reposar de 3 a 6 minutos antes de pipetear el sobrenadante y filtrarlo. El filtrado fue observado en lupa estereoscópica (Rodríguez Perera, 2019).

Para este estudio se recolectaron 300 ejemplares de ostiones de los bancos cercanos a la Isla de Rama Cay ubicada en la zona sureste de la laguna de Bluefields. De cada muestra se extrajeron 100 gramos de tejido blando que se colocaron en un vaso de Bohemia para la digestión química de estos con el uso 150 mL de una solución de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) a una concentración de 30% (100 volúmenes). Las muestras con  $H_2O_2$  se colocaron en una plancha calefactora a 120° C con agitador a 100 rpm para llegar en la mezcla 65 °C constantes hasta que los tejidos fueron digeridos y el líquido se evaporó.

Luego de retirar las muestras de la plancha se agregaron 100 ml de la solución salina concentrada (250 g/l) para separar los microplásticos por flotación, agitando vigorosamente la muestra durante aproximadamente por 2 minutos y dejándola reposar de 5 a 10 minutos. La separación física se realizó mediante la técnica de flotación filtrando las muestras con un sistema de vacío Sartorius con filtro de 8 micrómetros de tamaño de poro. Luego se observó en el estereoscopio (X40) repitiendo por cada filtro para la determinación de la existencia de microplásticos en las muestras.

Con base a lo expuesto por Li et al. (2015) se realizó el conteo de las partículas plásticas presentes diferenciándolas en fibras, fragmentos, y pellets según la clasificación de Jabeen (2017).

En los casos cuando la muestra a analizar presentó abundante materia orgánica se le adicionaron 10 - 30 mL de hipoclorito de sodio al 10% dejándola reposar entre 24 a 48 horas, con el fin de eliminarla y así reducir la interferencia en la identificación de los microplásticos (Flores-Pacheco et al., 2013). El total del volumen ( $m^3$ ) se filtró en un tamiz metálico para ser transferido a una caja Petri donde ser observada en un estereoscopio (FOCUS con 10 X de aumento) con el fin de separar las muestras de microplásticos. Se determinaron las variables de forma, color, cantidad y tamaño de cada pieza.

Las formas son registradas según las categorías propuestas por Kovac et al. (2016) citado por Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (2017): fragmento, películas transparentes (films), pellets, gránulos, filamentos y espuma (foamy, esponja plástica o icopor). Se calculó la concentración por transecto muestreado, expresándose en microplásticos/ $m^3$ . Para controlar la posible contaminación con fibras durante el análisis de laboratorio, se utilizan recipientes testigos con agua destilada filtrada que permanecen junto a la muestra durante el procedimiento, las cuales se revisan al terminar cada observación.

Diagrama de flujo para el análisis de microplásticos en aguas superficiales en laboratorio.

1. Trasferir el contenido a una caja Petri y observar al estereoscopio.
2. Separar muestras por tamaño, tipo y color registrando el número de artículos/ $m^3$  según Kovac et al. (2016).



## Etapa 2: Separación de microplásticos

Las muestras se secaron en un horno (J.P. SELECTA serial 0419489), a 60 °C durante 48 horas. Transcurrido este tiempo, se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente se prepararon 2 litros de disolución saturada pesando 359 g de sal (NaCl) en una balanza analítica (KERN ALJ, serie WL 101412) que serían disueltos en agua destilada. Se empleó un agitador magnético, para la homogenización del medio, posteriormente se eliminaron impurezas de la sal en la disolución con un filtro de 0.45 µm de diámetro de poro.

Se pesaron 50 gr de cada muestra recolectada en una balanza, a ésta se le añadieron 200 ml de la disolución saturada de NaCl homogenizada con un agitador magnético a 200 RPM, durante 2 minutos. Posteriormente, se dejaron reposar las muestras durante 10 minutos para permitir que los microplásticos quedaran flotando en la superficie de la disolución una vez que la arena se decantará en el fondo del frasco. Los microplásticos se retiraron con una pipeta de vidrio para ser colocado en una placa de Petri para su recuento. Este proceso se repitió dos veces por muestra con el fin de garantizar la extracción completa de las partículas en suspensión.

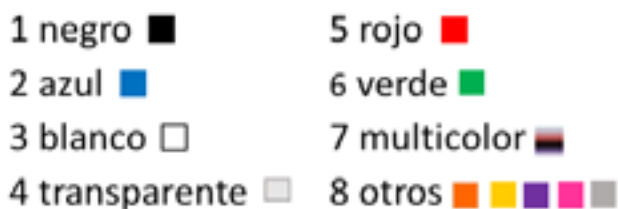
## Etapa 3: Recuento y clasificación de microplásticos

Para el recuento de los microplásticos se utilizó un estereoscopio (FOCUS) más una cámara para fotografiar los microplásticos. Todas aquellas partículas y fibras que se parecían a microplásticos se les tomó fotografía separadas con ayuda de pinzas de disección y se conservaron en frascos de vidrios. Para clasificar los tipos microplásticos (MPs) identificado en este estudio se adoptaron cinco categorías descritas por Rezanian et al., (2018):

- a. **Pellet:** piezas de plástico aproximadamente cilíndricas, discoides, ovoides o esferoides. Con superficie lisa, (es decir, una morfología homogénea).
- b. **Fragmento:** pieza de plástico de forma irregular, de bordes afilados, angulares y subangulares.
- c. **Fibra:** hebra o filamento de plástico con una alta relación longitud/radio, de espesor aproximadamente igual en toda su longitud y con una flexión generalmente tridimensional.
- d. **Film:** pieza de plástico como una lámina delgada, plana y maleable.
- e. **Foam (styrofoam):** son livianos, presentan aspecto como de esponja, son compresibles y suelen ser de color blanco.

La clasificación por colores se realizó en base a lo indicado por Frias, Pagter, Nash, & O'Connor (2018), con algunas modificaciones debido a la cantidad de microplásticos encontrados en cada color.

**Figura 2.** paleta de colores para la clasificación de microplásticos



## Etapa 4. Análisis de datos

Los datos recopilados en las etapas previamente descritas fueron ingresados en una base de datos de Microsoft® Excel, donde se ordenaron según sitios y medios de muestreo. Posterior a la limpieza y depuración de registros, los datos se trasladaron al programa SPSS versión 27 (IBM, 2022). En este programa, se realizaron análisis descriptivos e inferenciales empleando pruebas paramétricas de Chi-cuadrado y análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de las variables de interés (Pilco Sucasaire & Ticona Vilcapaza, 2023).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se observó la presencia de basura marina de diferentes tipos desde botellas plásticas, restos de galones, trozos de sillas y otros restos de plásticos sólidos (figura 3). También se encontraron diferentes tipos de calzado, arrastrados hasta este sitio por las corrientes de marea que entran y salen con los respectivos cambios de mareas. En los estudios de presencia y tipo de microplásticos realizados a los diferentes ecosistemas de la parte sur de la laguna de Bluefields (barra de Houn Sond) se obtuvieron los siguientes resultados.

**Figura 3.** Basura marina encontrada en el área de muestreo de microplásticos en arena



### Agua

**Volumen Filtrado** =  $\pi \times r^2 \times \text{Distancia recorrida}$

**Velocidad** = 3 Km/h = 0.05 Km/min

**Distancia recorrida** = 0.05 Km/min  $\times$  15 min = 0.75 Km = 750 m

**Pi ( $\pi$ )** = 3.1416

**Radio de la red bongo** = Diámetro/2 (D/2) = 36.62 cm = 18.31 cm = 0.1831 m

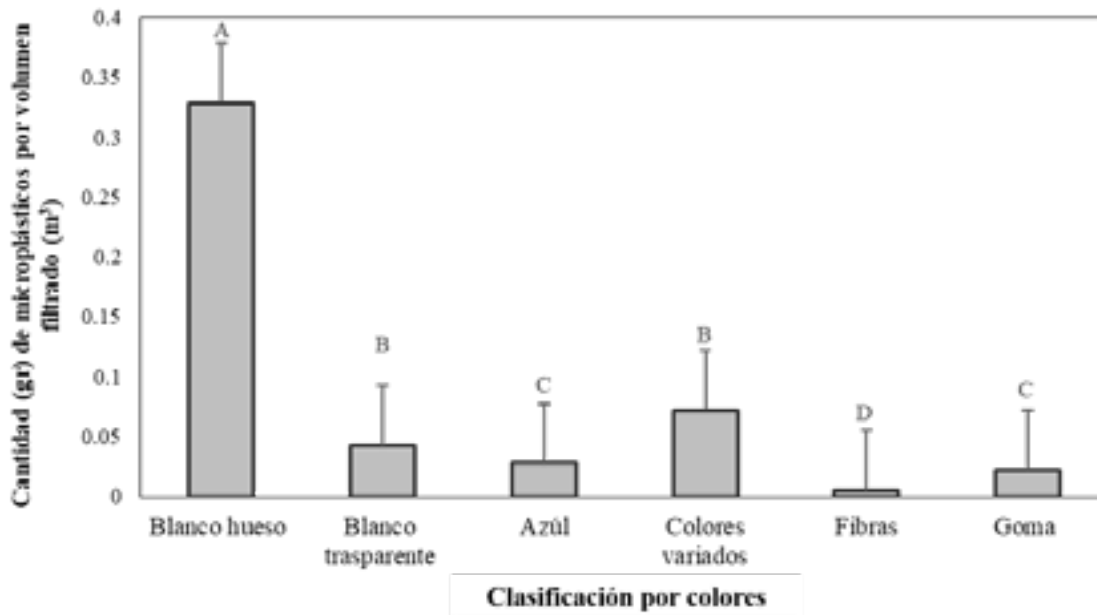
**V. filtrado** = ( $\pi$ ) = 3.1416  $\times$  recorrido red bongo = **0.1831 m<sup>2</sup> x**

**Distancia recorrida** = 750 m

**V. filtrado** = **432.024m<sup>3</sup>** por arrastre, en este estudio se realizaron 3 por lo que el total de agua filtrada fue de **1,296.073m<sup>3</sup>** de agua de la laguna.

Los hallazgos en gramos, encontrados en agua filtrada de la laguna y posteriormente estudiadas en el laboratorio del CIAB con el método de saturación con cloruro de sodio (NaCl), se reflejan a continuación en la figura 4.

**Figura 4.** Identificación de microplásticos por colores en agua filtrada de la laguna de Bluefields.



En la Figura 4, se observa que la mayor cantidad de microplásticos encontrada en un volumen de 1,296.073 m<sup>3</sup> de agua filtrada de la laguna corresponde a partículas de varios colores. Entre ellas, se destacan los microplásticos de color blanco hueso (0.329 g) y blanco transparente (0.042 g), seguidos por microplásticos de color azul (0.028 g) y una suma de colores variados en pequeñas cantidades (0.072 g), que fueron agrupadas en un solo conjunto. El análisis estadístico ( $\chi^2=65.24$ ;  $gl=2$ ;  $P<0.000$ ) indica una distribución significativa de los colores de los microplásticos presentes.

La predominancia de microplásticos de color blanco, tanto en su variante hueso como transparente, es particularmente significativa. Esta tendencia puede estar relacionada con varias fuentes y procesos ambientales. Los microplásticos blancos son comunes en productos de consumo diario, como envases plásticos, bolsas, y otros materiales que se degradan y fragmentan en el ambiente (Ebanks Mongalo et al., 2024). Además, el color blanco puede provenir de la degradación de plásticos de mayor tamaño que inicialmente eran de otros colores, pero han perdido sus pigmentos debido a la exposición a la intemperie y la radiación UV.

También deben analizarse que los procesos de degradación de los plásticos transparentes y blancos suelen fragmentarse más fácilmente y pueden ser menos resistentes a la degradación UV, lo que resulta en una mayor presencia de microplásticos de estos colores en ambientes acuáticos. Así mismo, los microplásticos blancos pueden ser más fácilmente detectados durante los procesos de muestreo y análisis, debido a su alta visibilidad en comparación con microplásticos de colores más oscuros o translúcidos.

La predominancia de microplásticos blancos ha sido reportada en otros estudios a nivel global. Por ejemplo, investigaciones realizadas en ambientes marinos y de agua dulce han encontrado una alta presencia de microplásticos de color claro, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio de la laguna. Estudios como el de Thompson et al. (2004) y Gasperi et al. (2018), también reportan una alta prevalencia de microplásticos de color blanco y transparente, sugiriendo una tendencia común en la contaminación por microplásticos en diversos cuerpos de agua.

La presencia significativa de microplásticos de color blanco en el agua de la laguna no solo refleja patrones de consumo y degradación de plásticos, sino que también es consistente con hallazgos en otros estudios. Esto subraya la necesidad de estrategias de gestión de residuos más efectivas y políticas de reducción de plásticos para mitigar la contaminación por microplásticos, especialmente aquellos de color blanco que parecen prevalecer en el ambiente.

En el mismo muestreo se logró identificar algunas fibras (0.004 gr), que representa la diversidad de microplásticos presentes en los ecosistemas intervenidos. Sin embargo, este resultado no debe obviarse al representar un riesgo para la salud ecosistémica al ser cantidades elevadas en relación con la poca agua filtrada; estas pueden llegar al mar o la laguna provenientes de la degradación de los aperos de pesca abandonados por cumplir con su ciclo de utilidad. Adicionalmente, se identificó la presencia de trozos de goma formando conglomerados en suspensión en el agua en donde se identificaron parte de las micropartículas (figura 6).

**Figura 5.** Diferentes tipos y colores de microplásticos en agua de la laguna de Bluefields



Los resultados de este estudio coinciden con los publicados de Vidal, Molina & Duque (2021) en los que indican que los mayores hallazgos de microplásticos fueron los fragmentos que correspondieron al (63.5%) y en menos cantidad las fibras con el (36.1%) y finalmente los pellets con (0.4%) con la diferencia que en este estudio se logró identificar una partícula de goma con peso de (0.0217 gr).

### Arena

La identificación y tipo de microplásticos en arena de la playa en la parte sur de la laguna de Bluefields (barra de Houn Sond) por medio del método de transectos de 1 m<sup>2</sup> e identificación física, se obtuvieron los siguientes resultados representados en la siguiente tabla 2 donde se encuentran representados las partículas de microplásticos identificadas durante el estudio de la arena de la playa y posteriormente analizadas en el CIAB-BICU. Los mismos fueron identificados por su color, tipo y área de las parcelas. De forma general se determinó por el método de saturación, separación y posterior observación posteriormente con estereoscopio, que los fragmentes de color blanco hueso (F=3.20; gl=4; P-valor<0.000) son los que se encontraron en mayor cantidad (58%), este resultado se debe a la degradación de objetos de plásticos de mayor tamaño tales como valdes, restos de galones, cillas y otros utensilios de uso cotidiano, arrastrados a la zona por el oleaje.

**Tabla 2:** Microplásticos en arena (peso en gramos por color). Letras distintas indican diferencia estadística al 95% de confiabilidad.

Color	L (1)	L (2)	L (3)	L (4)	L (5)
Blanco hueso	1.905 a	4.968 a	2.206 a	1.981 a	2.413 a
Blanco transparente	0.767 b	1.051 b	1.353 b	0.951 b	1.109 b
Azul	0.257 c	0.208 c	0.300 c	0.147 d	0.128 d
Verde - celeste	0.264 c	0.386 c	0.262 c	0.265 d	0.169 d
Colorees variados	0.112 c	0.588 c	0.551 c	0.568 c	0.370 c

El blanco transparente (23%), se encontró de segundo en cantidades ( $F=0.00$ ;  $gl=4$ ;  $P\text{-valor}<0.035$ ) identificadas en la zona. La presencia de estos fragmentos se puede deber a la fotofragmentación de residuos de botellas de agua que llegan a las playas provenientes de la ciudad y otros asentamientos en las comunidades los cuales son arrastrado por la acción de los ríos que desembocan en la laguna, también por la acción de las olas y las mareas en la zona de estudios (Matus-Román et al., 2020).

Los colores identificados en menor cantidad (Figura 6) fueron los microplásticos de colores variados (9%), verde-celeste (6%) y, por último, partículas de color azul (4%). Estos resultados contrastan significativamente con los obtenidos por Zarate e Iannacone (2021), quienes reportaron que la mayor cantidad de microplásticos hallados en su estudio eran de color azul y amarillo, con formas alargadas e irregulares, predominantemente provenientes de ropa sintética y alfombras. Además, en su investigación se identificaron microplásticos de color azul oscuro, rojo, blanco y azul en formas alargadas, ovoides y redondeadas, originados principalmente de textiles sintéticos y tubos.

Este contraste en los resultados puede deberse a diversas variables ambientales y antropogénicas que influyen en la distribución y características de los microplásticos. En el presente estudio, la menor proporción de microplásticos de color azul podría estar relacionada con diferencias en las fuentes de contaminación local, las condiciones hidrodinámicas de la laguna y los métodos de muestreo utilizados. Por otro lado, la predominancia de microplásticos de colores variados y verde-celeste sugiere una fuente diversa de contaminación, posiblemente vinculada a residuos plásticos generales y fragmentos de productos consumibles.

Estos hallazgos subrayan la importancia de realizar estudios comparativos en diferentes entornos y con metodologías consistentes para comprender mejor las dinámicas de la contaminación por microplásticos. Además, destacan la necesidad de estrategias específicas para gestionar y mitigar las fuentes de microplásticos en diferentes regiones.

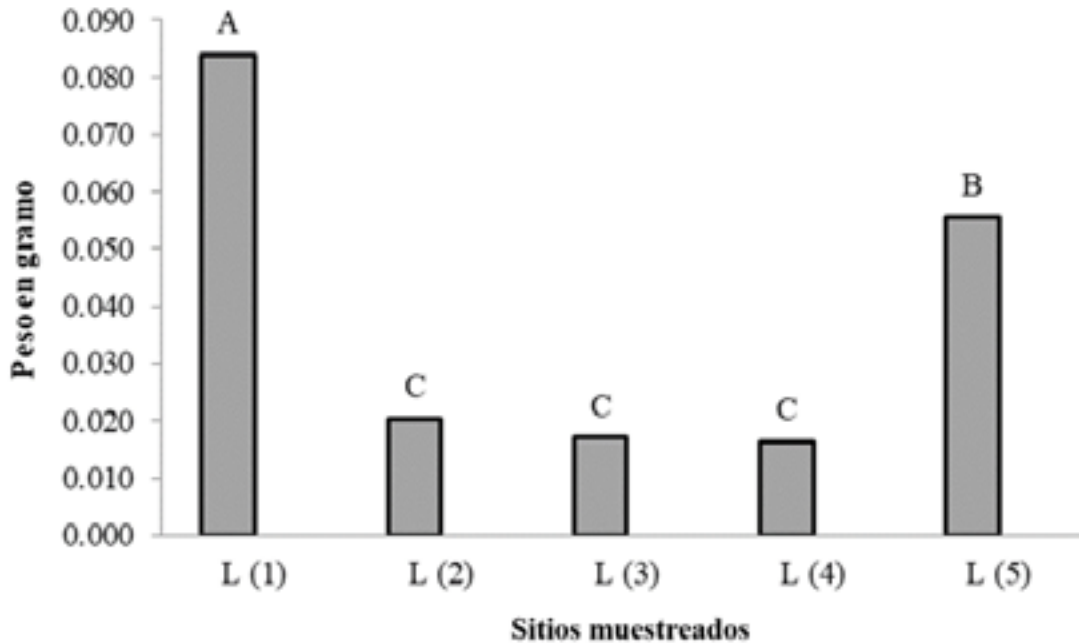
**Figura 6.** Diferentes tipos y colores de microplásticos en arena



A-Fibras, B- Azul, C- Verde/Celeste, D- Colores Variados, E-Blanco Transparente, F- Blanco Hueso, G- Poroplas.

Durante este estudio se identificó la presencia de poroplas en el área, se determinó que en la L1 (0.0840gr) y L5 (0.0555 gr) son las que presenta mayor cantidad de partículas de poroplas ( $F=0.86$ ;  $gl=4$ ;  $P\text{-valor}>1.00$ ), mientras la que presenta menor cantidad es la L3 (0.0170 gr).

**Figura 7.** Identificación de poroplas en arena



La presencia de microplásticos en las playas de la región está principalmente asociada a la degradación de utensilios de pesca, especialmente las boyas utilizadas como señalizadores para la ubicación de trasmayos, nasas y rutas acuáticas, con el fin de evitar el encallamiento de embarcaciones livianas (Suárez Miranda et al., 2022). Además, estos microplásticos provienen de la degradación de termos utilizados para mantener la frescura de las capturas durante largas jornadas de pesca.

Asimismo, los microplásticos pueden ser transportados por las corrientes de diversos ríos que desembocan en la laguna de Bluefields, arrastrando consigo residuos plásticos desde distintas comunidades de la región (Ebanks Mongalo et al., 2015). Estos ríos actúan como vectores, acumulando y redistribuyendo microplásticos de diversas fuentes terrestres y acuáticas.

Este fenómeno refleja la complejidad de las fuentes de contaminación por microplásticos, donde no solo las actividades pesqueras contribuyen, sino también la gestión inadecuada de residuos plásticos en comunidades a lo largo de las cuencas fluviales. Los estudios han demostrado que los microplásticos pueden tener orígenes diversos, incluidos productos de consumo diario, envases, textiles y otros materiales plásticos que se fragmentan y dispersan a través de los ecosistemas acuáticos (Zarate & Iannacone, 2021).

La identificación y cuantificación de estos microplásticos es crucial para diseñar estrategias efectivas de mitigación y gestión de residuos. La cooperación interinstitucional y el desarrollo de políticas ambientales robustas son fundamentales para reducir la carga de microplásticos en los ecosistemas marinos y costeros, asegurando la salud ambiental y la sostenibilidad de las actividades económicas dependientes del agua.



## Sedimento y *Crassostrea Rhizophorae*

En los análisis realizados sobre la presencia de microplásticos, no se observaron partículas de estos en la materia blanda de *Crassostrea Rhizophorae*. Esta ausencia puede atribuirse a varias razones, entre las que destacan la velocidad de la corriente y la salinidad del agua. La velocidad de la corriente puede influir en la distribución y asentamiento de partículas en el agua, mientras que la alta salinidad incrementa la densidad del agua, impidiendo que materiales menos densos, como las partículas de plásticos y poroplas, se hundan y formen parte del ecosistema bentónico de la laguna.

Además, las propiedades físicas y químicas del agua, tales como la temperatura, el pH y la salinidad, juegan un papel crucial en la dinámica de los microplásticos. La alta densidad del agua salina, en particular, facilita la flotabilidad de las partículas plásticas, manteniéndolas en suspensión y reduciendo su incorporación en los organismos bentónicos como *Crassostrea Rhizophorae*.

Es también relevante, considerar el comportamiento alimentario de *Crassostrea Rhizophorae* y su capacidad de filtración. Los organismos filtradores pueden exhibir selectividad en la ingestión de partículas, prefiriendo ciertas formas y tamaños, lo cual puede explicar la ausencia de microplásticos en sus tejidos. Estudios adicionales que evalúen la selectividad de ingestión y las tasas de filtración podrían proporcionar una comprensión más profunda de esta dinámica.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de continuar investigando los factores ambientales que afectan la distribución de microplásticos en los ecosistemas acuáticos y su potencial impacto en la biota marina. Entender estos procesos es esencial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y gestión de la contaminación por microplásticos, protegiendo así la salud de los ecosistemas y las especies que los habitan.

En los análisis realizados, no se observó la presencia de microplásticos en los tejidos blandos de los ostiones de mangles (*Crassostrea rhizophorae*). Este resultado puede deberse a la alta densidad del agua, la cual hace que las partículas de microplásticos floten, manteniéndolas en suspensión y fuera del alcance de los organismos bentónicos como los ostiones. Estos hallazgos contrastan con los resultados de otros estudios, como el realizado por Baltazar, Flores y Reyes (2021), quienes encontraron niveles de microplásticos en *Crassostrea gigas* que oscilaban entre 10.18 y 11.72 partículas por individuo.

La diferencia en los resultados puede estar relacionada con los hábitats específicos de cada especie. Mientras que *Crassostrea rhizophorae* habita en el fondo de los manglares, un entorno bentónico donde la sedimentación puede ser más estable, *Crassostrea gigas* se encuentra en la parte superficial de la columna de agua en diferentes ecosistemas, donde las partículas de microplásticos pueden estar más concentradas y accesibles para la filtración.

Además, factores como la velocidad de la corriente, la salinidad y otros parámetros físicos y químicos del agua pueden influir en la distribución y concentración de microplásticos, afectando su disponibilidad para los organismos filtradores. La dinámica del flujo de agua y la interacción con los sedimentos también juegan un papel crucial en la forma en que los microplásticos son transportados y depositados en diferentes hábitats acuáticos.

Estos resultados subrayan la necesidad de realizar estudios más detallados y comparativos en diversos ambientes y con distintas especies de bivalvos, para entender mejor las variaciones en la contaminación por microplásticos y su impacto en la biota marina. La comprensión de estos procesos es fundamental para desarrollar estrategias efectivas de gestión y mitigación de la contaminación por microplásticos en los ecosistemas acuáticos.

## CONCLUSIONES

A partir de 1,296.073 m<sup>3</sup> de agua filtrada utilizando una red Bongo de 65 micrómetros en la barra de Houn Sond, situada al sur de la laguna de Bluefields, se identificaron microplásticos en diversas tonalidades: blanco hueso (0.329 g), blanco transparente (0.042 g), azul (0.028 g), y una combinación de colores variados en cantidades menores agrupadas (0.072 g). Adicionalmente, se detectó una partícula de goma con un peso de 0.022 g. La suma total del peso de los microplásticos encontrados asciende a 0.475 g, con la mayor cantidad correspondiente al color blanco hueso.

La ausencia de microplásticos en los tejidos blandos de los ostiones de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) indica que estos organismos no representan un riesgo para los consumidores de la zona y las comunidades aledañas. Esta ausencia podría estar relacionada con la alta densidad del agua, que mantiene las partículas de microplásticos en suspensión, impidiendo su sedimentación y bioacumulación en los ostiones.

En el estudio de 100 metros de playa, se identificaron microplásticos de diferentes colores: blanco hueso (13.473 g), blanco transparente (5.232 g), azul (1.041 g), verde/celeste (1.346 g), y colores variados (2.190 g), siendo el blanco hueso el de mayor concentración. También, se encontraron fibras (0.360 g) y partículas de poroplas (0.193 g). En total, se identificaron 23.282 g de microplásticos en las partículas de arena de la zona estudiada.

No se observaron microplásticos en los tejidos blandos de los ostiones de mangles (*Crassostrea rhizophorae*). Este resultado negativo puede atribuirse a la densidad del agua, que favorece la flotación de las partículas de microplásticos, manteniéndolas en circulación. Durante el estudio, no se detectó la presencia de microplásticos en las muestras de sedimento tomadas del sitio adyacente a la zona de muestreo de arena y agua filtrada.

## REFERENCIAS

- Aranda, D. A., Oxenford, H. A., Medina, J., Delgado, G., Díaz, M. E., Samano, C., ... & Bouchon, C. (2022). Widespread microplastic pollution across the Caribbean Sea confirmed using queen conch. *Marine Pollution Bulletin*, 178, 113582.
- Baltazar Flores, D. C., & Reyes, Y. (2021). Evaluación de la presencia de microplásticos en bivalvos marinos. Perú.
- Cabrera, D. (2018). Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado, Universidad de La Laguna Tenerife). RIULL. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/8703>.
- Ebanks Mongalo, B. F., Moody Garth, S. N., Rivas Suazo, E. G., Siu Estrada, E. A., & Flores-Pacheco, J. A. (2024). Contaminación por macrobasura marina en la barra de Hong Sound, Bluefields, Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Wani*, 80. <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17761>
- Ebanks Mongalo, B. F., Suárez Sánchez, J., Siu Estrada, E., Montoya Arguello, J. J., Mairena Valdivia, D. A., Flores-Pacheco, J.A., Van Der Wal, J. C. & Valencia Quintana, P. (2015). Concentración de plaguicidas en agua, sedimentos y ostiones (*Crassostrea*

- rizophorae) de la Laguna de Bluefields, RAAS, Nicaragua. Wani, 67(0), 49–54. <https://doi.org/10.5377/wani.v67i0.1889>
- Flores-Pacheco, J. A., Lazo Sánchez, W. J., & Méndez Sevilla, J. J. (2019). Necesidades hídricas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) INTA rojo en condiciones del trópico húmedo de Nicaragua. *La Calera*, 19(32), 16–23. <https://doi.org/10.5377/calera.v19i32.8436>
- Flores-Pacheco, J. A., Mairena, Á., & Espluga, J. (2013). Evaluación de riesgos en sistemas agrícolas asociados a la utilización de plaguicidas en el Municipio de Kukra Hill, Nicaragua, Centroamérica. *Nexo Revista Científica*, 26(1), 34–44. <https://doi.org/10.5377/nexo.v26i1.1034>
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A. & Gerdt, G. (2018). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. Deliverable 4.2.
- García, S. (2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 10(1), 71-80.
- Gasperi, J., Dris, R., Bonin, T., Rocher, V., & Tassin, B. (2014). Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. *Environmental Pollution*, 195, 163–166. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.09.001>
- Gutierrez Rojas, H. A. (2016). Estrategias de muestreo: diseño de encuestas y estimación de parámetros: Vol. I.
- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64, 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>
- Herrera, A., Liria Loza, A., Ostiategui, P., & Gómez, M. (2017). Los microplásticos: la amenaza de los ecosistemas marinos. *Okeanos*.
- IBM. (2022). *Manual de SPSS 27* (IBM, Ed.; 1o).
- Invemar (2017). Protocolo de muestreo y análisis de microplásticos en aguas marinas superficiales, sedimentos de playas y tracto digestivo de peces. Componente 5: diagnóstico de microplásticos en zonas costeras de Colombia, Resolución 646 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2015). *Los Ecosistemas de Nicaragua y su Estrategia*.
- Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C., Mu, J., & Shi, H. (2017). Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution*, 221, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.055>
- Li, J., Yang, D., Li, L., Jabeen, K., & Shi, H. (2015). Microplastics in commercial bivalves from China. *Environmental Pollution*, 207, 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>
- Mathalon, A., & Hill, P. (2014). Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.018>
- Matus-Román, K. O., González-Alemán, N., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Comunidades de macroinvertebrados: bio-indicadores de la calidad del agua en el Territorio Indígena Rama-Kriol. *Ciencia e Interculturalidad*, 27(02), 129–146. <https://doi.org/10.5377/rci.v27i02.10438>
- Muriel, A. (2020). Detección y monitoreo de microplásticos en sedimentos costeros de marismas de la costa norte del estuario de bahía blanca (Doctoral dissertation, Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Nacional). <https://ria. utn. edu. ar/handle/20.500.12272/4633>.
- Pilco Sucasaire, J., & Ticona Vilcapaza, R. (2023). *Métodos estadísticos: guía básica para el uso de la estadística inferencial en investigación: Vol. 1o*.
- Reed, S., Clark, M., Thompson, R., & Hughes, K. A. (2018). Microplastics in marine sediments near Rothera Research Station, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 133,

- 460–463. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.068>
- Rezania, S., Park, J., Md Din, M. F., Mat Taib, S., Talaiekhzani, A., Kumar Yadav, K., & Kamyab, H. (2018). Microplastics pollution in different aquatic environments and biota: A review of recent studies. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 191–208. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.022>
- Rodríguez Perera, G. R. (2019). Detección de microplásticos en mejillón (*Mytilus edulis*) de la costa atlántica uruguaya.
- Suárez Miranda, I. Y., Castillo Aguilar, J. del S., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2022). Experiencia exitosa en la gestión de residuos sólidos en el Colegio San José, de la ciudad de Bluefields. *Revista Universitaria del Caribe*, 28(01), 85–93. <https://doi.org/10.5377/ruc.v28i01.14448>
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Vásquez, D., Molina, A., & Duque, G. (2021). Spatial distribution and increase of microplastics over time in sediments of Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27–42. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021>
- Vidal, L., Molina Sandoval, A. E., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 113–132. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1032>
- Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*, 118. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Zarate, M., & Iannacone, J. (2021). Microplásticos en tres playas arenosas de la costa central del Perú. *Revista De Salud Ambiental*, 21(2), 123–131. Recuperado a partir de <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1079>

