



CONTENIDO

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Safety Evaluation of Branched-Chain Amino Acids in *Centropomus Viridis* Brain Cells: *In Vitro* Assay.
- Determinación de la potencia antimicrobiana por el método Turbidimétrico.
- Nivel de Conocimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 en Universitarios de Nuevo Ingreso y Egreso del Área de la Salud.
- Identificación de compuestos fenólicos en albahaca (*Ocimum basilicum* L.) para elaboración de repelente para *Aedes aegypti*.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

- Soporte nutricional en paciente crítico de la Unidad de Cuidados Intensivos.
- Disfunción inmunometabólica en el VIH: bases epistemológicas

CASO CLÍNICO

- Absceso perirrenal complicado: Abordaje diagnóstico y terapéutico: Reporte de caso.





Publicada desde 1977

Revista de Ciencias Médicas Torreón, volumen 18, No. 35 enero - junio 2026, es una publicación semestral editada por el área de investigación en Ciencias Clínicas, Ciencias Básicas e Investigación en Educación Médica de la Universidad Autónoma de Coahuila Boulevard Venustiano Carranza s/n Colonia República Oriente, C.P. 25380, Saltillo, Coahuila, Editor Responsable Dr. Javier Morán Martínez. Reserva de Derechos al uso exclusivo **No. 04-2022-102610190900-102, ISSN: 2954-4777** ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Dpto. de Biología Celular y Ultraestructura de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Laguna, Av. Morelos No. 900 C.P. 27000, Torreón, Coahuila México. Última modificación: 01 de enero de 2026.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
COAHUILA



DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO

latindex



**DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO**

Revista de Ciencias Médicas Torreón

CONSEJO TÉCNICO EDITORIAL:

Dr. Javier Morán Martínez

Editor

Facultad de Medicina, Unidad Laguna

javiermoranmartinez@uadec.edu.mx

Dra. María Soñadora Niño Castañeda

Coordinadora

Facultad de Medicina, Unidad Laguna

maria.nino@uadec.edu.mx

Dr. David Castro Lugo

CISE- Universidad Autónoma de Coahuila

david.castro@uadec.edu.mx

M.C. Miriam De Labra Monsiváis

Departamento editorial

Universidad Autónoma de Coahuila

miriam.delabra@uadec.edu.mx

Lic. Fernando Anastasio García Villarreal

Asesor

Universidad Autónoma de Coahuila

fernandovillarreal@uadec.edu.mx

Juanita Imelda García Gómez

Tramites

garciaimelda@uadec.edu.mx

EDICIÓN:

Dpto. de Biología Celular y Ultraestructura

Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de
Coahuila, Unidad Laguna

Av. Morelos No.900 C.P.27000,

Tel.(871) 7182768, Torreón, Coahuila México.

E-mail; javiermoranmartinez@uadec.edu.mx

Editor

Dr. Javier Morán Martínez

Comité Editorial Internacional

Dr. José Ignacio Méndez Martínez
University of Emory, Atlanta Georgia (USA).
Cardiología

Dr. Juan Carlos Zevallos
Universidad de Puerto Rico y Centro para Control y
Prevención de Enfermedades (CDC) USA
Cardiología-Salud Pública

Dr. Elkin Lucena
Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad
CECOLFES
Fertilización asistida-Biología de la Reproducción.
Colombia

Dr. Nagamani Balagurusamy
Universidad Autónoma de Coahuila
Biotecnología ambiental y bioprocesos.
India/México.

Dr. Oscar Tarragó
División de Toxicología y Medicina Ambiental.
Centros de Prevención y Control de Enfermedades
(CDC). Agencia de Registro de Sustancias
Toxicas y Enfermedades. USA.

Dr. Sami René Achem Karam
Jackson Ville Clínica Mayo
USA

Dr. Oscar Lonbana B.
Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad
CECOLFES
Ginecología y Obstetricia Biomedicina Reproductiva
Colombia

Dr. Harold Moreno
Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad
CECOLFES
Ginecología y Obstetricia Biomedicina Reproductiva
Colombia

Dr. Ulises Toledo
West Virginia University State
Associate Dean and Director of Business and Fian
USA

Dr. Gerald Hankins
Associate Professor Biology
West Virginia University State
USA

PhD. Jorge Alberto Carrasco
Coordinador
Sección Inmunología
Departamento de Bioanálisis e Inmunología
Escuela de Microbiología
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
Honduras.

Dra. Erika Waleska Pérez Alemán
Departamento de Microbiología
Escuela de Microbiología
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
Honduras.

PhD. Gustavo Fontecha Sandoval.
Departamento de Parasitología
Escuela de Microbiología
Facultad de Ciencias
Universidad

Nacional Autónoma de Honduras.
Honduras.

Dr. Russell Abel Morales Rubio
University of California, Irvine
Department for Occupational and
Environmental Health.
Irvine, California

Comité Editorial Nacional

**Dr. Luis Benjamín Serrano Gallardo †
(honorífico)**
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Química Analítica y Fitoquímica.

Dr. Gerardo Pérez Silva
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Ginecología

Dr. Luis Ruvalcaba Castellón
Instituto Mexicano de Infertilidad
Biología de la Reproducción

Dr. Mariano Enrique Cebrián García
CINVESTAV-IPN
Toxicología

Dr. Gonzalo Gerardo García Vargas
Facultad de Medicina, UJED
Toxicología

Dr. Ricardo Cerda Flores
Centro de Investigación Biomédica del Noreste,
IMSS
Genética de Poblaciones

Dr. Pablo Ruiz Flores
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Genética Clínica.

Dr. Hugo Barrera Saldaña
Facultad de Medicina, U.A.N.L.
Ingeniería Genética

Dr. Manuel Rosales González
Facultad de Medicina, UJED
Neurociencias

Dr. Jesús Rafael Argüello Astorga
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Inmunología

Dr. Christian A. García Sepúlveda
Facultad de Medicina, U.A.S.L.P.
Biología Molecular

Dr. Adolfo Soto Domínguez
Facultad de Medicina, AUNL
Histología

Dr. Felipe Javier Uribe Salas
El Colegio de la Frontera Norte
Epidemiología

Dr. Daniel Arellano Perez-Vertti
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Traumatología

Dra. Macrina Beatriz Silva Cázares
Oncogénica y Bioinformática.
Universidad Autónoma De San Luis
Hospital Infantil de México, Federico Gómez

Dr. Horacio Márquez González
Hospital de Cardiología, Centro Médico
Nacional Siglo XXI
Pediatría/Cardiología

Dr. Arnulfo Albores Medina
CINVESTAV-IPN
Metabolismo de Xenobioticos

Dr. José Víctor Calderón Salinas
CINVESTAV-IPN
Bioquímica Medica

Dr. Pedro Cano Ríos
UAAAN-UL
Estadística

Dr. Esperanza Calleros Rincón
Facultad de Ciencias Químicas, UJED
Salud Ambiental

Dr. Héctor Lamadrid Figueroa
Instituto de Salud Publica
Epidemiología

Dra. Luz Helena Sanín Aguirre
Facultad de Enfermería
Universidad Autónoma de Chihuahua
Epidemiología

Dra. Pilar Carranza Rosales
Centro de Investigación Biomédica del
Noreste, IMSS
Ciencias Morfológicas

Dra. Maritza Argelia Macías Corral
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Ciencias Ambientales

Dr. Nadia Denys Betancourt Martínez
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Microbiología y Fitoquímica.

Dr. Abraham de Jesús Guerra Alanís
Escuela de Psicología, U.A. de C.

Dra. Marisela del Rocío González Martínez
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Microbiología

Dr. Faviel Francisco González Galarza
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Bioinformática

Dr. Rubén García Garza
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Histología

Dra. Nancy Elena Guzmán Delgado
Patología
Unidad Médica de alta Especialidad No 34
IMSS. Monterrey, N.L.

Dr. Rubén Darío Galván Zermeño
Facultad de Medicina, U.A. de C.
Medicina interna

Dr. Rubén Daniel Arellano Perez-Vertti
Traumatología y Ortopedia

Dr. Guillermo Daniel Almaraz Célis
Colegio Coahuilense de Cirugía

Dra. Clara Quiñones González
Nutrición clínica
ISSSTE, Torreón Coahuila

Volumen 18, No 35, enero – junio 2026

CONTENIDO

	PAGINA
ARTÍCULOS ORIGINALES	
Safety Evaluation of Branched-Chain Amino Acids in <i>Centropomus Viridis</i> Brain Cells: <i>In Vitro</i> Assay.	1
Determinación de la potencia antimicrobiana por el método Turbidimétrico.	12
Nivel de Conocimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 en Universitarios de Nuevo Ingreso y Egreso del Área de la Salud.	20
Identificación de compuestos fenólicos en albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) para elaboración de repelente para <i>Aedes aegypti</i> .	25
ARTÍCULO DE REVISIÓN	
Soporte nutricional en paciente critico de la Unidad de Cuidados Intensivos.	31
Disfunción inmunometabólica en el VIH: bases epistemológicas	37
CASO CLÍNICO	
Absceso perirrenal complicado: Abordaje diagnóstico y terapéutico: Reporte de caso.	43





Safety Evaluation of Branched-Chain Amino Acids in *Centropomus Viridis* Brain Cells: *In Vitro* Assay.

Avalos-Soriano A.,^{1*} Soto-López M.J.,² Niño-Castañeda M.S.,³ Betancourt-Martínez N.D.,³ Moran-Martínez J.^{3*}

¹Investigadoras e investigadores por México, Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

²Laboratorio de Genotoxicología, Universidad Autónoma del Occidente (UAdeO), Unidad Regional Los Mochis, Los Mochis, Sinaloa, México.

³Departamento de Biología Celular y Ultraestructura, Facultad de Medicina Unidad Laguna, Universidad Autónoma de Coahuila (FM-UL, UadeC), Torreón Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: Dr. Anaguiven Avalos Soriano

Correo: aavaloss@secihti.mx

ABSTRACT

Branched-chain amino acids (BCAAs), composed of L-leucine, L-isoleucine, and L-valine, are essential amino acids in the nutrition of various animal species, including marine fish. Traditionally considered precursors of protein synthesis, BCAAs also act as key signaling molecules and metabolic modulators. Although its physiological role has been widely studied, information on its toxicity and safety, especially in fish cell systems, remains limited. The species *Centropomus viridis*, due to its high dietary requirements of amino acids, represents a relevant model to explore the effects of BCAAs on brain cells in an *in vitro* environment. Immortal cultures of *Centropomus viridis* brain cells were established from juvenile specimens, following standardized protocols of enzymatic disintegration and seeding in 96-well plates. The cells were kept in L-15 medium supplemented with 10% fetal bovine serum and antibiotics, incubated at 25 °C without CO₂. The treatments consisted of exposure to BCAAs solutions (L-leucine, L-isoleucine, and L-valine) at concentrations of 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 and 10000 µg/mL, instantly prepared from sterile stocks. Negative controls (cells without BCAAs) and positive controls were included. Cell viability was assessed using the MTT assay, adding 10µL of MTT solution (5 mg/mL) per well and measuring absorbance at 570 nm after 4 hours of incubation. Additionally, trypan blue exclusion was performed by incubating the cells with the dye for 5 minutes and counting viable and non-viable cells under light microscopy. The evaluation criteria included percentage of viability with respect to the negative control and observation of cell morphology. BCAA treatments even at concentrations of 1000, 2500, 5000 and 10000 µg/mL did not produce significant alterations in cell viability, with percentages greater than 95% compared to the negative control. No

morphological changes or increase in trypan blue exclusion were observed. At the maximum concentration evaluated (5000 and 10000 µg/mL), no decrease in viability was detected (up to 95% of live cells), without reaching criteria of significant cytotoxicity or evident morphological damage. The positive control showed a reduction in viability of less than 60%, validating the sensitivity of the experimental system. Therefore, the cellular safety limit for BCAAs in this line is above 5000 and 10000 µg/mL, with no appreciable adverse effects above this threshold. The results obtained coincide with the few previous reports in mammals, where BCAAs present low toxicity even at high concentrations. The absence of relevant cytotoxic effects in brain cells of *Centropomus viridis* suggests a wide tolerance to these amino acids, in accordance with the physiological needs of marine species with high protein requirements. However, the literature indicates a lack of controlled studies in humans and other species, which makes it difficult to extrapolate these data to broader clinical and dietary contexts. This study demonstrated that branched-chain amino acids are harmless and safe for brain cells of *Centropomus viridis* under *in vitro* conditions, even at elevated concentrations of up to 10000 µg/mL. The methodology used, based on MTT assays and exclusion of trypan blue, provides robust criteria for the toxicological evaluation of nutritional supplements in marine fishes. These findings contribute to knowledge about food safety in aquaculture and highlight the need to expand research to other cell systems and species, as well as to generate comprehensive metabolic and toxicological data to establish accurate recommendations on the use of BCAAs in animal and human feed.

KEY WORDS: BCAAS, MTT assay, Cytotoxicity. Safety and Toxicity

INTRODUCTION

Fish are the most diverse group of vertebrates, accounting for approximately 95% of all vertebrate species, with teleost making up half and inhabiting almost all aquatic environments (Nelson et al., 2006; Nelson et al., 2016; Vaktskjold, 2018). This variety is reflected in its anatomy, ecology, behavior, and genome (Volf, 2005). Positioning fish as ideal models for investigating systems related to metabolic regulation, cell growth and development in vertebrates (Volkoff et al, 2003). Scientific research has identified relevant molecular mechanisms and metabolic pathways, such as the highly conserved food intake regulation system among teleost fish and mammals (Volkoff et al, 1999). However, not all observed responses are completely comparable, largely due to the paucity of studies in fish.

Anatomical differences between fish and mammals include brain and gastrointestinal morphology, as well as the presence of specific organs in fish that do not exist in mammals (Nelson, 2006). In addition, within the fish group itself, there are anatomical and functional variations between species (Hoskins & Volkoff, 2012). For example, carnivores and omnivores have a stomach, pyloric caeca's, and short, straight intestines, while herbivores and detritivores usually lack a stomach and cecus and have long intestines (Leknes, 2015). Comparative research has focused mainly on species such as salmonids and cyprinids. As for the detection of nutrient levels in the vertebrate brain, this mechanism is essential for the regulation of food intake and energy expenditure (Berthoud & Morrison, 2008; Lieder et al 2017). Branched-chain amino acids (BCAAs), a group made up of valine, leucine, and isoleucine, perform fundamental nutritional functions such as protein building blocks and nutritional signals that induce physiological responses (Hutson et al, 2005). They account for about 20% of total protein intake, and unlike other amino acids, BCAAs bypass liver metabolism, while the other 17 amino acids are primarily metabolized in the liver. Thus, circulating BCAAs regulate protein synthesis and degradation, as well as insulin secretion. In addition, BCAAs are important energy substrates in the brain, being rapidly metabolized in neuronal cell cultures even in the presence of other substrates such as glucose (Yudkoff et al, 2005). This transamination occurs primarily in astrocytes, which release branched chain ketoacids into the extracellular fluid to be absorbed and metabolized by neurons (Garelick & Keneddy, 2011).

Valine, leucine, and isoleucine are then identified as branched-chain amino acids due to their lateral carbon skeletons, called aliphatic because they are composed only of hydrogen and carbon without benzene rings **Table 1**, (Sperringer et al, 2017). Although they have similar

structures, they exhibit subtle differences in the conformation and hydrophobia of their side chains. For example, leucine is more common in helices, while valine and isoleucine predominate in leaves, which explains leucine's involvement in helical zippers (Sperringer et al, 2017). These three amino acids have very similar three- or four-carbon side chains and molecular weights (leucine and isoleucine: 131.17 g/mol; valine: 117.15 g/mol) **Table 1**, and together they make up about 33% of the body's amino acids, concentrated especially in skeletal muscle where they act as structural elements and nitrogen stores (Murthy & Hertz 1987).

Table 1. Main physical-chemical characteristics of branched-chain amino-acids (BCAAs).

	L-Leucine	L-Isoleucine	L-Valine
CAS Registry Numbers	71000-80-1	73-32-5, 1160211-67-5	72-18-4, 7004-03-7
Molecule			
IUPAC name	(2S)-2-amino-4-methylpentanoic acid	(2S)-2-amino-3-methylbutanoic acid	(2S,3S)-2-amino-3-methylpentanoic acid
Molecular formula	C ₆ H ₁₂ NO ₂	C ₆ H ₁₁ NO ₂	C ₆ H ₁₁ NO ₂
Molecular weight	130.168 g/mol	117.148 g/mol	131.175 g/mol
Solubility in water	0.041 mg l ⁻¹	10 mg l ⁻¹	9.5x10 ³ mg l ⁻¹

Complete catabolism of BCAAs requires a series of enzymatic reactions, most of which occur in the mitochondria, giving acetyl-CoA as the product. After protein intake, BCAAs pass into the systemic circulation and more than 60% are metabolized in skeletal muscle. The first step in their peripheral metabolism is deamination by the enzyme branched-chain aminotransferase (BCAT), producing branched-chain ketoacids that can be incorporated into proteins or act as energy substrates in skeletal muscle and in the brain.

The estimated mean requirements (RAS) for leucine, isoleucine and valine are 34, 15 and 19 mg/kg/day, respectively. In the United States, the average daily intake of BCAAs is about three times higher for men and twice as high for women compared to recommended values. No studies have been reported on adverse events associated with normal diets or with supplemental doses up to 9.75 g, so a Tolerable Upper Intake Level (UL) has not been established due to a lack of dose-response data. Studies on acute or chronic oral administration of BCAAs have shown no adverse effects, even with doses up to 60 grams (Yudkoff, 2005).

There are currently few reports on the brain metabolism of BCAAs. Experiments have been conducted on primary cultures of astrocytes exposed to pathophysiological concentrations of BCAAs, where enzymes such as BCAA

transaminase and branched-chain ketoacid dehydrogenase are activated in brain mitochondria. Several studies have shown that BCAAs, individually or in mixture, can promote

signaling associated with increased mitochondrial biogenesis, including upregulation of PGC-1 α and numerous downstream targets related to mitochondrial function. However, the paucity of data in humans and the difficulty of controlling for variables in feeding studies limit the physiological relevance of these findings (Sperringer et al 2017).

REAGENTS AND MEDIAS

All procedures and protocols of this research as far as possible were carried out under the approach and guidelines of non-animal models and methods used in the field of biomedical research. the replacement, reduction and refinement of animal testing (the "Three Rs") of Directive 2010/63/EU on the protection of animals used for scientific purposes (Organization WT, 2020; Perice du Sert et al 2020). The following chemicals were all from Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA): MTT (3-(4,5-dimethyl-2-thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide, Cat. No. M2128); methylthiazolyldiphenyl-tetrazolium bromide (CAS No. 298-93-1, Cat. No. M2128); bovine serum albumin (BSA, Cat. No. A9418). Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM, Thermo Fisher, Cat. No. 11965092); Leibovitz-15 (L-15) medium (Thermo Fisher, Cat. No. 11415064); antibiotic/antimycotic solution (100 \times , Thermo Fisher, Cat. No. 15240096); 2.5% trypsin (Thermo Fisher, Cat. No. 15090046); 1 \times trypsin-EDTA solution (Thermo Fisher, Cat. No. R001100); penicillin-streptomycin (100 \times , 5000 U/ml, Thermo Fisher, Cat. No. 15070063); and fetal bovine serum (FBS, Thermo Fisher, Cat. No. 10082147) were all obtained from Gibco BRL (Grand Island, NY, USA).

Compounds and material

The BCAAS (L-valine; L-leucine; and L-isoleucine), pharmaceutical grade and purity not less than 98.5% purchased from Wuxi Jinghai Amino Acid Co., Ltd (brand: Aminowill) Co., LTD; Donggang, Wuxi, Jiangsu; China. The initial solutions were sterilized by filtration using 0.22 μ m filters (Millipore®, USA), except for those prepared in dimethyl sulfoxide (DMSO), which were sterilized after being diluted in culture medium. The preparation of the dilutions for use was carried out fresh from the initial solutions in culture medium without phenol red with 10% fetal bovine serum, without the concentration of the solvent exceeding 0.5% in any case. The Stock solutions of each amino acid individually and together were prepared at the

time of application up to a maximum concentration of 10000 mg/mL prior to experimental use.

2.2. Cell Line and maintenance

To carry out the present study, a cell line established, developed, characterized and immortalized in our laboratory from the marine fish *Centropomus viridis* was used (Avalos-Soriano et al, 2021). One vial with 1x10⁶ cell transfer 2. has certain characteristics that make it a biological model for the performance of the morphological studies carried out in this study, such as its wide and flat cytoplasm and the high density of cytoplasmic organelles. It is a cell line from the primary brain culture of *C. viridis* March 2022. They have been widely used in studies to evaluate the antioxidant capacity of agro-industrial residues and their brain origin also makes them a good, recommended model for neurotoxicological studies.

Equipment

- Laminar flow hood biosafety level 2
- CO₂-free Incubator, 26-30°C
- Inverted binocular microscope 4X, 10X and 20X objectives
- Thermostatic bath at 37°C
- Leibovitz (L-15) Culture Medium,
- Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM), with and without phenol red
- Anti-Anti (10000 U/mL - 10000 μ g/mL)
- Fetal bovine serum (FBS).
- Saline phosphate buffer (PBS), pH = 7.2-7.4
- Trypsin 2.5% (p/v)
- Trypsin-EDTA (ethylenediamineacetic acid, 200 mg/L)

2. PROCEDURE

Cultures were started from a vial containing 1x10⁶ cells cryopreserved in liquid nitrogen. The cells were frozen in DMSO in fetal bovine serum with 10% (v/v) DMSO. After rapid thawing in a bath at 37 °C, the cells were seeded in 75 cm² plates with L-15 culture medium with 4.5 g/L glucose, 1% (v/v) anti-anti and 10% (v/v) fetal bovine serum, kept in an incubator at 27 °C and humidified atmosphere without CO₂. For routine cell maintenance, subcultures were performed once or twice a week, depending on the cell type, performing dilutions 1:3 - 1:5 of the starting culture. The cells were trypsinized from the culture surface using trypsin/trypsin-EDTA 0.25% (v/v) and resuspended in fresh culture medium for reseeding. In all cases, the cells used in the experiments were between the third and tenth pass after thawing. To carry out the different treatments with the compounds, exact seedings were carried out on different culture surfaces, depending on the experimental approach and the cell type used, the volumes of cell suspension necessary were determined by direct counting and by the

trypan blue exclusion method of the number of viable cells per milliliter in a Neubauer chamber.

To carry out the present work, the established Cerebral cell line of *Centropomus viridis* was obtained, and characterized previously by the laboratory molecular biology of CIAD-Mazatlán (34). The experiments were done with transfer subcultures no less than a tenth. Cultures were maintained at 27°C in a humidified without CO₂ atmosphere with medium changes every two days.

EXPERIMENTAL DESIGN

The experimental design, the biological model and the parameters to be evaluated are three factors involved in the quality and specificity of the data obtained in studies using *in vitro models* (Donato et al, 1995). In the present work, a methodological approach has been proposed in which the conditions of exposure to the compound under study have been evaluated, using a battery of tests aimed at assessing the main targets of toxicity **Figure 1**.

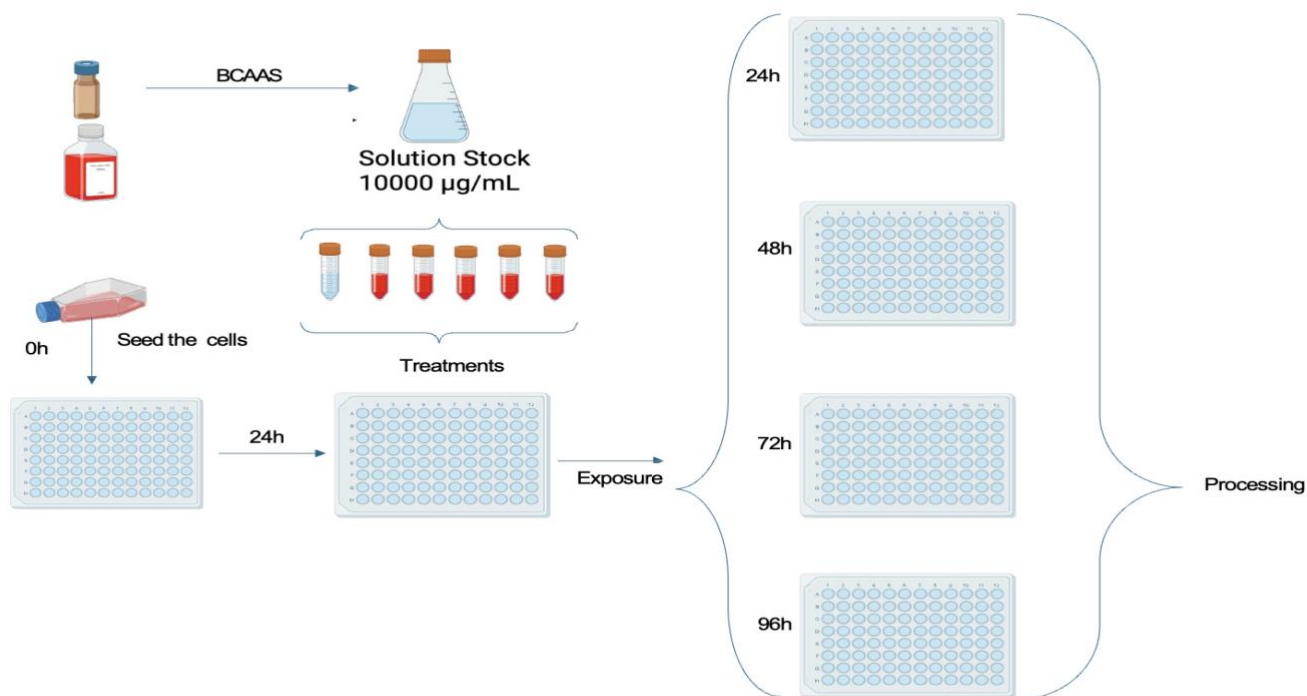


Figure 1. Experimental design of safety and toxicity studies. In methodological approaches, cells remain exposed to BCAAS treatments for the established time. After treatment, the cells are processed according to the experimental trial.

CRITICAL EXPOSURE

Cerebral cells were seeded at a density of 1×10^4 cells per well in 96-well plates (Corning Glass Works, Corning, NY, USA). For culture, Leibovitz L-15 medium supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) was used, constituting the basal medium (BM). Once the cultures reached the period of exponential growth, the cells were subjected to various concentrations of branched-chain amino acid treatments. The dilutions used were prepared just before use, starting from a stock solution of 10,000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in culture medium supplemented with 1% anti-anti and 10% SFB. During the trial, the cells remained in contact with the compounds under these experimental conditions for a period of 24 hours. At the end of the exposure period, the viability of the cells was evaluated by spectrophotometry, allowing the effect of the treatments applied to be determined (**Fig. 1**).

EXTENDED EXPOSURE

To conduct the studies by prolonged exposure (**Fig. 1**), brain cells were seeded at a confluence of 80% (1×10^4 cells/well) in a plate of 96 wells (Corning Glass Works, Corning, NY, USA) in Leibovitz L-15 medium supplemented with 10% FBS (basal medium, BM). Two days later, when the cells were within the period of exponential growth, they were exposed to the concentrations of the branched-chain amino acid treatments. Dilutions were prepared prior to application from a base solution of 10,000 mg/mL in culture medium supplemented with 1% anti-anti- and 10% SFB; After 72 hours, the contents of the wells were replaced by new culture with the corresponding concentration of branched-chain amino acids in each case. Under these conditions, the cells remained in culture for an additional 48 hours, reaching a total of 96 hours in contact with BCAAS treatments. After this exposure period, cell viability was evaluated by spectrophotometry.

Evaluation of Safety BCAAS on C.viridis Brain Cells

Evaluation of the safety of BCAAs on cerebral cells. To determine in vitro safety, the effect of BCAAs on cell viability and proliferation was evaluated.

Cytotoxicity assay by MTT

Thiazolyl blue tetrazolium bromide (MTT) was dissolved in PBS to a final concentration of 5 mg/mL and sterilized by filtration through a 0.22 μm . The MTT assay was carried out by modification of the original Mosmann (1983) (Mosmann, 1983). and protocol p29.1. MTT-Based Cytotoxicity Assay Freshney (Culture of animal cells, 2010). Brain cells (3×10^4) were seeded in a flat-bottom 96-well plate, using 10 columns in the middle of the plate (80 wells per plate), starting at column 2 and ending at column 11, 200 μL of growth medium were added to the 8 wells in column 1 (to blank the plate reader); column 12 helped keep column 11 moist and minimized edge effect. The plate was incubated in a humid environment at 27°C, so that the cells were in the exponential growth phase when BCAAS treatments were added. A 10000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ stock solution in L-15 medium was freshly prepared and subsequent dilutions in L-15 medium to obtain the final concentrations. BCAAS treatments were added only to wells in columns 3-10 to a final concentration of 5.0 50, 100, 250, 500, 1000 2500, 5000 and 10000 $\mu\text{g} / \text{mL}$. Base medium without BCAAS was added to the wells at columns 2 and 11, these cells were used as controls. After applying the treatments, the plates returned to incubation for a period of 72 h at 27°C. To estimate the number of surviving cells, the plate was fed with 200 μL of L-15 medium without phenol red and 50 μL of MTT was added to all wells of columns 1-11. The plate was protected from light with aluminum foil and finally incubated for 4 h.

After removing the medium and MTT from the wells, the MTT-formazan crystals were dissolved by adding 200 μL of DMSO to all the wells of columns 1 to 11, subsequently, 25 μL of glycine buffer (0.1M glycine, 0.1M NaCl, pH 10.5) were added to all wells containing DMSO. Finally, the absorbance was determined at 570 nm in a Microplate Spectrophotometer Epoch™ 2 Biotek Inc. The growth of treated cells was compared with that of untreated cells. Each of the six concentrations was examined in six replicate wells and two controls ($n=48$), and the number of viable cells per well was determined (Mosmann, 1983; Denizot & Lang, 1983).

STATICAL ANALYSIS

The data from the studies were collected and graphed using the® Microsoft Excel® 2007 (version 12.0) software (Microsoft Corporation, USA) EC50 values from baseline cytotoxicity studies were calculated using GraphPad Prism 10.0.0 for macOS, Boston, Massachusetts USA, www.graphpad.com. To carry out a statistical analysis that would allow detecting significant differences between the treated samples and the control samples, at least three independent experiments were carried out, varying the final total number depending on the parameter evaluated and the type of methodology used for their study. For each parameter studied, the normality and homoscedasticity tests were performed by Shapiro-Wilk and Levene, respectively. Based on the information obtained in these tests, the data were analyzed as follows: If the samples could be considered homogeneous and normal, the normalized data were analyzed using an ANOVA, followed by a post hoc Bonferroni or Games Howell test, in each case the most appropriate. The differences were considered significant at a p-value ≤ 0.05 . If the samples were not homogeneous or did not present a normal distribution, the Kruskal-Wallis's test was used, analyzing the differences between the pairs using the Mann-Whitney U test. In this case, the probabilities were adjusted by the Bonferroni correction. The differences were considered significant at a p-value ≤ 0.05 .

RESULTS

To determine the safe of BCAAS, we used a fish brain cell line, which we exposed to the different for specific periods of time, then using the MTT technique, cell viability was determined.

Effect of BCAAs on Cerebral cell line of Centropomus viridis

We evaluated the possible toxic effect of BCAAS, in the brain cell line of *C. viridis*, which we exposed to treatments at different concentrations during specific periods, then using the MTT technique, cell viability was determined. A very important characteristic to consider mentions that Branched-Chain Amino Acids (L-Leucine, L-Valine, and L-Isoleucine) belong to the food grade (API). Obtained by bacterial fermentation and intended to supplement infant milk formulas. They must contain not less than 98.0 and not more than 102.0% of alpha amino acids. were provided by Wuxi Jinghai Amino Acid Co., Ltd. (brand: Aminowill) the effect on the viability of brain cells, as we can see in **Figure 2** BCAAS at the different concentrations evaluated did not present a toxic effect on the viability of brain cells exposed during a period of 48, 72 and 96 hours with the respective treatment, indicating that they do not have a cytotoxic effect on this cell line (**Fig. 2-5**).

Effect of BCAAS on brain cells proliferation

As we can see in **Figure 5-7** the BCAAS did not present a toxic effect on this type of cells in any of its concentrations, on the contrary, a small tendency to increase the percentage of viable cells can be seen, but this effect was not statistically significant. indicating that none of the BCAAs affected the viability of brain cells in their different concentrations evaluated.

To confidently assess the effects of BCAAS on the molecular mechanisms responsible for regulating the mTOR pathway, we first determined concentrations that minimally affect the viability of *C. viridis* brain cells. Treatments of BCAAS 10000, 5000 mg/mL. and 1000 mg/mL. did not reduce cell viability compared to untreated cells. Lower concentrations of BCAAS did not appreciably affect cell viability (**Fig. 3-5**). according to values inferred from dose-response curves elaborated from experimental data. Therefore, the effects of BCAAS on the molecular pathways regulating mTOR activity were evaluated at concentrations ranging from 500 to 1000mg/mL.

In the evaluation of safety in the *in vitro* model, it was decided to study the three BCAAs together and individually to determine if their safety is modified. Treatments were administered at different concentrations, with no cytotoxic effects observed even in treatments of high concentrations.

The results obtained at 48 and 72 hours of exposure to the different concentrations of BCA treatment showed a percentage of viability like the control group in all treatments (**Fig. 3-4**). At present there are no reports of biosafety of the BCAAs, in similar cell lines, however, we observe that at concentrations of 2500, 5000 and 10000 mg/mL, considered high concentrations, did not alter the cell viability, indicating that they are not toxic. This indicates that branched-chain amino acids can be considered safe at concentrations as high as 10000 mg/mL for *Centropomus viridis* brain cells grown *in vitro*.

Proliferation is another of the tests carried out in the bioevaluation of *in vitro* safety, because many organic synthesis reactions generate impurities, intermediates, solvents, related substances; these can be carcinogenic and promote cell proliferation (Miller & Strömmland, 1999). When determining the effect of BCAAs on cell proliferation of the cell line of *Centropomus viridis*, proliferation kinetics like that of the control group was observed. This indicates that BCAAs do not have a carcinogenic effect on this cell line (**Fig. 6-9**). The results of the bioevaluation in the *in vitro* system that we used suggest so far that the branched chain amino acids at concentrations evaluated for the exposure period of 48 and 72 hours did not modify the safety of the molecules, having zero cytotoxic and carcinogenic activity.

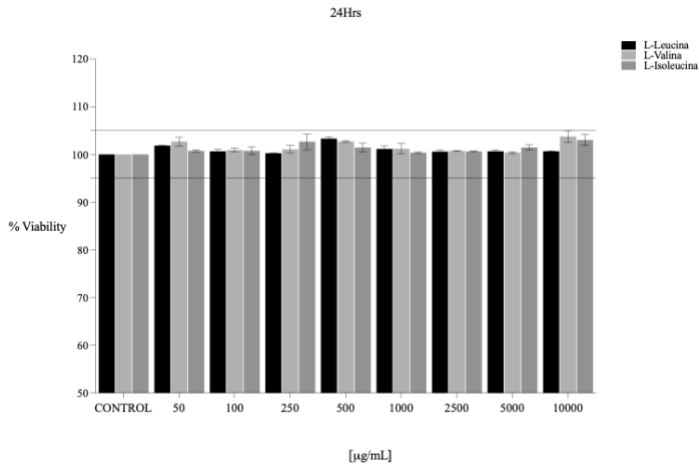


Figure 2. Effect of branched-chain amino acids on the viability of brain cells after being incubated with treatments for 24 hours. Each bar represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$

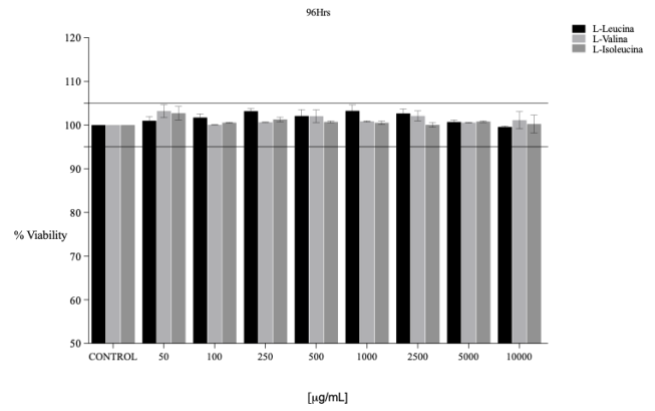


Figure 5. Effect of branched-chain amino acids on the viability of brain cells after being incubated with treatments for 96 hours. Each bar represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

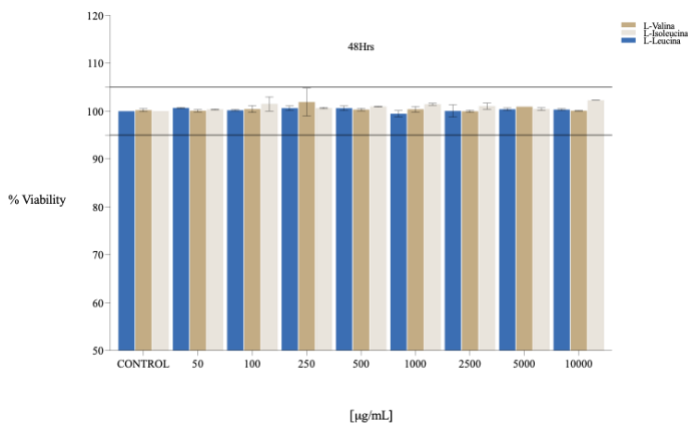


Figure 3. Effect of branched-chain amino acids on the viability of brain cells after being incubated with treatments for 48 hours. Each bar represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

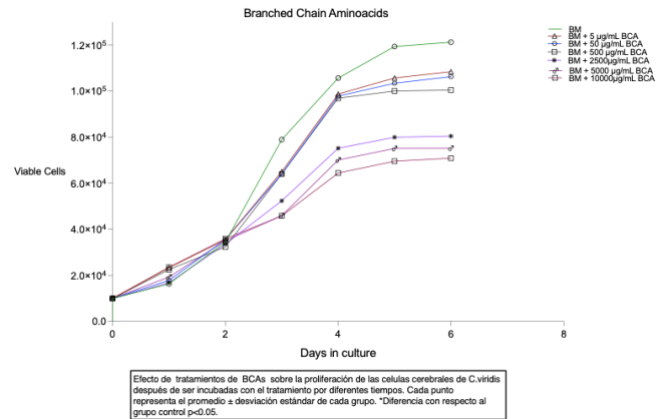


Figure 6. Effect of BCAAs on the proliferation of brain cells of *Centropomus viridis* after being incubated with the treatment for different times. Each point represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

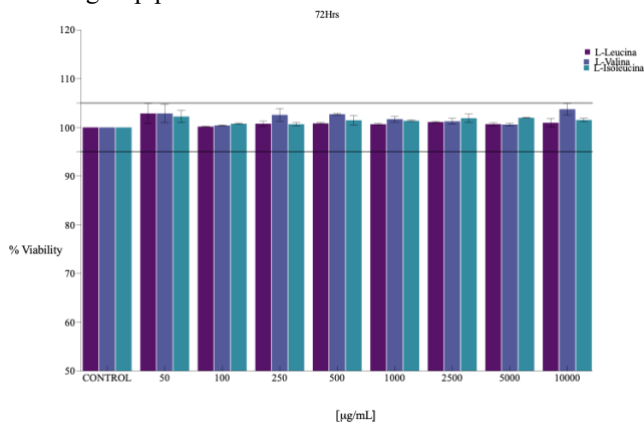


Figure 4. Effect of branched-chain amino acids on the viability of brain cells after being incubated with the treatments for 72 hours. Each bar represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$

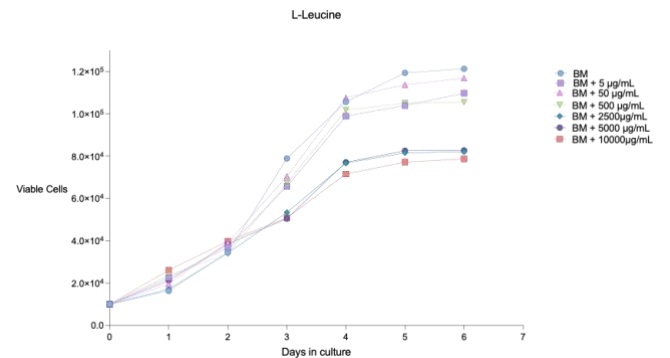


Figure 7. Effect of L-Leucine on the proliferation of brain cells of *Centropomus viridis* after being incubated with the treatment for different times. Each point represents the average ± standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

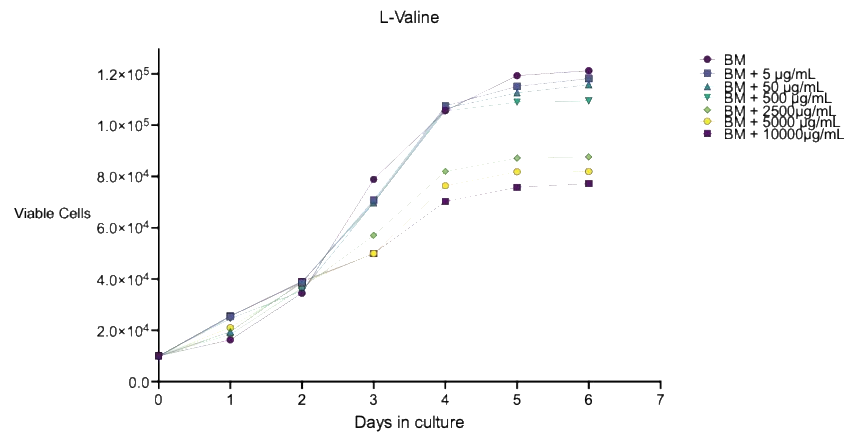


Figure 8. Effect of L-Valine on the proliferation of brain cells of *Centropomus viridis* after being incubated with the treatment for different times. Each point represents the average \pm standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

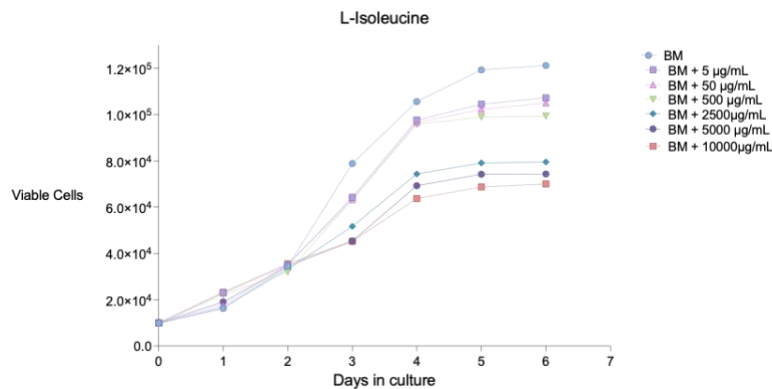


Figure 9. Effect of L-Isoleucine on the proliferation of brain cells of *Centropomus viridis* after being incubated with the treatment for different times. Each point represents the average \pm standard deviation of each group. *Difference with respect to the control group $p < 0.05$.

DISCUSSION

Amino acids that have long been considered simply precursors to protein synthesis are now recognized as exerting other significant influences, i.e. as precursors of essential molecules, acting as mediators or signaling molecules affecting several other functions. There is growing evidence supporting the key role of amino acids as signaling molecules in regulating protein synthesis and that dietary protein intake is essential for normal growth and development, as well as for effective therapeutic approaches for some pathophysiological circumstances (Pena-Leon et al, 2020). There is also growing evidence that high dietary protein intake contributes to obesity, insulin resistance, and type 2 diabetes (Heberle et al, 2021). Therefore, the mechanisms by which ingested excess amino acids leads to high accumulation of muscle proteins and/or the

development of metabolic disorders have important implications for optimizing the growth and development of farm animals. In the present study, the first data on mTORC1, one of the main molecular pathways, is considered as a central axis of metabolism control. On the other hand, it is worth mentioning that all the tests were done under the 3R scheme in an *in vitro* system of brain cells of *C. viridis* a species of carnivorous fish, and known to require a high supply of amino acids in the diet. These findings suggest that the mechanisms involved in the regulation of mTORC1 activity are well conserved throughout the evolution between Vertebrates, at least in the group of humans and fish, although it is worth investigating other key initiation factors that control protein synthesis.

In the present research work we proposed to study in an *in vitro* model of cell culture the modulating kinases of the upstream mTOR pathway; SestrinA as a leucine sensor, MPK

as an inhibitor of the mTORC1 pathway. When evaluating the safety of BCAAS on the cell line, we verified by the MTT assay that BCAAS administered to the brain cells of the snook are harmless and safe for this cell line no effect on proliferation and viability respectively results showed that BCAAS do not affect the proliferation or viability of treated brain cells even at high concentrations of BCAAS. these results suggest that the mechanisms involved in the regulation of mRNA translation and the mechanisms involved in the regulation of the TOR pathway are well conserved among lower and higher vertebrates. Our data based on sea bass brain cell culture show that amino acids regulate TOR signaling at least in vitro and may therefore play a key role in the effect of metabolic regulation in this species as in mammals.

Amino acids for a long time were considered only precursors of protein synthesis, now recognized to fulfill other functions significant, that is, as precursors of essential molecules, acting as mediators or signaling molecules that affect several other functions. There is increasing scientific evidence supporting the key role of amino acids as signaling molecules in the regulation of protein synthesis and that adequate dietary protein intake is essential for growth and development (Hutson et al, 2005). The present study provides the first data in a carnivorous species, known to require a high supply of amino acids in the diet, that feeding improves phosphorylation and/or activity of PKB, TOR, S6K1 and 4E-BP1 in muscle. These findings suggest that the mechanisms involved in regulating mRNA translation are well conserved among lower and higher vertebrates, although they are worthwhile.

CONCLUSIÓN

Studies conducted to evaluate the safety of compounds with therapeutic potential; They are an important part of the development of a new drug, since their objective is to evaluate the risk or potential danger that a chemical or biological agent may exert. Toxicity assessment could be defined as the scientific study of the behaviour, metabolism and mechanism of action of substances or elements causing organic or functional disturbances.

One of the tests that should be evaluated is cytotoxicity, which can be measured by various methods, including the MTT method (Mosmann, 1983). The effect on viability in the brain cell line of *C. viridis* was determined.

In the evaluation of safety in the in vitro model, it was decided to study the three BCAAs together and individually to determine if their safety is modified. Treatments were administered at different concentrations, with no cytotoxic effects observed even in treatments of high concentrations. The results obtained at 48 and 72 hours of exposure to the different concentrations of BCA treatment showed a percentage of viability like the control group in all treatments (Fig. 2 to 5). At present there are no reports of biosafety of

the BCAAs, in similar cell lines, however, we observe that at concentrations of 2500, 5000 and 10000 mg / mL, considered high concentrations, did not alter the cell viability, indicating that they are not toxic. This indicates that branched-chain amino acids can be considered safe at concentrations as high as 10000mg/mL for *Centropomus viridis* brain cells grown in vitro.

Proliferation is another of the tests carried out in the bioevaluation of in vitro safety, because many organic synthesis reactions generate impurities, intermediates, solvents, related substances; these can be carcinogenic and promote cell proliferation. (Miller & Strömmland, 1999; Ehrich & Sharova, 2000). When determining the effect of BCAAs on cell proliferation of the cell line of *Centropomus viridis*, proliferation kinetics like that of the control group was observed. This indicates that BCAAs do not have a carcinogenic effect on this cell line (Fig. 6-9). The results of the bioevaluation in the in vitro system that we used suggest so far that the branched chain amino acids at concentrations evaluated for the exposure time of 48 and 72 hours did not modify the safety of the molecules, having zero cytotoxic and carcinogenic activity. On the other hand. As in previous studies, our results show a similar behavior in that they do not cause cell damage even at high concentrations. This is evidenced by correlating it with the results of the MTT assay, considered the gold standard cytotoxicity assay. In colorimetric titrations, the number of viable cells is analyzed by excision of tetrazolium salts added to the culture medium. the entire assay, from microculture to analysis of the data on an ELISA reader, is performed on the same microplate. it is a tetrazolium salt which is hydrolyzed to formazan by enzymes of the endoplasmic reticulum. This reduction occurs only in viable cells, and is related to the production of NAD(P)H through glycolysis. Consequently, the amount of formazan dye formed shows a direct correlation with the number of metabolically active cells in the culture. Because BCAAs are especially L-leucine, amino acids that increase mitochondrial biogenesis, this was evident in the results of the trial. BCAAS treatments appear to increase mitochondrial biogenesis in *C. viridis* brain cells. which adapted to the conditions subjected and even adopted a morphology different from the initial one. This can be seen in Fig. 10 It's clear that BCAAs play an essential role in nitrogen metabolism throughout the body. First, they provide an important transport system to move nitrogen throughout the body for the synthesis of expendable amino acids. Second, they provide hormone-like signals to tissues, for example, skeletal muscle, indicating overall nutrient sufficiency. The behavior of *C. viridis* brain cells when supplemented with treatments of different concentrations of BCAAS, contrary to what was expected, did not present cellular damage and instead favored proliferation and increased mitochondrial metabolism. Future experiments in in vitro brain cell systems obtained from the snook brain will provide relevant information that will increase the understanding of the role played by BCAAs in the brain and its metabolism.

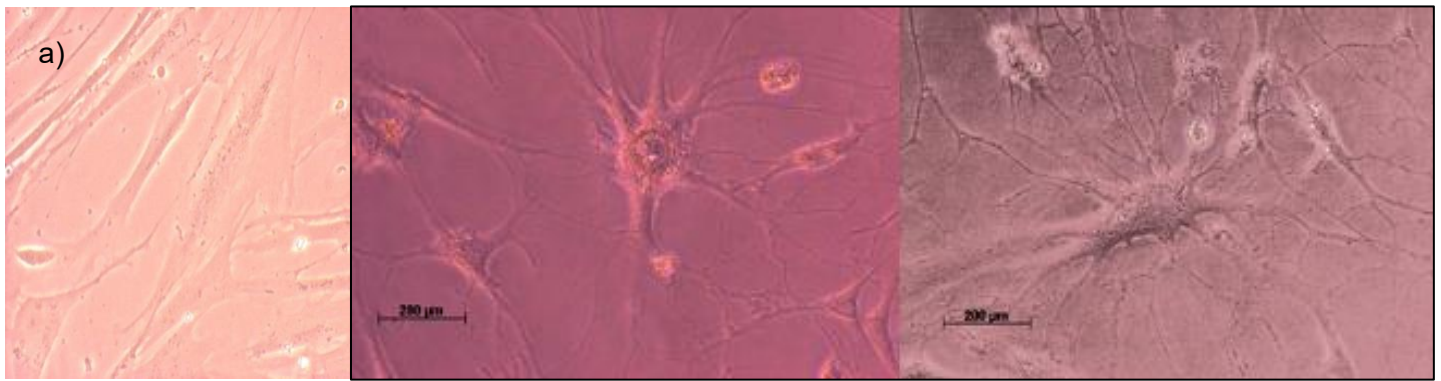


Figure 10: Effect of branched-chain amino acid treatments on the brain morphology of *Centropomus viridis*. Photograph of cells treated with 10000µg/mL of BCAAs, for a period of a) 0 hours; (b) 48 hours; c) 72 hours.

DECLARATIONS OF CONFLICTING INTERES

The author(s) declared that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to CONAHCYT for the scholarship (1065845) for María José Soto; Dra. Alejandra García Gasca, MenC Gabriela Aguilar and from the Molecular biology, Ecotoxicology Laboratory for the facilities granted and access to the plate reader. This work was supported by CONACYT (project CF/2019/1715616).

CONTRIBUTION OF AN AUTHOR

AAS, MSN conducted the experiments and contributed to the analysis of the data, CH, JM contributed to study design and tutoring and technical support to students, CH, JM provided essential research materials for this study. AAS, MSN and NB wrote the article. All authors do not have competing interest information to disclose. Data supporting the findings of this study are available upon request.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

I confirm that the manuscript has been read and approved by all named authors and that there are no other persons who satisfied the criteria for authorship but are not listed. I further confirm that the order of authors listed in the manuscript has been approved by all authors.

I confirm that we have given due consideration to the protection of intellectual property associated with this work and that there are no impediments to publication, including the timing of publication, with respect to intellectual property.

In so doing I confirm that we have followed the regulations of our institutions concerning intellectual property.

I further confirm that any aspect of the work covered in this manuscript that has involved experimental animals has been conducted with the ethical approval of all relevant bodies and that such approvals are acknowledged within the manuscript. I understand that the Corresponding Author is the sole contact for the Editorial process (including Editorial Manager

and direct communications with the office). He is responsible for communicating with the other authors about progress, submissions of revisions and final approval of proofs. I confirm that I have provided a current, correct email addresses from all authors, which are accessible by the Corresponding Author and which has been configured to accept email from aavaloss@secihti.mx.

Anaguiven Avalos Soriano
Corresponding Author

REFERENCES

- Nelson J, Grande T, Wilson M. Fishes of the world 4th ed. JohnWiley and Sons, New York, USA. 2006:1–624.
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH. Fishes of the World: Wiley; 2016.
- Vaktskjold A. Major flaws in some risk assessments of dietary supplement intake. *Norsk tidsskrift for ernæring*. 2018;16(4):1–3.
- Volff JN. Genome evolution and biodiversity in teleost fish. *Heredity*. 2005;94(3):280–94.
- Volkoff H, Joy Eykelbosh A, Ector Peter R. Role of leptin in the control of feeding of goldfish *Carassius auratus*: interactions with cholecystokinin, neuropeptide Y and orexin A, and modulation by fasting. *Brain Research*. 2003;972(1):90–109.
- Volkoff H, Bjorklund JM, Peter RE. Stimulation of feeding behavior and food consumption in the goldfish, *Carassius auratus*, by orexin-A and orexin-B. *Brain Research*. 1999;846(2):204–9.
- Nelson J. Fishes of the World: John Wiley and Sons; 2006.
- Hoskins LJ, Volkoff H. The comparative endocrinology of feeding in fish: Insights and challenges. *General and Comparative Endocrinology*. 2012;176(3):327–35.
- Leknes IL. Mucin in epithelial cells in oesophagus and stomach of black tetra, *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae, Teleostei). *Zoomorphology*. 2015;134(2):269–77.

- Berthoud H-R, Morrison C. The Brain, Appetite, and Obesity. *Annual Review of Psychology*. 2008;59(1):55–92.
- Lieder B, Zaunschirm M, Holik A-K, Ley JP, Hans J, Krammer GE, et al. The Alkamide trans-Pellitorine Targets PPAR γ via TRPV1 and TRPA1 to Reduce Lipid Accumulation in Developing 3T3-L1 Adipocytes. *Frontiers in Pharmacology*. 2017;8(MAY):1–11.
- Hutson SM, Sweatt AJ, LaNoue KF. Branched-Chain Amino Acid Metabolism: Implications for Establishing Safe Intakes¹². *The Journal of Nutrition*. 2005;135(6):1557S–64S.
- Yudkoff M, Daikhin Y, Nissim I, Horyn O, Luhovyy B, Lazarow A, et al. Brain Amino Acid Requirements and Toxicity: The Example of Leucine¹². *The Journal of Nutrition*. 2005;135(6):1531S–8S.
- Garelick MG, Kennedy BK. TOR on the brain. *Exp Gerontol*. 2011;46(2-3):155–63.
- Sperringer JE, Addington A, Hutson SM. Branched-Chain Amino Acids and Brain Metabolism. *Neurochem Res*. 2017;42(6):1697–709.
- Murthy CR, Hertz L. Comparison between acute and chronic effects of ammonia on branched-chain amino acid oxidation and incorporation into protein in primary cultures of astrocytes and of neurons. *J Neurosci Res*. 1987;17(3):271–6.
- Organization WT. Trade Policy Review: European Union: World Trade Organization; 2020.
- Percie du Sert N, Ahluwalia A, Alam S, Avey MT, Baker M, Browne WJ, et al. Reporting animal research: Explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0. *PLOS Biology*. 2020;18(7):e3000411.
- Avalos-Soriano A, García-Gasca A, Yáñez-Rivera B. The Development and Evaluation of Brain and Heart Cell Lines from a Marine Fish for Use in Xenobiotic-Induced Cytotoxicity Testing. *Alternatives to Laboratory Animals*. 2021;49(4):147–56.
- Donato MT, Castell JV, Gómez-Lechón MJ. A specific microassay for evaluating hepatic LDH activity in co-cultures of hepatocytes with other cells. *Cytotechnology*. 1995;17(1):45–52.
- Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*. 1983;65(1):55–63.
- Cytotoxicity. *Culture of Animal Cells* 2010. p. 365–81.
- Denizot F, Lang R. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival. Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J Immunol Methods*. 1986;89(2):271–7.
- Miller MT, Strömmland K. Teratogen update: thalidomide: a review, with a focus on ocular findings and new potential uses. *Teratology*. 1999;60(5):306–21.
- Pena-Leon V, Perez-Lois R, Seoane LM. mTOR Pathway is Involved in Energy Homeostasis Regulation as a Part of the Gut–Brain Axis. *Int J Mol Sci*. 2020;21(16):5715.
- Heberle AM, Rehbein U, Rodríguez Peiris M, Thedieck K. Finding new edges: systems approaches to mTOR signaling. *Biochemical Society Transactions*. 2021;49(1):41–54.
- Ehrich M, Sharova L. In Vitro Methods for Detecting Cytotoxicity. *Current Protocols in Toxicology*. 2000;3(1):2.6.1–2.6.27.
- Miller M, Strömmland K. Teratogen update: thalidomide: a review, with a focus on ocular findings and new potential uses. *Teratology*. 1999;60 5:306–21.



Determinación de la potencia antimicrobiana por el método Turbidimétrico. Antimicrobial potency assessment using the turbidimetric method.

Marmolejo- Ruíz G.S.,¹ Alba-Romero J.J.,¹ Rico-Del Rio A.E.,² Lozano-Morán M.,² Martínez-Romero A.,¹ Téllez-López M.Á.,¹ Hernández-González S.I.*¹

¹ Facultad de Ciencias Químicas: Laboratorio B de Investigación del departamento de Bacteriología Médica Diagnóstica y Salud Pública. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. C.P. 35010, Gómez Palacio, Durango, México.

² Facultad de Ciencias Químicas: Dpto. Farmacia y Productos Naturales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Durango, México.

³ Comercializadora Pecuaria de México S.A. de C.V. Dpto. de Laboratorio de Control de Calidad. C. Indé No. 824 4ta Etapa, Parque Industrial, C.P. 35078, Gómez Palacio, Durango, México.

*Autor de correspondencia: Dra. Sandra Isabel González Hernández

Correo: sandra.hernandez@ujed.mx

RESUMEN

La industria farmacéutica es un sector esencial dentro de la ciencia de la vida, que facilita el desarrollo de nuevos medicamentos y tecnologías dirigida a la sanidad humana como animal. La calidad de los productos farmacéuticos debe ser garantizada mediante procesos sistemáticos de evaluación que aseguren tanto su eficacia como su inocuidad, en este contexto, la valoración de métodos microbiológicos se convierte en un componente esencial dentro del laboratorio de control de calidad. El objetivo de esta investigación fue determinar la potencia antimicrobiana de un producto farmacéutico inyectable con oxitetraciclina como principio activo mediante el método Turbidimétrico, así como diseñar y validar la metodología. La metodología utilizada tiene como referencia el método general de análisis 0100, valoración microbiológica de antibióticos de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. En este estudio, la potencia antimicrobiana obtenida para el producto farmacéutico inyectable veterinario con Oxitetraciclina fue de 109.91%, el cual es aceptable. Este resultado confirma que el fármaco inhibe el crecimiento del microorganismo de prueba, *Staphylococcus aureus* (ATCC 29373). Mediante la implementación de este método validado, se garantiza la fiabilidad de los resultados.

Palabras clave: Industria farmacéutica, Turbidimétrico, Oxitetraciclina, Potencia antimicrobiana.

ABSTRACT

The pharmaceutical industry is an essential sector within life science, facilitating the development of new drugs and technologies aimed at human and animal health. The quality of pharmaceutical products must be guaranteed through systematic evaluation processes that ensure both their efficacy and safety; in this context, the assessment of microbiological methods becomes an essential component within the quality control laboratory. The objective of this research was to determine the antimicrobial potency of an injectable pharmaceutical product with oxytetracycline as the active ingredient using the Turbidimetric method, as well as to design and validate the methodology. The methodology used refers to the general analysis method 0100, microbiological assay of antibiotics from the Mexican Pharmacopoeia. In this study, the antimicrobial potency obtained for the veterinary injectable pharmaceutical product with Oxytetracycline was 109.91%, which is acceptable. This result confirms that the drug inhibits the growth of the test microorganism, *Staphylococcus aureus* (ATCC 29373). By implementing this validated method, the reliability of the results is guaranteed.

Keywords: Pharmaceutical industry, Turbidimetric, Oxytetracycline, Antimicrobial potency.

INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica, tanto en el ámbito humano y veterinario, representa un pilar fundamental en la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas. En el caso particular de la industria farmacéutica veterinaria uno de los retos principales será en torno a la salud y bienestar de los animales beneficiando la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria, así como su relación con el medio ambiente (Mas, 2024). La industria farmacéutica veterinaria ocupa un lugar crucial en la protección de salud animal, el control de enfermedades zoonóticas y la seguridad alimentaria. En México, esta industria surgió a finales de los años veinte, con el propósito de fabricar los biológicos que demandaba la entonces dirección de Zootecnia, que en 1929 se elevó a rango de Instituto de Medicina Veterinaria “INFARVET” (SENASICA, 2018). Actualmente, México cuenta con una industria farmacéutica dinámica que en los últimos años ha triplicado la inversión en investigación y desarrollo. En el país existen 1,300 productos biológicos veterinarios que cuentan con registro, de los cuales 42%, son para la industria avícola, 23%, para bovinos, ovinos y caprinos, 19%, para cerdos y 16%, para mascotas, (SENASICA, 2018). Este escenario nos permite contextualizar los desafíos y oportunidades de la industria farmacéutica, así como su impacto en la salud pública, la salud animal y el desarrollo científico-tecnológico del país. La validación del método no solo tiene como objetivo demostrar la idoneidad del procedimiento, es necesario validar previamente cualquier método químico y microbiológico de acuerdo con las últimas directrices oficiales y las farmacopeas más recientes; sin validación, no se puede confirmar la fiabilidad de los datos ni replicar los resultados por otros científicos (Indrayanto, 2022). En este estudio se determinó la potencia antimicrobiana la cual se puede definir como la capacidad de acción antibacteriana por unidad de peso (Laurence, et al., 2018). Para la determinación de potencia de los antibióticos contenida en un determinado producto, hay que tener en cuenta primero, la forma de presentación farmacéutica. Además, la potencia antibiótica puede valorarse mediante su efecto inhibitorio sobre los microorganismos, por lo que, en este trabajo se llevó a cabo la valoración del método Turbidimétrico (Panihuara, y Sulcahuaman, 2023). El método Turbidimétrico cuyo fundamento radica en la interacción de la luz con un cultivo bacteriano. Las suspensiones bacterianas, al igual que otras partículas pequeñas en agua, dispersan la luz, por lo tanto, dicha dispersión es proporcional a la masa del cultivo (Caycedo, et al., 2021). El grado de turbidez o dispersión de la luz es proporcional a la cantidad de partículas formadas por la presencia del analito en la muestra (FAO, 2016). Así mismo se realiza un análisis espectrofotométrico comparando

el grado de turbidez del caldo de cultivo, el cual es inversamente proporcional a la potencia antimicrobiana (USP, 2022). El método Turbidimétrico tiene la ventaja de reducir el tiempo de análisis a cuatro horas en comparación del método Cilindro en Placa (difusión en agar) método que también se utiliza para determinar la potencia antimicrobiana, lo que permite una mayor optimización del análisis, así como mayor facilidad y simplicidad en los procedimientos. Además, se elimina el uso de la matriz de agar, la cual podría influir en la difusión del fármaco y su interacción con el microorganismo (da Trindade, et al., 2021).

El objetivo de esta investigación fue determinar la potencia antimicrobiana del antibiótico a base de Oxitetraciclina el cual es un producto farmacéutico veterinario formulado en solución estéril inyectable. El producto corresponde a un antibiótico de uso en medicina veterinaria: la Oxitetraciclina pertenece al grupo de las Tetraciclinas. Existen tetraciclinas de primera, segunda y tercera generación, en la primera generación se encuentran la clortetraciclina, oxitetraciclina y la tetraciclina, en la segunda generación doxiciclina y minociclina y de tercera generación se encuentra la tigeciclina (Mahamallik, et al., 2015). Además, la Oxitetraciclina es un producto natural aislado a partir de cultivos de *Streptomyces rimosus*. Perteneciente a la familia de las tetraciclinas, es un antibiótico de amplio espectro, con actividad sobre bacterias Gram-positivo y Gram-negativo. Posee un carácter bacteriostático, basándose su mecanismo de acción en la interacción con la subunidad ribosomal 30S, inhiben la síntesis de proteínas de la bacteria al ligarse al ribosoma bacteriano 30S y evitan la llegada del aminoacil tRNA al sitio aceptor en el complejo mRNA ribosomal que impide la adición de aminoácidos al péptido en crecimiento (Jinich, et al., 2018). Y su efecto terapéutico en la medicina veterinaria habla que las tetraciclinas se absorben de forma incompleta desde el tracto gastrointestinal; el grado de absorción se ven disminuidos por la presencia de sales solubles de metales divalentes y trivalentes, con los que las tetraciclinas forman compuestos estables. Se unen en grado variable a las proteínas plasmáticas (25% la oxitetraciclina) y son ampliamente distribuidas por todo el organismo, registrándose las concentraciones más elevadas en riñón, hígado, bazo, pulmón y en las zonas activas de osificación. Concentraciones menores en la saliva, humores oculares y leche; también atraviesa la barrera placentaria. La Oxitetraciclina se adhiere a proteínas plasmáticas en un 30%. La concentración en plasma es de entre 50 - 60% y tiende a ser mayor en leche. Es excretada por vía renal principalmente (50-80%) y biliar en segunda instancia. También se elimina a través de la leche. En ésta alcanza su pico de concentración alrededor de las 6 h después de la aplicación parenteral con efecto residual hasta las 48 h. Se puede presentar resistencia a la Oxitetraciclina por plásmidos (Rovegno, 2024).

El método permitirá establecer la potencia antimicrobiana del antibiótico, además, se aplicó la validación del método esto como prueba de calidad, con el fin de verificar el cumplimiento de estándares regulatorios y asegurar la seguridad microbiológica del producto final.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó la capacidad antimicrobiana de un producto farmacéutico con Oxitetraciclina como principio activo. La metodología utilizada para el método Turbidimétrico tiene como referencia el MGA 0100, Valoración Microbiológica de Antibióticos de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, FEUM 13.^a ed., 2021 y para evaluar y establecer los lineamientos y criterios para la evaluación del desempeño del método de prueba tiene como referencia el CCAYAC-P-062, Guía para la Evaluación del Desempeño de Métodos de Prueba Microbiológicos para análisis de alimentos, (2012), el cual forma parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). La investigación se llevó a cabo en colaboración con la industria privada en el Laboratorio de Control de Calidad en el área de Microbiología de la Comercializadora Pecuaria de México S.A de C.V. y el Laboratorio B de Investigación del departamento de Bacteriología Médica Diagnóstica y Salud Pública de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas unidad Gómez Palacio, Durango.

Se trabajo bajo protocolos de bioseguridad establecidos dentro del Laboratorio de Control de Calidad de la Comercializadora Pecuaria de México S.A de C.V. para la manipulación de microorganismos y productos farmacéuticos.

Preparación de las diluciones de la Solución de Referencia (SRef) a partir del patrón de referencia de Oxitetraciclina base

Se preparó la solución madre de SRef utilizando el disolvente inicial para Oxitetraciclina con un estándar de 871.52 µg/mg. Para ello, se empleó la solución ácido clorhídrico 0.1N con el fin de obtener la concentración final de la solución madre (1 mg de Oxitetraciclina), la cual tiene una duración de 30 días en refrigeración. A partir de la solución madre se prepara la solución de prueba de las sustancias de referencia con una concentración final de 0.24 µg/mL, se prepararon cinco

concentraciones, dos de estas concentraciones estarán por debajo (a: 0.150 µg/100 mL; b: 0.190 µg/100 mL) y las otras dos por encima (d: 0.3 µg/100 mL; e: 0.375 µg/100 mL) de la concentración central (c) 0.24 µg/mL de concentración de la solución de prueba, con la que competirán.

Preparación de la suspensión del microorganismo de ensayo

Material biológico: se utilizó la cepa de *Staphylococcus aureus* la cual se obtuvo de las colecciones estandarizadas de la American Type Culture Collection (ATCC 29373) a partir de la cepa se realizó un cultivo de origen se sembró por agotamiento en placas con agar soya tripticaseína para su recuperación, incubándose por 24 h a 35 ± 2°C.

Preparación del inóculo: a partir del cultivo reciente se realizó una suspensión de la cepa en 3mL de solución salina al 0.9%. Esta suspensión se dispersó sobre la superficie de una placa con medio de cultivo para antibióticos N°1 y se incubó por 24h a 35 ± 2°C. Al concluir la incubación, se recolectó el microorganismo en un frasco con rosca conteniendo 50 mL de solución salina 0.9%. Esta suspensión se considera la suspensión madre del microorganismo.

Preparación del medio de cultivo inoculado: se añadió 0.1mL del inóculo para 100mL del medio para antibióticos N°3 (peptona 5.0g, extracto de levadura 1.5g, extracto de carne 1.5g, dextrosa 1.0g, cloruro de sodio 3.5g, K₂HPO₄ 3.68g, KH₂PO₄ 1.32g y un pH después de esterilizar de 7.0 ± 0.05).

Valoración de la muestra y curva dosis-respuesta

Se inoculo un frasco con 100 mL de medio para antibióticos N°3, se distribuyó la suspensión en 10 tubos de ensayo de 18x150mm con tapón de rosca estériles utilizando una pipeta graduada de 10mL estéril. Se preparo un tubo con 10mL de la concentración “c” de la sustancia de referencia y se inoculo con 0.1mL. Se incubaron los tubos a una temperatura de 32 a 35°C y se registró el tiempo de incubación necesario para que el tubo “c” obtuviera una transmitancia de 50% al ser leído en el espectrofotómetro usando un blanco de solución de concentración “c” a una longitud de onda de 560nm.

Valoración del método

Los datos obtenidos de la prueba se analizaron estadísticamente determinando las siguientes especificaciones: cálculo de potencia antimicrobiana, repetibilidad, reproducibilidad, recuperación, sesgo.

RESULTADOS

Potencia antimicrobiana

En la Tabla 1, se presentan los datos obtenidos de la valoración de la muestra de Oxitetraciclina. Se realizaron los cálculos iniciales y la verificación de la aptitud de la variabilidad. Para cada concentración (incluida la muestra), se promediaron los tres valores de transmitancia obtenidos. El valor combinado se calculó tomando la raíz cuadrada del promedio de las cinco varianzas. Para evaluar el criterio de aptitud de la variabilidad, se debe determinar una desviación estándar combinada máxima aceptable. Si la desviación estándar excede este valor máximo predeterminado, los datos de valoración no se consideran adecuados y deben descartarse. El límite sugerido para la desviación estándar combinada es no mayor al 10% del valor promedio de transmitancia entre las cinco concentraciones. En caso de que el número de determinaciones repetidas por concentración sea menor a cinco, puede calcularse el coeficiente de variación para cada concentración (una vez verificados los valores atípicos) y compararse con un coeficiente de valoración máximo aceptable. Este procedimiento se encuentra descrito en el método MGA 0100, Valoración Microbiológica de Antibióticos de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 13.^a ed., pág. 284-288, (2021). Como resultado, se obtiene la curva dosis-respuesta.

A partir de estos datos, se construyó la curva tipo, graficando la transmitancia promedio en función del logaritmo de las concentraciones.

La regresión lineal no ponderada fue realizada mediante un software estadístico especializado, lo cual permitió obtener la ecuación de la línea que define la curva dosis-respuesta. Como recomendación de la FEUM, (2021), se puede utilizar el logaritmo natural o el logaritmo en base 10 para verificar la curva tipo y determinar la ecuación de regresión, ambos proporcionan el mismo resultado de prueba final. El coeficiente porcentual de determinación ($%R^2$) obtenido es aceptable únicamente si el valor excede el límite sugerido el cual es no menos de 90%. Por lo tanto, la regresión se considera válida para su uso en el análisis de la actividad antimicrobiana de la muestra.

En la tabla 2, se muestran los datos graficados para la línea de la curva dosis-respuesta.

A continuación, se muestra la línea de la curva dosis-respuesta, datos necesarios para la obtención de la potencia antimicrobiana del producto farmacéutico veterinario inyectable a base de Oxitetraciclina.

En la tabla 3, se muestra la determinación de la potencia antimicrobiana del producto farmacéutico inyectable veterinario a base de Oxitetraciclina.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos de la potencia antimicrobiana del producto farmacéutico inyectable veterinario con Oxitetraciclina en 10 repeticiones para la validación del método en días distintos (A y B), como se puede observar en la tabla 4.

En la tabla 5, se presentan los resultados y criterios de aceptación de la validación de acuerdo a los lineamientos establecidos para el desempeño del método.

Tabla 1. Valoración del método Turbidimétrico. Datos de la muestra Oxitetraciclina.

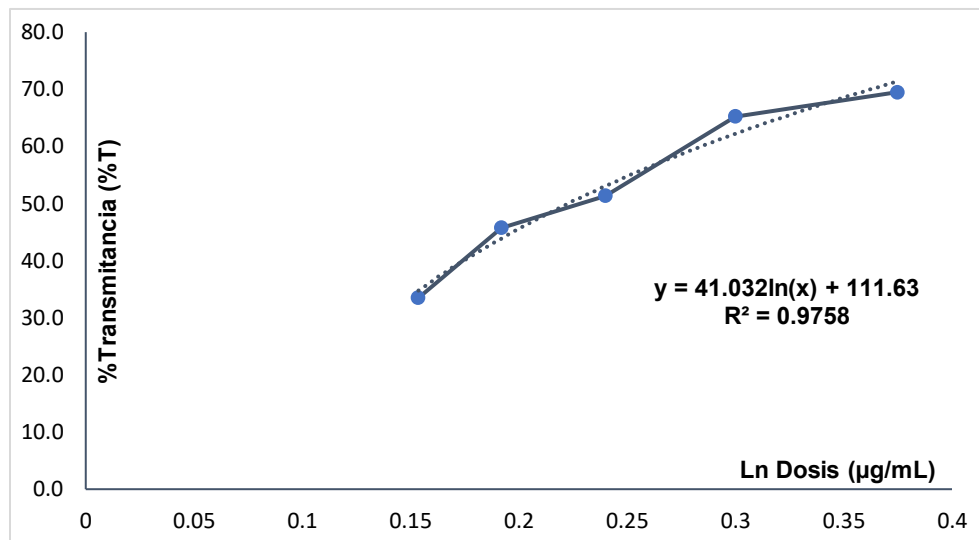
Solución de referencia	Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	Transmitancia			Promedio (% T)	σ
a	0.1536	33.843	32.816	33.758	33.472	0.570
b	0.192	44.927	47.597	44.805	45.776	1.578
c	0.24	50.866	51.249	51.894	51.336	0.520
d	0.3	66.321	64.921	64.537	65.260	0.939
e	0.375	67.055	70.489	70.989	69.511	2.142
m	Desconocida	52.459	51.149	51.133	51.580	0.761
					52.823	1.351

Donde σ es desviación estándar, c es la concentración central, a, b, d, e las concentraciones de SRef de Oxitetraciclina y m es la muestra.

Tabla 2. Datos logarítmicos para la curva dosis-respuesta

Ordenada al origen y pendiente de la Oxitetraciclina		Datos graficados de SRef de Oxitetraciclina	
		X	Y
f	111.630	a	33.472
g	41.0328	b	45.776
		c	51.336
		d	65.260
		e	69.511
			-1.8734
			-1.6503
			-1.4271
			-1.2040
			-0.9808

Donde la ordenada al origen es (f) y la pendiente es (g). La ordenada al origen y la pendiente se obtuvieron de los datos graficados: X (Transmitancia promedio de la concentración de las diluciones del SRef (a, b, c, d, e)) y Y (logaritmo de la concentración de las diluciones del SRef (a, b, c, d, e)).

**Figura 1.** Grafica de línea de la curva dosis-respuesta, valoración Turbidimétrico de la Oxitetraciclina

El límite sugerido según la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 13.^a ed., 2021, para el coeficiente porcentual de la muestra (R^2) es no menos del 90%.

Tabla 3. Determinación de la potencia antimicrobiana de la muestra

Concentración de la muestra	0.094492819
	1.0991
Para obtener el valor aproximado de la muestra se utilizó el inverso de la base del logaritmo natural, para poder determinar posterior el porcentaje de la muestra.	
Potencia antimicrobiana de la muestra	109.91

Tabla 5. Resultados y criterios de aceptación de la validación del producto farmacéutico inyectable veterinario con Oxitetraciclina

Microorganismo de referencia <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29373			
Parámetro de Validación	Criterio de Aceptación	Valor Obtenido	Aceptación o Rechazo
Repetibilidad	r < 3	Día A 1.00	Aceptación
		Día B 1.00	
Reproducibilidad	R < 3	1.00	Aceptación
Recuperación	Entre 90 y 100% log	Día A 102.105	Aceptación
		Día B 101.76	
Sesgo	Diferencia absoluta de lo inoculado y lo recuperado es < 0.3log	Día A 0.0421 log	Aceptación
		Día B 0.0353 log	

Donde: r es repetibilidad, R es reproducibilidad.

La recuperación al ser expresado en porcentaje, se toma la concentración central de la SRef como 100% y el sesgo indica la diferencia absoluta de lo recuperado y lo inoculado es < 0.3log.

DISCUSIÓN

Potencia antimicrobiana

En investigaciones de las industrias farmacéuticas dirigidas a la medicina veterinaria se han realizado diversos estudios para garantizar la actividad del producto y además de las metodologías empleadas. En el estudio de da Trindade, M. T. y cols., (2021), sobre el método Turbidimétrico como una opción de evaluación de la potencia de antibióticos, analizaron la potencia antimicrobiana de la ceftriaxona sódica en polvo inyectable, utilizaron el criterio de aceptación en un rango de 90 a 115 % de acuerdo a la United States Pharmacopeia 43th ed. (2020). La potencia antimicrobiana del antibiótico obtenida fue de 98.94%, inhibiendo el crecimiento del microorganismo *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538). En otro estudio realizado por Oliveira, A. S. y cols., (2023), también utilizaron el criterio de aceptación en un rango de 90 a 115% de acuerdo a la United States Pharmacopeia 43th ed. (2020), obteniendo una potencia antimicrobiana para el antibiótico Marbofloxacino en cuatro repeticiones de 98.97%, 96.60%,

95.37%, 96.98%, este antimicrobiano es de uso veterinario. En el estudio de Galecio, J. S. y cols., (2022), determinaron por el método Turbidimétrico la potencia antimicrobiana de la Oxitetraciclina obteniendo 90%, inhibiendo el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, el antibiótico es utilizado en medicina veterinaria para tratar la mastitis en animales lecheros. La Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 13.^a ed., 2021 se menciona sobre el criterio de aceptación en un rango de 80 a 125 %, si el coeficiente porcentual de la muestra excede el límite sugerido del 90%, el análisis es aceptable. La potencia antimicrobiana obtenida para el producto farmacéutico inyectable veterinario con Oxitetraciclina en este estudio fue de 109.91%, el cual es aceptable. Lo que demuestra que el producto farmacéutico veterinario inhibe el crecimiento del microorganismo de prueba, *Staphylococcus aureus* (ATCC 29373).

Análisis estadístico

En esta investigación se determino repetibilidad, reproducibilidad, recuperación y sesgo para ello se establecieron lineamientos y criterios de evaluación del desempeño del método de prueba basándose en el CCAYAC-

P-062, Guía para la Evaluación del Desempeño de Métodos de Prueba Microbiológicos para análisis de alimentos, (2012), el cual forma parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Para la repetibilidad y reproducibilidad se determinó analizando 10 réplicas del producto farmacéutico inyectable con principio activo de Oxitetraciclina la cual nos indicó la variación del mismo analista en diferentes días usando el método Turbidimétrico en busca de la potencia antimicrobiana, bajo las mismas condiciones. Los datos obtenidos se pueden observar en la tabla 4 y 5. Se midió la variabilidad del método cuando se ejecutó por un solo analista. Obteniendo resultados aceptables dentro de los criterios de aceptación verificando que existe concordancia (aproximación) entre los resultados realizado en las mismas condiciones (de repetibilidad, mismo analista, mismos medios, mismos equipos, misma área de trabajo). Al cumplir nos indica que el método es un ensayo repetitivo y reproducible, además de demostrar confiabilidad del analista. El autor Chirinos Pajuelo, D. y cols. en 2022, considera precisión al grado de concordancia entre resultados; siendo una medida de repetibilidad las condiciones en las que se trabajó las muestras, realizadas por el mismo analista con repetición de tres veces de las cuales se calculó la desviación estándar, así como el coeficiente de variación obteniendo un resultado de $R < 2.2$ para la Oxitetraciclina cumpliendo con un criterio establecido en su trabajo de $R < 5$. En el caso de la recuperación en la tabla 5, la recuperación se midió en función del porcentaje de actividad respecto a la sustancia de referencia utilizada, partiendo del entendimiento de que existe un número verdadero de partículas (desconocido) del cual se recupera el 100% o menos. La recuperación está asociada con los errores sistemáticos. El estudio de Mueller y cols. en 2018, sobre el método microbiológico Turbidimétrico para Oxitetraciclina reportaron recuperaciones promedio de 93.4% y 93.6%, con desviaciones estándar relativas de 6.3% y 7.2%, respectivamente. En la tabla 5, el sesgo se llevó a cabo la suma de todos los errores sistemáticos inherentes al método. Este error representa la totalidad de la medida o su estimación en relación con un valor de referencia, es decir, la discrepancia entre el resultado esperado del método utilizado y un valor de referencia aceptado. Se expresa como la diferencia entre el valor obtenido experimentalmente y el valor verdadero aceptado. En estudios de validación similares, como el de Bardhi, et al., (2022), el sesgo se mantuvo dentro de $\pm 15\%$, mientras que la precisión (CV) fue inferior al 10% en diferentes matrices biológicas para Oxitetraciclina. Estos parámetros demuestran que una variabilidad controlada y un sesgo reducido son indicadores clave de confiabilidad analítica.

CONCLUSIÓN

La potencia antimicrobiana obtenida para el producto farmacéutico inyectable veterinario con Oxitetraciclina fue de 109.91%, el cual es aceptable. Lo que demuestra que el producto farmacéutico veterinario inhibe el crecimiento del microorganismo de prueba, *Staphylococcus aureus* (ATCC 29373).

El método microbiológico Turbidimétrico para la valoración de potencia antimicrobiana de Oxitetraciclina, cumple con los parámetros de validación recomendados por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 13.^a ed., 2021, pues la evaluación estadística en base a el CCAYAC-P-062, Guía para la Evaluación del Desempeño de Métodos de Prueba Microbiológicos para análisis de alimentos, (2012) con los resultados de repetibilidad, reproducibilidad, recuperación, sesgo demostró que el método analítico es confiable y adecuado para su aplicación en el control de calidad de productos farmacéuticos inyectables que contienen Oxitetraciclina.

El uso de este método validado, garantiza la fiabilidad de los resultados.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización y publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Bardhi A., Gazzotti T., Pagliuca G., Mari G. y Barbarroja A., (2022). Validation of a single liquid chromatography-tandem mass spectrometry approach for oxytetracycline determination in bull plasma, seminal plasma and urine. *Journal of Drug Testing and Analysis*. Vol 14;7. <https://doi.org/10.1002/dta.3246>.

Caycedo Lozano, L., Ramírez, L. C. C., y Suárez, D. M. T., (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Nova*, 19(36), 49-94.

CCAYAC-P-062, Guía para la Evaluación del Desempeño de Métodos de Prueba Microbiológicos para análisis de alimentos, (2012)

Chirinos Pajuelo, D., Aguirre, O. L., León Gonzales, W., Hurtado Galindo, N. E., Ochante, E. M., Huicho, L., & Rivera-Ch, M. (2022). Validación de un método multiresiduo para la determinación de medicamentos veterinarios en trucha y langostino. *Revista Colombiana de Química*, 51(2), 16-24.

da Trindade, M. T., Kogawa, A. C., & Salgado, H. R. N. (2021). Turbidimetric Method: A Multi-Advantageous Option for Assessing the Potency of Ceftriaxone Sodium in Powder for Injection. *Journal of AOAC International*, 104(1), 204–210. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsaa085>

De Oliveira, A. S., de Oliveira, N. R. L., de Oliveira Neto, J. R., Tavares, L. L., & Kogawa, A. C. (2023). Green Method for Evaluation of Marbofloxacin Tablets by HPLC and Evaluation of Interchangeability With UV and Turbidimetric Methods. *Journal of AOAC International*, 106(6), 1432–1437. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsad102>

Food And Agriculture Organization Of United Nations (FAO), (2016). *Statistical Aspects of Microbiological Criteria Related to Foods* [en línea]. Roma – Italia: World Health Organization.

Galecio, J. S., Escudero, E., Corrales, J. C., García-Romero, E., de la Fe, C., Hernandis, V., & Marin, P. (2022). Susceptibility of caprine mastitis pathogens to tildipirosin, gamithromycin, oxytetracycline, and danofloxacin: effect of serum on the in vitro potency of current macrolides. *World journal of microbiology & biotechnology*, 38(12), 221. <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03407-0>

Indrayanto G. (2022). The importance of method validation in herbal drug research. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 214, 114735. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2022.114735>.

Jinich, Q. J. K., Espinosa, D. A., y Ortega, J. L. M. (2018). Ecofarmacovigilancia: detección de antibióticos de la familia de las tetraciclinas presentes en aguas residuales de la Ciudad de México.

Laurence L. Brunton B. Goodman y Gilman., (2018). *Las Bases Farmacológicas De La Terapéutica*. 13th ed.: MC Graw Hill Castellano.

Mahamallik, P., Saha, S. & Pal, A., (2015). Tetracycline degradation in aquatic environment by highly porous MnO₂ nanosheet assembly. *Chemical Engineering Journal*, (276), pp.155-65.

Mas, J. L. (2024). La industria farmacéutica y sus avances tecnológicos. *Revista Anual de l'Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya*, (1), 16-22.

MGA 0100, Valoración Microbiológica de Antibióticos de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 13.^a ed., 2021.

Mueller-Brennecke, D. L., Reed, S. J., & Waisner, D. L. (2018). Turbidimetric microbiological determination of oxytetracycline hydrochloride in finished feeds and a feed premix: collaborative study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 63(5), 1038–1043.

Panihuara-Llancay, M., & Sullcahuaman-Medrano, S. H. (2023). Comparación de la potencia antibiótica y análisis inspectivo de eritromicina 250mg/5ml suspensión oral, medicamento innovador y genéricos frente al estándar secundario de eritromicina.

Rovegno-Vásquez, M. (2024). Efecto de los antibióticos florfenicol y oxitetraciclina sobre marcadores de regulación epigenética asociados a modificación de histonas en línea celular shk-1 de *Salmo salar*.

SENASICA, (2018). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. *Industria Veterinaria indispensable para preservar la salud animal*.

United States Pharmacopeia, (2022), “Antibiotics-Microbial Assays”, 43 NF 38., p.p. 1.21.

United States Pharmacopeia. 43th ed., (2020). *The United States Pharmacopeia*.



Nivel de Conocimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 en Universitarios de Nuevo Ingreso y Egreso del Área de la Salud

Knowledge Level of NOM-087-ECOL-SSA1-2002 Among Incoming and Graduating Health Sciences University Students.

Martínez-Medrano W.A.,¹ García-Sepúlveda C.A.,² Campos-Parra A.D.,³ Morán-Martínez J.,⁴ López-Camarillo César.,⁵ Silva-Cazares Macrina B.¹

¹ Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

² Facultad de Medicina. Laboratorio de Genómica Viral y Humana. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

³ Instituto de Salud Pública, Universidad Veracruzana.

⁴ Facultad de Medicina, Departamento de Biología Celular y Ultraestructura, Universidad Autónoma de Coahuila.

⁵ Posgrado en Ciencias Genómicas, Universidad Autónoma de la Ciudad de México

*Autora de correspondencia: Dra. Macrina Silva Cazares

Correo: macrina.silva@uaslp.mx

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Los Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI), generados de las actividades de atención médica, representan un riesgo debido a microorganismos patógenos. La Norma Oficial Mexicana (NOM)-087, establece procedimientos para el manejo del RPBI. Los estudiantes universitarios de ingreso, son aquellos que inician una trayectoria en instituciones de educación superior, mientras que, los estudiantes de egreso, son aquellos que cumplen con el programa de formación profesional y requisitos administrativos necesarios. **OBJETIVO.** Elaborar un análisis comparativo sobre el nivel de conocimiento de la NOM-087 entre los estudiantes universitarios de nuevo ingreso y de egreso del área de la salud. **METODOLOGÍA.** Se realizó un estudio cuantitativo, transversal y descriptivo, analizado con el software SPSS versión 21. Con previo consentimiento informado, se aplicó un instrumento de medición diseñado en 2015 por Oscar Zúñiga-Lemus durante el año 2024 a 126 estudiantes del área de la salud. **RESULTADOS.** Los resultados evidenciaron que el 12.7%

de los estudiantes de ingreso y el 25.4% de los de egreso poseen un conocimiento bajo a regular en el manejo de RPBI. **CONCLUSIÓN.** En nuestro estudio, los estudiantes de egreso poseen mayor nivel de conocimiento que los de nuevo ingreso, respecto a la NOM087. Se sugiere implementar capacitaciones adicionales y cursos especializados en el manejo de RPBI como parte integral de la formación en ciencias de la salud.

Palabras clave: Norma Oficial Mexicana, universitarios, Residuos Peligrosos Biológico – Infecciosos, RPBI.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Biologically Infectious Hazardous Waste (BIHW) generated from healthcare activities represents a risk due to pathogenic microorganisms. The Mexican Official Standard (NOM)-087 establishes procedures for the management of BIHW. Incoming university students are those beginning their careers at higher education institutions, while graduating students are those who complete the necessary professional training program and administrative requirements. **OBJECTIVE.** To conduct a comparative analysis of the level of knowledge of NOM-

087 among incoming and outgoing university students in the health field. **METHODOLOGY.** With prior informed consent, a measurement instrument designed in 2015 by Oscar Zúñiga-Lemus was administered to 126 health students during the year 2024. A quantitative, cross-sectional, and descriptive study was conducted and analyzed using SPSS version 21 software. **RESULTS.** The results showed that 12.7% of incoming students and 25.4% of graduating students had low to average knowledge of RBW management. **CONCLUSION.** Additional training and specialized courses on RBW management are being implemented as an integral part of health sciences education.

Keywords: Mexican Official Standard, university students, Biological-Infectious Hazardous Waste, RBW.

INTRODUCCIÓN

La NOM-087 representa un pilar en el ámbito de la salud, establece criterios y procedimientos esenciales para garantizar la calidad de la atención, la seguridad en los procedimientos y servicios de salud⁴, a su vez, se toma como un referente educativo para los futuros profesionales del área.

El presente trabajo se propone realizar una comparación en el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes de la carrera de Enfermería sobre la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, comparando a quienes inician sus estudios con aquellos que están a punto de concluirlos e identificando las posibles brechas y avances en la comprensión y aplicación de la norma a lo largo de la formación académica. Así mismo, se busca aportar componentes que permitan una mejora en los planes de estudio.

Diversas investigaciones han evidenciado la importancia de un manejo adecuado del RPBI, en los establecimientos de salud, descritos en la NOM-087, norma que se actualizó y fortaleció los lineamientos de la versión de 1995. Estudios realizados en hospitales, han evidenciado que un 39% del personal sanitario, en algunos casos, conoce completamente las disposiciones de la norma, repercutiendo en prácticas de separación, envasado y disposición final que pueden aumentar el riesgo de contagio de infecciones nosocomiales². Adicionalmente, la actualización de la norma apoya la necesidad de incorporar avances científicos y de experiencia práctica en el manejo de los RPBI, en relación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

No obstante, datos oficiales de organismos como la Asociación Nacional para el Manejo de Residuos Biológico-Infecciosos (ANAMARBI), evalúan que en México se generan anualmente cifras que obtienen decenas de millas de toneladas de RPBI. Las cifras resaltan la importancia de que el personal de salud se encuentre bien capacitado en el manejo correcto de los residuos, debido a que un mal manejo puede desencadenar serios problemas de salud pública y riesgos ambientales (NOM-087, 2003).

En el ámbito académico, se reconoce la necesidad de fortalecer la formación de los futuros profesionales de la salud en temas de bioseguridad y manejo de los desechos hospitalarios. La incorporación de los contenidos en los planes de estudio es importante para que los egresados comprendan la importancia y la correcta aplicación de la norma en las prácticas profesionales, reduciendo los riesgos de contagio y mejorando la calidad de la atención médica (Instituto Nacional de Perinatología, 2011).

La evolución continua de las políticas y los estándares en la salud, requieren de un aprendizaje continuo y una adaptación curricular correspondiente a los cambios normativos, de esta manera, la transición del conocimiento desde el ingreso hasta el egreso se consolida en competencias esenciales para la práctica profesional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Comparativo, descriptivo y cuantitativo transversal.

La población de estudio corresponde a un 87.3% del sexo femenino y un 12.7% del sexo masculino en relación con los estudiantes de nuevo ingreso, por el contrario, en los estudiantes de egreso, un 90.5% son del sexo femenino y un 9.5% son del sexo masculino en los estudiantes del área de la salud.

Cálculo de tamaño de muestra: Se utiliza una fórmula para calcular el tamaño de la muestra finita, donde n representa el tamaño de la muestra, en este caso 97, y p es el tamaño de la población, siendo 126. La fórmula presenta un nivel de confianza del 95%, mostrando un margen de error del 5%. Se utiliza el instrumento de Medición del Nivel de Conocimientos de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, compuesto por 6 resultados divididos en 24 preguntas. Es diseñado en 2015 por Oscar Zúñiga-Lemus y colaboradores.

Antes de realizar la aplicación del INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTOS DE LA NOM-087-ECOL-SSA1-2002, se proporciona el consentimiento informado, donde se explica qué, con base al código de ética de la Universidad con número de aprobación 0070/2026 y el reglamento de la Ley General de Salud, el participante acepta que los datos personales serán de manera anónima dentro de la investigación, así mismo, las respuestas serán usadas para la investigación y si es el caso, para su publicación.

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo con el programa SPSS-Statistics versión 21, dentro del cual se agregaron las variables de estudio para crear las gráficas con data compleja.

RESULTADOS

El análisis destaca una clara diferencia en el nivel de conocimiento sobre los tipos de residuos peligrosos definidos en la Norma, al comparar los estudiantes de nuevo ingreso y aquellos próximos a egresar. Se observa que, el primer grupo presenta un dominio del tema limitado, mientras que en el segundo grupo se observa una notable mejora. Este patrón sugiere que, a medida que los estudiantes avanzan en su trayectoria educativa, se genera un impacto positivo en competencias ambientales y normativas, resaltando la importancia de integrar estos contenidos de manera progresiva en el currículo académico (Figura 1).

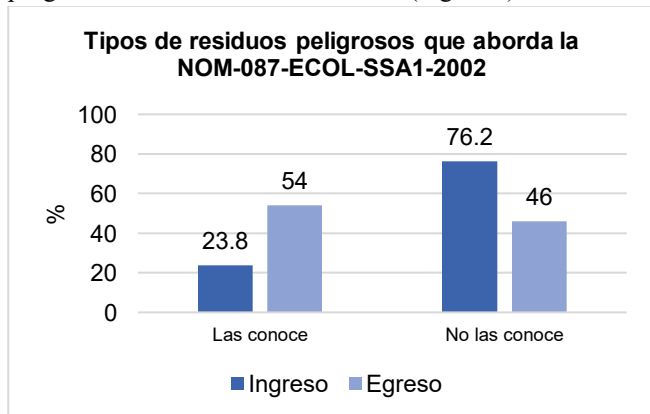


Figura 1. Análisis de los resultados “tipos de residuos peligrosos que aborda la NOM-087-ECOL-SSA1-2002”.

El análisis evidencia una diferencia notable en el conocimiento sobre el manejo de los RPBI según la

normativa vigente. Los alumnos de ingreso muestran una ausencia de conocimientos en este ámbito, en contraste con los estudiantes de egreso, quienes han adquirido conocimientos esenciales durante su formación. Este patrón indica la necesidad de reforzar los contenidos curriculares relacionados con la gestión adecuada de los residuos, garantizando que los futuros profesionales se encuentren capacitados (figura 2).

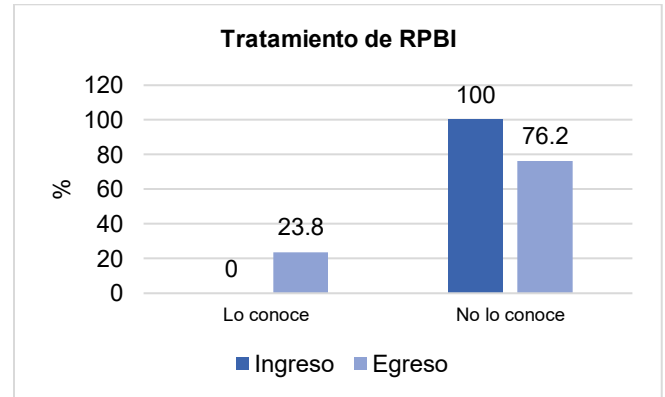


Figura 2. Análisis de los resultados “tratamiento de RPBI”.

La evaluación sobre el conocimiento del almacenamiento de RPBI, con forme a la norma establecida, muestra una tendencia preocupante. Tanto entre los estudiantes que inician su formación como aquellos que están por egresar, prevalece una falta de conocimiento significativo en este tema. Este patrón sugiere que, la persistencia de un alto porcentaje de desconocimiento resalta la urgencia de implementar estrategias educativas efectivas y focalizadas en la gestión de RPBI, desde las etapas iniciales de la formación académica (figura 3).

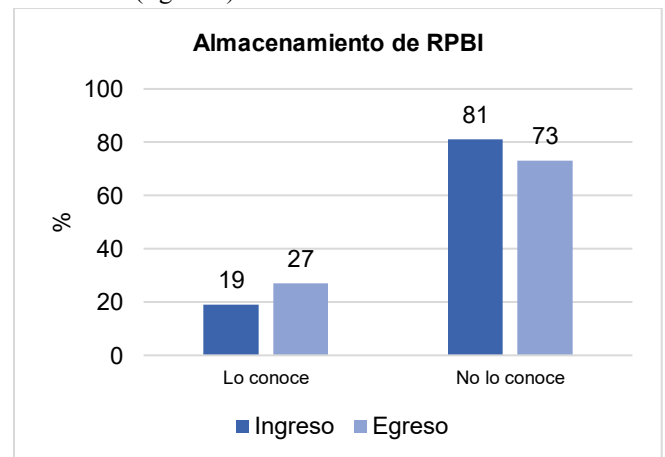


Figura 3. Análisis de los resultados “almacenamiento de RPBI”.

El contraste en el conocimiento sobre el transporte de RPBI es notable. Mientras que los estudiantes de egreso

demuestran una comprensión más sólida con los protocolos establecidos para el transporte, lo que indica una integración efectiva de los contenidos. Los estudiantes de ingreso presentan un conocimiento limitado en el área, destacando la

necesidad de reforzar la enseñanza de estos aspectos. Este patrón indica la importancia de una formación continua y progresiva en materia de bioseguridad y manejo adecuado de residuos peligrosos (figura 4).

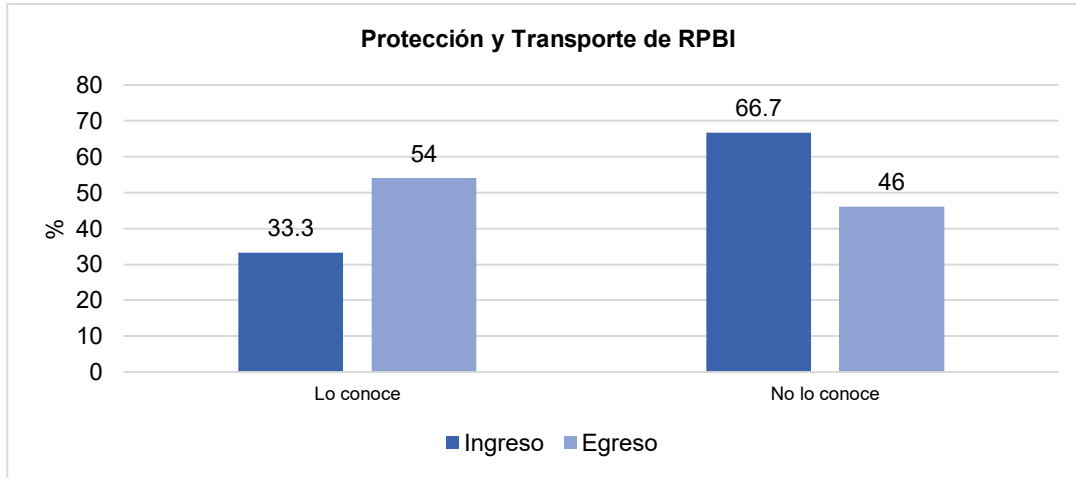


Figura 4. Análisis de los resultados “protección y transporte de RPBI”.

El análisis revela una notable diferencia en el conocimiento entre los estudiantes de nuevo ingreso y aquellos próximos a egresar. Inicialmente, la mayoría de los estudiantes carece de esta información; sin embargo, al concluir su formación una

porción significativa desarrolla una comprensión sólida al respecto. Este patrón destaca la eficacia de los programas educativos en este ámbito a lo largo de la trayectoria educativa (figura 5).

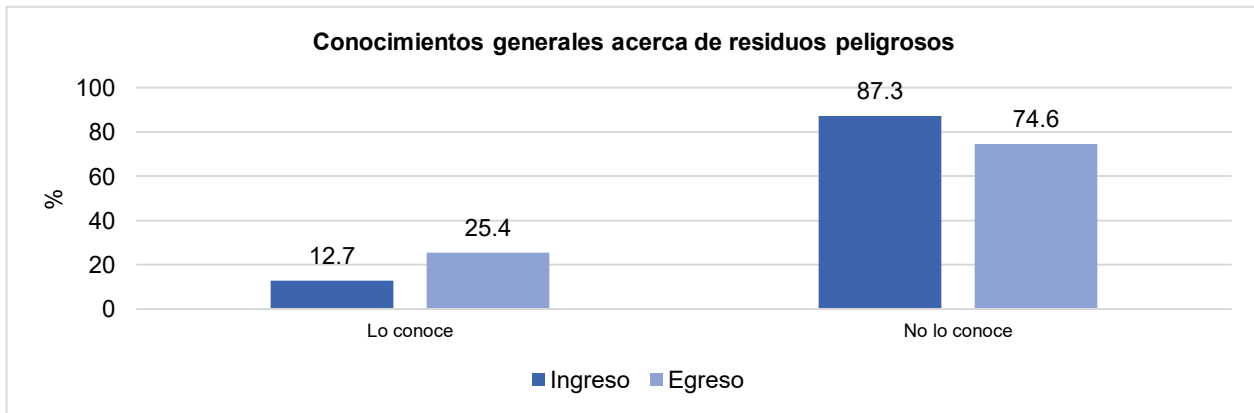


Figura 5. Análisis de los resultados “conocimientos generales acerca de residuos peligrosos”.

CONCLUSIÓN

Los estudiantes próximos a egresar muestran una comprensión superior de la normativa en comparación con los de nuevo ingreso, resaltando el impacto positivo de la integración progresiva de contenidos relacionados con la bioseguridad en el currículo. No obstante, se identifican áreas específicas donde el conocimiento resulta insuficiente, lo que destaca la necesidad de implementar estrategias formativas complementarias y actualizadas.

Estos hallazgos, en concordancia con estudios previos, señalan la importancia de una educación continua y especializada implementando capacitaciones y cursos adicionales para garantizar una gestión adecuada de los riesgos en salud y una práctica profesional segura y competente³.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización y publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Diario Oficial de la Federación. (2003, 17 de febrero). NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo. Recuperado de http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/087ecol_ssa.html

Instituto Nacional de Perinatología. (2011). Manual de procedimientos para el manejo de RPBI. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Perinatología.

Organización Mundial de la Salud. (2002). Seguridad del paciente: Una prioridad global. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.

Secretaría de Salud. (2002). NOM-087-ECOL-SSA1-2002.



**Identificación de compuestos fenólicos en albahaca (*Ocimum basilicum L.*) para elaboración de repelente para *Aedes aegypti*.
Identification of phenolic compounds in basil (*Ocimum basilicum L.*) for the elaboration of a repellent for *Aedes aegypti*.**

Vázquez-García A.,¹Romo-Aguirre A. S.,¹ Castro- Hernández S.I., Alba-Romero J.J.,² Martínez-Romero A.,² Niño-Castañeda M. S.,³ Moran-Mártinez J.,³ Hernández-González S. I.*²

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. C.P.35010, Gómez Palacio, Durango, México.

² Laboratorio B de Investigación del Departamento de Bacteriología Médica Diagnóstica y Salud Pública. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. C.P.35010, Gómez Palacio, Durango, México.

³ Departamento de Biología Celular y Ultraestructura. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Laguna. Av. Morelos no. 900 Ote. C.P. 27000, Torreón Coahuila

*Autor de correspondencia: Dra. Sandra Isabel González Hernández
Correo: sandra.hernandez@ujed.mx

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar compuestos fenólicos presentes en hojas de *Ocimum basilicum L.* (albahaca) para elaborar un repelente natural contra *Aedes aegypti*, vector de enfermedades como dengue, zika y chikungunya. El aceite esencial se obtuvo mediante hidrodestilación con aparato Clevenger y se comparó con aceites comerciales. Posteriormente, se formuló un repelente líquido a partir del aceite extraído y se identificaron los compuestos activos mediante cromatografía en capa fina (TLC), determinándose la presencia de eugenol como principal componente fenólico. El diseño experimental incluyó análisis de estabilidad a 0, 3 y 6 meses, empleando el factor de retención (Rf) como parámetro de referencia. Los resultados mostraron una disminución progresiva del Rf con el tiempo, indicando degradación del eugenol y pérdida de estabilidad del repelente. Se concluye que el aceite esencial de albahaca presenta potencial repelente, sin embargo, la formulación actual requiere ajustes en pH y almacenamiento para conservar su eficacia. Este trabajo aporta bases experimentales para el desarrollo de repelentes naturales sustentables frente a los productos sintéticos actualmente utilizados.

Palabras clave: *Ocimum basilicum L.*, eugenol, repelente natural, estabilidad, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

This study aimed to identify phenolic compounds in *Ocimum basilicum L.* (basil) leaves to develop a natural repellent against *Aedes aegypti*, the vector of dengue, zika, and chikungunya. Essential oil was extracted through hydrodistillation using a Clevenger apparatus and compared with commercial oils. A liquid repellent was then formulated from the extracted oil, and the active compounds were identified using thin-layer chromatography (TLC), confirming eugenol as the main phenolic component. The experimental design included stability analyses at 0, 3, and 6 months, with the retention factor (Rf) used as the reference parameter. Results revealed a gradual decrease in Rf over time, indicating eugenol degradation and reduced product stability. It was concluded that basil essential oil possesses repellent potential; however, formulation adjustments in pH and storage conditions are necessary to maintain its effectiveness. This research provides experimental evidence supporting the development of sustainable, plant-based repellents as natural alternatives to synthetic products.

Keywords: *Ocimum basilicum L.*, eugenol, natural repellent, stability, *Aedes aegypti*.

INTRODUCCIÓN

Aedes aegypti es un mosquito de relevancia epidemiológica por su capacidad de transmitir dengue, zika y chikungunya, constituyendo un desafío de salud pública especialmente en regiones tropicales donde las condiciones ambientales favorecen la proliferación vectorial (Harapan et al., 2020). La Organización Panamericana de la Salud ha reportado incrementos significativos en la incidencia de estas enfermedades, las cuales pueden manifestarse clínicamente con complicaciones severas que incrementan la carga asistencial y social de los sistemas sanitarios (OPS, 2016; Freitas et al., 2020). La epidemiología del dengue en México ha mostrado un aumento constante en incidencia (Dehesa & Gutiérrez, 2019; Torres-Galicia et al., 2014). Para mitigar este impacto, diversos ministerios de salud han implementado sistemas de vigilancia epidemiológica semanales, con el fin de monitorear brotes, evaluar tasas de infestación y diseñar estrategias preventivas adecuadas (Secretaría de Salud, 2025; Subsecretaría de Políticas de Salud, 2025).

La biología del vector se caracteriza por una notable adaptación ecológica, especialmente a reservorios domésticos y urbanos donde la acumulación clandestina de criaderos y el almacenamiento doméstico de agua permiten derivados de plantas aromáticas con actividad repelente documentada (Maia & Moore, 2011).

Las plantas aromáticas producen metabolitos secundarios volátiles como mecanismo de defensa contra herbívoros y predadores, actuando mediante propiedades repelentes, antioxidantes y antibacterianas (Benavides et al., 2018; Kowalewska & Majewska-Smolarek, 2023). el uso agrícola y medicinal de la albahaca ha sido estudiado (Reyes-Araujo et al., 2020). Reportes históricos ya describían plantas insecticidas (Roark, 1947). La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) destaca por su composición rica en compuestos fenólicos y aceites esenciales (Shahrajabian et al., 2020; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). El eugenol es reconocido por su actividad insecticida, larvicida, antioxidante y capacidad de repeler artrópodos hematófagos como *A. aegypti* (Adhikari et al., 2022; Muñoz-Shugulí et al., 2021). La estructura molecular del eugenol, rica en dominios hidrofóbicos, favorece interacciones con cutículas lipídicas y receptores olfativos del mosquito, modulando el comportamiento de búsqueda de hospedero (NCBI, 2021; Dickens & Bohbot, 2013).

No obstante, el eugenol presenta susceptibilidad a procesos oxidativos dependientes de las condiciones ambientales. Bajo exposición lumínica, oxidación atmosférica y presencia de radicales hidroxilo, su estabilidad se ve comprometida,

su persistencia estacional. Dicha reproducción se ve favorecida por parámetros ambientales como temperatura y humedad, que incrementan tasas larvianas y la sobrevivencia de estadios inmaduros (Soria, et al., 2019; Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2023). Su ciclo de vida se favorece por condiciones de humedad (Chico-Aldama et al., 2019). En consecuencia, la proliferación de *A. aegypti* está asociada con dinámicas urbanas contemporáneas, lo que exacerba brotes recurrentes con elevados costos socioeconómicos, particularmente en zonas sin infraestructura hídrica eficiente (Durán-Arenas, 2015).

Históricamente, el control del vector ha dependido del uso de repelentes sintéticos, considerados la primera línea de defensa frente a la hematofagia del mosquito (Fradin & Day, 2002; Manjarres-Suarez & Olivero-Verbel, 2013). Sin embargo, la exposición prolongada a compuestos químicos ha demostrado potencial toxicidad en humanos y fauna no objetivo, además de estimular la aparición de resistencia química en distintas poblaciones vectoriales (ATSDR, 2017; Isman, 2006). Adicionalmente, se han observado diferencias regionales en su efectividad, condicionadas por variabilidad genética poblacional, comportamiento del hospedero y patrones de uso local (Manrique-Saide et al., 2016). Esto ha impulsado la investigación hacia alternativas de origen biobasado, particularmente extractos y aceites esenciales

induciendo alteraciones en propiedades ópticas, reducción de actividad biológica y degradación fenólica progresiva (Sun et al., 2021; Li et al., 2022; Machado et al., 2022). Estos procesos disminuyen su eficacia repelente a largo plazo, lo que constituye una limitación dentro del aprovechamiento industrial de aceites esenciales.

La caracterización química de estos metabolitos suele realizarse mediante cromatografía en capa fina, herramienta que permite observar puntos de retención específicos y evaluar su pureza o la presencia de derivados oxidados (Méndez, 2023).

En contexto experimental, la extracción de aceites esenciales se lleva a cabo principalmente mediante hidrodestilación, método tradicional altamente confiable que se estandariza utilizando el aparato de Clevenger, estructurado bajo normativas oficiales de seguridad y almacenamiento destinadas a evitar variaciones físico-químicas durante la conservación prolongada (Muñoz-Shugulí, et al., 2021). La hidrodestilación continúa siendo el método clásico de extracción (Cerpa-Chávez, 2007). Aceites como el de clavo, con perfiles fenólicos semejantes al de albahaca, muestran comportamientos oxidativos comparables, confirmando la relevancia de estrategias de protección molecular (Bermúdez-del Sol et al., 2024; Machado et al., 2022).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con hojas frescas de *Ocimum basilicum* L. recolectadas en Francisco I. Madero, Coahuila. El aceite esencial fue obtenido mediante hidroddestilación con aparato Clevenger. Se comparó con aceites comerciales y se formuló un repelente líquido a base del aceite extraído. La identificación de compuestos se efectuó mediante cromatografía en capa fina (TLC), utilizando eugenol puro como estándar. Se determinó el factor de retención (Rf) y se realizaron análisis de estabilidad durante 0, 3 y 6 meses a temperatura controlada (30 ± 2 °C, $65 \% \pm 5$ % HR).

RESULTADOS

Los resultados de la cromatografía en capa fina mostraron la presencia del compuesto fenólico eugenol como principal componente del aceite esencial de albahaca. Durante el estudio de estabilidad, se observó una disminución gradual en los valores de Rf a medida que avanzaba el tiempo, indicando la degradación del eugenol y una reducción en la efectividad del repelente formulado. En las niñas se tuvo 56.6% de participación y en los niños el 43.3%.

Tabla 1. Especificaciones y resultados del estudio de pruebas piloto de estabilidad acelerada en un periodo de 6 meses con una frecuencia de análisis de 0, 3 y 6 meses en condiciones de 30 °C \pm 2 °C / humedad ambiente o $65\% \pm 5\%$ HR según la NOM-073-SSA1-2015.

Muestra	Condición:	30 °C \pm 2 °C / 65% \pm 5% HR		
	Frecuencia de análisis:	Resultado al Mes 0*	Resultado al Mes 3*	Resultado al Mes 6*
Aceite elaborado		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05
Aceite comercial		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05
Repelente elaborado		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05

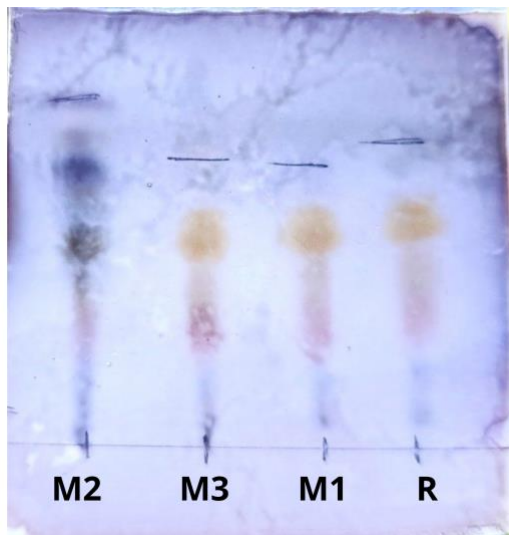


Figura 1. Placa de cromatografía realizada al mes 0, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado).

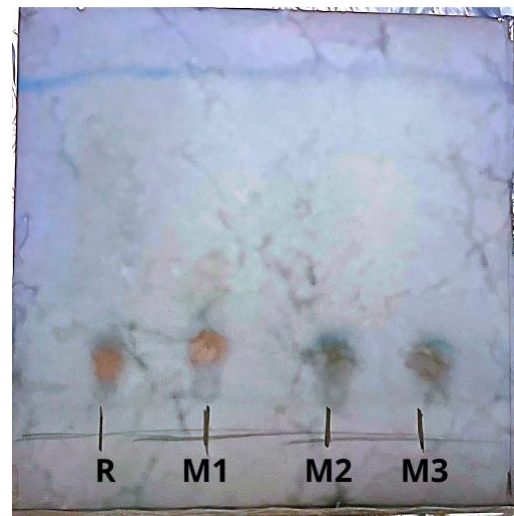


Figura 2. Placa de cromatografía realizada al mes 3, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado).

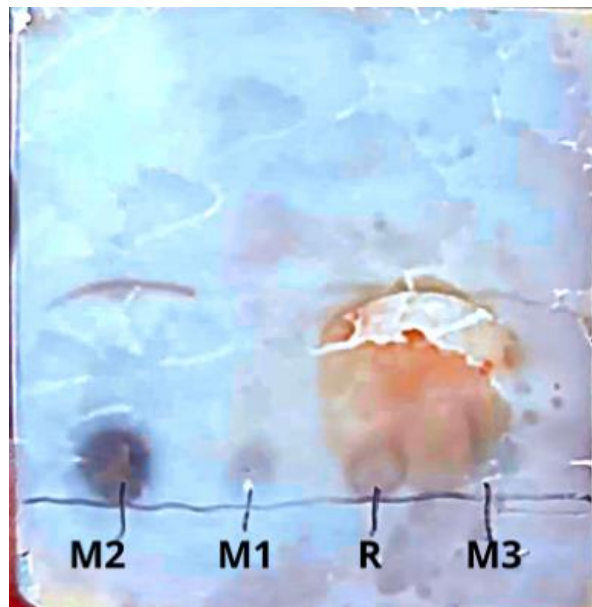


Figura 3. Placa de cromatografía realizada al mes 6, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado)

DISCUSIÓN

Los resultados confirman que el aceite esencial de albahaca contiene eugenol, un compuesto con actividad repelente frente a mosquitos. Sin embargo, su estabilidad depende de condiciones ambientales y del vehículo formulativo (Ali et al., 2018; Peng et al., 2015). Las emulsiones y nanoencapsulación permiten protegerlo de oxidación (Hamid et al., 2025; Mondéjar-López et al., 2022). Para atenuar esta degradación, se han diseñado nanoestructuras de protección y emulsiones tipo Pickering, capaces de incrementar la biodisponibilidad, solubilidad y resistencia oxidativa del eugenol mediante encapsulación y estabilización coloidal (Ahmadi et al., 2025). Asimismo, la incorporación de antioxidantes ha demostrado prolongar la vida útil de aceites fenólicos al prevenir su despolimerización y pérdida funcional (Ahmadian et al., 2023; Sarrami et al., 2023). Es necesario optimizar el pH y las condiciones térmicas del producto para mejorar su vida útil.

CONCLUSIÓN

El aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) es una fuente natural de eugenol con potencial para formular repelentes contra *Aedes aegypti*. No obstante, la formulación actual requiere mejoras para conservar la estabilidad del compuesto activo y garantizar una mayor duración del efecto repelente.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización y publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Adhikari K, Khanikor B, Sarma R. 2022. Persistent susceptibility of *Aedes aegypti* to eugenol. *Scientific Reports* 12(1). Recuperado el 25 marzo 2022, de: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06302-8>

Ahmadi F, Suleria HAR, Dunshea FR. 2025. Physicochemical characterization, storage stability behavior, and intestinal bioaccessibility of clove extract encapsulated using varying combinations of gum arabic and maltodextrin. *Foods* 14(2), 237. <https://doi.org/10.3390/foods14020237>

Ahmadian F, Aminzare M, Mohseni M, Hoseini M, Hassanzadazar H. 2023. Eugenol and clove essential oil efficacy on oxidative stability of sunflower oil during accelerated storage. *Journal of Medicinal Plants and By-Products* 12(4), 421–429. <https://doi.org/10.22034/jmpb.2022.128156>

Ali A, Chong C, Mah S, Abdullah L, Choong T, Chua B. 2018. Impact of storage conditions on the stability of predominant phenolic constituents and antioxidant activity of dried Piper betle extracts. *Molecules* 23(2), 484. <https://doi.org/10.3390/molecules23020484>

Ascuasiati AA. 2012. Plagas domésticas: Historia patologías plaguicidas control. Palibrio.

ATSDR. 2015. N,N-dietil-meta-toluamida (DEET): Resumen de salud pública. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs185.pdf

Benavides A, Hernández REM, Ramírez H, Sandoval A. 2018. Tratado de botánica económica moderna. Plantas útiles sin fines alimentarios. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. 332 pp.

Bermúdez-del Sol A, Chuquirima-Sarango GN, Gallegos-Cobo AE, Bravo-Sánchez LR. 2024. Characterization and antioxidant activity of the essential oil of *Mespilodaphne quixos*. *Interamerican Journal of Health Sciences* 4, 102.

Cerpa-Chávez MG. 2007. Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización. Universidad de Valladolid. <https://portaldelaciencia.uva.es/documentos/619ca08fa08dbd1b8f9f0751>

Chico-Aldama P, De Jesús HGF, Del Carmen OER. 2019. Ciclo de vida del *Aedes aegypti* y manifestaciones clínicas del dengue. <http://repositorio.pediatrica.gob.mx:8180/handle/20.500.12103/1532>

Dehesa LE, Gutiérrez AAFA. 2019. Dengue: actualidades y características epidemiológicas en México. *Rev Med UAS* 9(3), 159–170.

Dickens JC, Bohbot JD. 2013. Mode of action of mosquito repellents. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.02.006>

Durán-Arenas L. 2015. Costo económico del dengue en México. Recuperado el 18 diciembre 2015, de: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015_725.html

Fradin MS, Day JF. 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *New England Journal of Medicine* 347(1), 13–18. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa011699>

Freitas DA, Souza-Santos R, Carvalho LM, Barros WB, Neves LM, Brasil P, Wakimoto MD. 2020. Congenital Zika syndrome: A systematic review. *PLoS One* 15(12), e0242367. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242367>

Hamid KHA, Fauzi MA, Ajit A, Arzmi MH, Azman NAM. 2025. Eugenol Pickering emulsion stabilized by chitosan self-assembled nanoparticles: Fabrication, emulsion stability, antioxidant and antimicrobial activity. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. <https://doi.org/10.1002/jctb.7905>

Harapan H, Michie A, Sasmono RT, Imrie A. 2020. Dengue: a mini-review. *Viruses* 12(8), 829. <https://doi.org/10.3390/v12080829>

Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture. *Annual Review of Entomology* 51, 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>

Kowalewska A, Majewska-Smolarek K. 2023. Eugenol-based polymeric materials—antibacterial activity and applications. *Antibiotics* 12(11), 1570. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111570>

Li X, Tao Y, Zhu L, Ma S, Luo S, Zhao Z, Sun N, Ge X, Ye Z. 2022. Atmospheric photooxidation of eugenol: optical and chemical properties. *Atmospheric Chemistry and Physics* 22(11), 7793–7814. <https://doi.org/10.5194/acp-22-7793-2022>

Machado M, Rodriguez-Alcalá LM, Gomes AM, Pintado M. 2022. Vegetable oils oxidation: mechanisms, consequences and protective strategies. *Food Reviews International* 39(7), 4180–4197. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2026378>

Maia MF, Moore SJ. 2011. Repelentes de insectos a base de plantas. *Malaria Journal* 10(Suppl 1), S11. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11>

Manjarres-Suarez A, Olivero-Verbel J. 2013. Chemical control of *Aedes aegypti*: a historical perspective. *Revista Costarricense de Salud Pública* 22(1), 68–75.

Manrique-Saide P, Uc-Puc V, Herrera-Bojórquez J, et al. 2016. Efectividad de repelentes comerciales contra *Aedes aegypti* en Yucatán, México. *Salud Pública de México* 58(4), 472–475. <https://doi.org/10.21149/spm.v58i4.8030>

Méndez AM, Penieres-Carrillo JG, Ortega-Jiménez F. 2023. *Cromatografía en capa fina y columna (monografía)*. FES-Cuautitlán, UNAM.

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. 2023. Factores que incrementan el riesgo de criaderos. <https://www.mspbs.gov.py/portal/26926/factores-que-incrementan-el-riesgo-de-contar-con-criaderos-de-mosquitos.html>

Mondéjar-López M, López-Jimenez AJ, Martínez JC, Ahrazem O, Gómez-Gómez L, Niza E. 2022. Carvacrol and eugenol chitosan nanoparticles as preservative agents in cosmetics. *International Journal of Biological Macromolecules* 206, 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.02.164>

Muñoz-Shugulí C, Rodríguez F, Guarda A, Galotto MJ. 2021. Beta-cyclodextrin: eugenol inclusion complexes.

ESPOCH Congresses 1(1), 463–477.
<https://doi.org/10.18502/epoch.v1i1.9584>

NCBI. 2025. PubChem Compound Summary for CID 3314, Eugenol.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eugenol>

Organización Panamericana de la Salud. 2016. Instrumento para el diagnóstico y atención a pacientes con sospecha de arbovirosis. OPS.
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/31448>

Peng S, Zou L, Liu W, et al. 2015. Storage stability and antibacterial activity of eugenol nanoliposomes. *Journal of Food Protection* 78(1), 22–30.
<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-14-246>

Reyes-Araujo DY, Mora-Herrera ME, Lugo J. 2020. Vermicomposteo de lodos y albahaca. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 36(2), 371–381.
<https://doi.org/10.20937/rica.53537>

Roark RC. 1947. Algunas plantas insecticidas prometedoras. *Economic Botany* 1(4), 437–445.

Sarrami S, Mohajeri FA, Sadeghizadeh-Yazdi J, Jambarsang S, Khalili-Sadrabad E. 2023. Antioxidant activity of clove essential oil on sesame oil stability. *Journal of Nutrition and Food Security*.
<https://doi.org/10.18502/jnfs.v8i3.13280>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2023. Monografía de la albahaca (*Ocimum basilicum*) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/838446/Albahaca_monografi_a_2023.pdf

Secretaría de Salud. 2025. Panorama epidemiológico de dengue (SE 23-2025) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1001819/Pano_dengue_SEM23.pdf

Shahrajabian MH, Sun W, Cheng Q. 2020. Componentes químicos y beneficios farmacológicos de la albahaca. *International Journal of Food Properties* 23(1), 1961–1970.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1828456>

Soria C, Almiron WR, Crocco LB. 2021. *Aedes aegypti*: características y relación con el dengue. Universidad Nacional de Córdoba.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/154857>

Subsecretaría de Políticas de Salud y Bienestar Poblacional. 2025. Cuadro de casos y defunciones de fiebre chikungunya (SE 23-2025) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1001820/CuadroCasosyDefuncionesChiksem23_2025.pdf

Sun Y, Chen X, Liu L, Xu F, Zhang X. 2021. Atmospheric oxidation of eugenol by hydroxyl radicals and

ozone. *Science of the Total Environment* 770, 145203.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145203>

Torres-Galicia I, Cortés-Poza D, Becker I. 2014. Dengue en México: análisis de dos décadas. *Gaceta Médica de México* 150(2), 122–127.



Soporte nutricional en paciente crítico de la Unidad de Cuidados Intensivos. Nutritional support in critical patients in the Intensive Care Unit.

Gutiérrez-Plaza J.P.,¹ Barbosa-Rivas F.A.,² Guzmán-Daniel H.,² Cárdenas-Cortés A.M.,² Niño-Castañeda M. S.,³ Moran-Mártinez J.,³ Betancourt-Martínez N.D.,³ Esquivel-Franco C.G.*²

¹ Universidad Contemporánea de las Américas. Blvd. Juan Pablo II #1170, Santa María del Guido, Col, 58090 Morelia, Mich.

² Facultad de Enfermería. Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Laguna. Monte Vesubio s/n. Fraccionamiento Valle Dorado.

³ Departamento de Biología Celular y Ultraestructura. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Laguna. Av. Morelos no. 900 Ote. C.P. 27000, Torreón Coahuila

*Autor de correspondencia: D.S.P. Claudia Gabriela Esquivel Franco.

Correo: claudiaesquivel@uadec.edu.mx

RESUMEN

El soporte nutricional (SN) se refiere al aporte de nutrientes por vía enteral o parenteral con el propósito de mantener un adecuado estado nutricional en los pacientes críticos en los que la alimentación normal no es posible. El paciente que es ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) presenta una alteración en un órgano vital y diversos trastornos metabólicos que conlleva a requerir más energía y proteínas, al deterioro del sistema inmune, la composición corporal y la función gastrointestinal. El soporte nutricional es administrado a los pacientes por el personal de enfermería. Se realizó una revisión sistemática con metodología de Holly Salmond y Saimbert, se aplicaron los criterios de elegibilidad los cuales fueron con pregunta PIO (Problema, Intervención y Resultados). Con un periodo de análisis de búsqueda bibliográfico fue durante el año 2022. Se aplicó la metodología PRISMA. Con este estudio se identifica que el personal de El soporte nutricional del paciente en estado crítico es muy importante para la evolución favorable del estado de salud iniciándose de manera temprana como tratamiento añadido, a la fecha no existe un aporte calórico general para el paciente en estado grave ya que se tienen que evaluar parámetros muy importantes como lo es la patología y el estado general de salud del paciente; sin embargo la vía de administración es una de las variables ya que ambas requieren cuidados específicos de enfermería en la ministración.

Palabras clave: *Paciente crítico, nutrición, soporte nutricional.*

ABSTRACT

Nutritional support (NS) refers to the provision of nutrients enterally or parenterally with the purpose of maintaining an adequate nutritional status in critically ill patients in whom normal nutrition is not possible. The patient who is admitted to the Intensive Care Unit (ICU) presents an alteration in a vital organ and various metabolic disorders that lead to requiring more energy and protein, deterioration of the immune system, body composition and gastrointestinal function. Nutritional support is administered to patients by nursing staff. A systematic review was carried out with the methodology of Holly Salmond and Saimbert, the eligibility criteria were applied, which were with the PIO question (Problem, Intervention and Results). With a bibliographic search analysis period it was during the year 2022. The PRISMA methodology was applied. This study identifies that the nutritional support of patients in critical condition is very important for the favorable evolution of their health status, starting early as an added treatment. To date, there is no general caloric contribution for patients in critical condition. serious since very important parameters such as the pathology and the general state of health of the patient have to be evaluated; However, the route of administration is one of the variables since both require specific nursing care in administration.

Keywords: *Critical patient, nutrition, nutritional support.*

INTRODUCCIÓN

El soporte nutricional se refiere al aporte de nutrientes por vía enteral o parenteral con el propósito de mantener un adecuado estado nutricional en los pacientes críticos en lo cual la alimentación normal no es posible. El paciente que es ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos presenta una alteración en un órgano vital y diversos trastornos metabólicos que conlleva a requerir más energía y proteínas, al deterioro del sistema inmune, la composición corporal y la función gastrointestinal.

La mala nutrición en el paciente crítico hospitalizado ocurre muy frecuentemente, con una incidencia del 30 al 55%. Lo cual se ha demostrado que todo procede a una estancia hospitalaria prolongada. La nutrición artificial se considera una herramienta terapéutica importante en el cuidado de estos pacientes y aun que no se ha demostrado que haya un aumento de mortalidad, existe la evidencia donde el tipo de nutrición enteral precoz y el uso adecuado del soporte nutricional reduce en un mayor porcentaje la incidencia de infecciones y la morbilidad asociada.

La presencia de deterioro nutricional está relacionada a efectos perjudiciales, es recomendable iniciar el soporte nutricional en un periodo de 5 a 7 días. La nutrición parenteral administrada a los pacientes críticos frecuentemente puede incrementar su morbi-mortalidad. La nutrición enteral debe ser la vía de aporte más recomendada dado que ha existido un efecto beneficiario sobre la tasa de complicaciones infecciosas. La nutrición enteral es recomendable iniciarla en un lapso de las primeras 36 horas del ingreso a la unidad.

El SN a los pacientes críticos dentro de la UCI abarca en un 6% la nutrición parenteral, un 72% la nutrición enteral, mixta un 12.4%. Esto aplica para disminuir un balance negativo de energía y proteínas, reducir la pérdida de masa muscular, mantener la función tisular de diferentes órganos y sistemas, modificar los cambios metabólicos. La nutrición enteral y parenteral pueden presentar complicaciones mecánicas, metabólicas, gastrointestinales e infecciones durante su administración.

La metodología para revisión de la literatura de diseño no experimental, observacional y descriptivo donde se investigan serie de casos y artículos científicos para una mayor eficiencia en las técnicas de soporte nutricional en el paciente crítico, así como también las diferentes vías de administración evaluando sus ventajas y desventajas en cuanto a la mortalidad y complicaciones posibles.

El objetivo de este estudio es conocer las ventajas y desventajas del soporte nutricional en la unidad de cuidados intensivos y los tipos de soporte nutricional más favorables para el paciente crítico y sus actualizaciones. Para esta

revisión sistemática se utilizó el modelo de Virginia Henderson, el cual habla de las 14 necesidades básicas que son esenciales para la identificación y satisfacción de las necesidades de los pacientes, para obtener un bienestar físico, psicológico y social. Virginia Henderson es una enfermera destacada, que se convirtió en una de las figuras más importantes de la enfermería moderna y que incorporó los principios fisiológicos y psicológicos en el ámbito de la enfermería. Se baso en la necesidad 2 que corresponde a comer y beber de forma adecuada se refiere a todos los mecanismos y procesos que el ser humano realiza para ingerir alimentos y líquidos, como lo es la ingestión, deglución, digestión e integración de los nutrientes para la obtención de energía que el cuerpo necesita. Esta necesidad varía de acuerdo con cada persona, de acuerdo a su estilo de vida, sexo, edad, cultura, entre otras. La necesidad 2: este es el más importante, ya que en esta necesidad el paciente tendrá una que ayudará al paciente a comer y beber alimentos que ayudaran a su aporte energético.

La presente revisión sistemática se llevó a cabo de acuerdo con los seis pasos de Holly Salmond y Saimbert (2016), los cuales son apropiados para la práctica de enfermería y consisten en los siguientes pasos.

- 1) Formular una pregunta.
- 2) Establecer criterios de inclusión y exclusión.
- 3) Desarrollar estrategia de búsqueda.
- 4) Seleccionar artículos para ser incluidos en la revisión.
- 5) Extraer datos.
- 6) Sintetizar los datos.

En cuanto a los criterios de elegibilidad de la presente revisión sistemática se implementaron de la pregunta estructurada PIO (Problema, Intervención y Resultado) basado en los artículos originales de libre acceso para facilitar la búsqueda de bibliografía con fecha del 2018-2022 hasta la actual, que fue aceptado como evidencia científica en idioma inglés y español, considerando el soporte nutricional en el paciente en estado crítico.

En cuanto a la búsqueda, se realizó en las bases de datos, Scielo, Medline, Redalyc y Google académico donde los términos utilizados fueron: paciente crítico, nutrición, soporte nutricional. Respetando los criterios de selección establecidos; quedando un total de 8 artículos como muestra para la presente revisión sistemática. Para la estrategia de búsqueda se consultaron las palabras claves en los descriptores de las ciencias de la salud DeCS y Medical Subjects headings MESH, combinando con palabras con los operadores booleanos "AND" y "OR". La estrategia de búsqueda empleada en todas las bases de datos fue: Nutritional Sciences and Patients or critical. La selección de estudios se realizó de acuerdo con los criterios de elegibilidad, por lo cual se empleó el gestor bibliográfico

Mendeley para organizar los artículos encontrados, eliminando los duplicados, incompletos y artículos que no cumplieron con los criterios establecidos. Además, se utilizó también en esta revisión el diagrama PRISMA para discriminar los artículos que no cumplieran con dichos parámetros.

El proceso de recolección de datos se realizó a través del gestor bibliográfico Mendeley que se organizó por carpetas los artículos en las bases de datos, donde fueron seleccionados con base en los descriptores de ciencias de la salud. Después se contabilizó el total de estudios encontrados en las 5 diferentes bases de datos y se prosiguió a la eliminación de los artículos que no contaban con los criterios establecidos. Se eliminaron los artículos por título y resumen que no tuvieran relación con la pregunta de investigación, quedando como resultado un total de 8 artículos para leer a texto completo y realizando una lectura crítica.

Tabla 1. Criterios de elegibilidad.

P	I	O
Paciente Crítico	Nutrición	Métodos de Soporte Nutricional

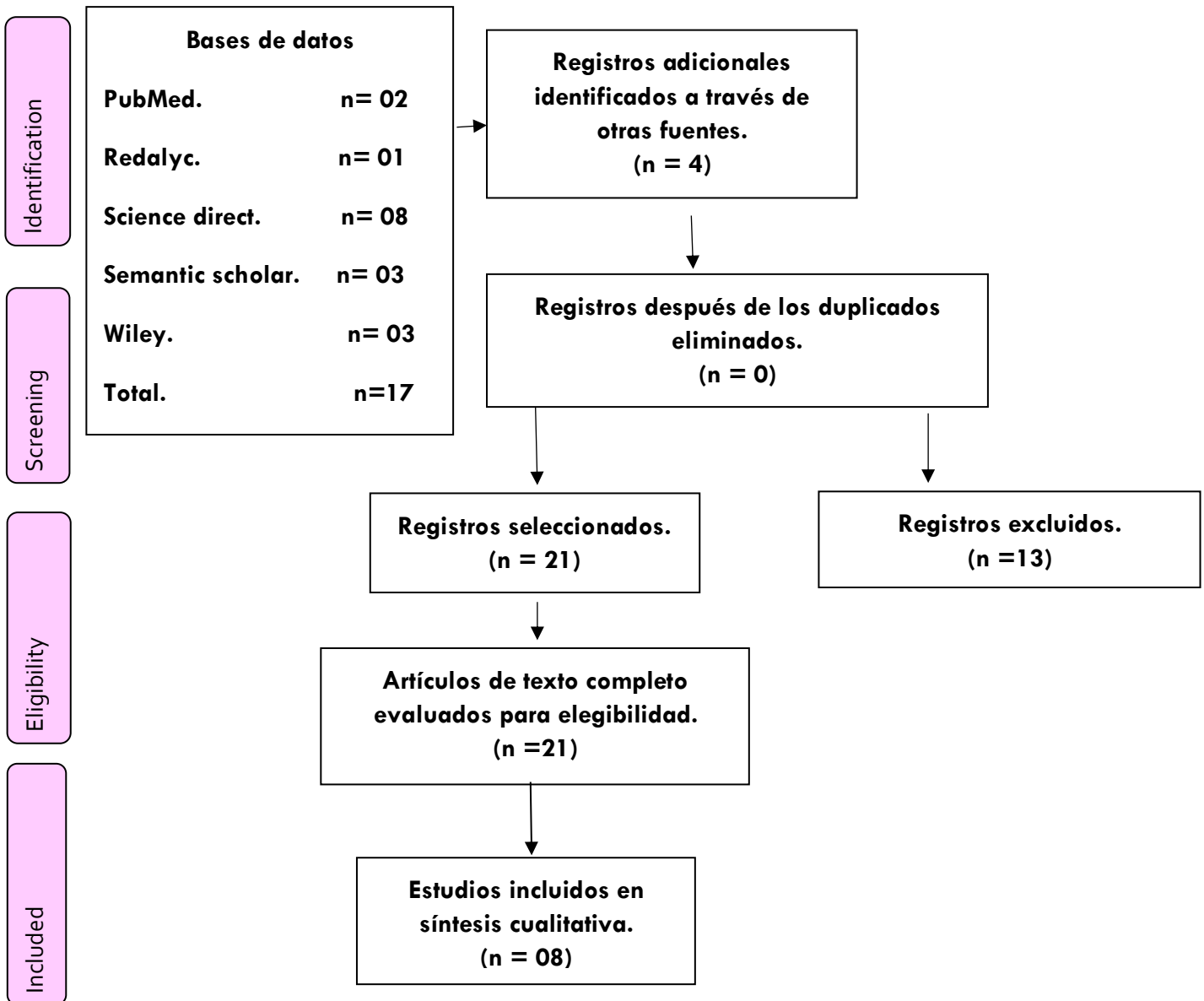


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

RESULTADOS

Selección de estudios

1. Resultados del soporte nutricional en una UCI polivalente.
2. Nuevos sistemas de implementación del soporte nutricional.
3. Incidencia de complicaciones del soporte nutricional en pacientes críticos.
4. Recomendaciones para la valoración y el soporte nutricionales especializado de los pacientes críticos.
5. Soporte nutricional en el paciente obeso crítico.
6. Calidad del soporte nutricional artificial en una unidad de cuidados intensivos.
7. Soporte nutricional del paciente crítico: ¿a quién, ¿cómo y cuándo?
8. Impacto de un proceso de mejora de la calidad en el estado del soporte nutricional en una unidad de cuidados intensivos.

Calidad metodológica

Presentar la calidad metodológica, de acuerdo con la fuerza de la evidencia revisada de investigaciones individuales u otras fuentes (Stetler et al., 1998).

Nivel I: metaanálisis de múltiples estudios controlados.

Nivel II: Estudio experimental individual.

Nivel III: Estudio cuasiexperimental tal como no aleatorizado prueba pre-post controlada de un solo grupo, tiempo series o estudios de casos y controles emparejados.

Nivel IV: Estudio no experimental, como el correlacional investigación descriptiva y cualitativa o de casos estudios.

Nivel V: Reporte de caso u obtenido sistemáticamente, verificable calidad o datos de evaluación del programa.

Nivel VI: Opinión de autoridades respetadas con base en su experiencia clínica o las opiniones de un comité de expertos, incluida su interpretación de información no basada en investigaciones. Este nivel también incluye opiniones regulatorias o legal.

En la síntesis de resultados se encontró lo siguiente:

En el artículo “Nuevos sistemas de implementación del soporte nutricional en pacientes de la UCI” se menciona que es importante conocer los requerimientos energéticos para los pacientes críticos y para ello se utiliza la calorimetría indirecta, en la cual se lleva a cabo la monitorización del aporte nutricional que realmente recibe el paciente. La *eficacia en el aporte de nutrientes* se determina mediante la relación entre el volumen de nutrientes recibido por los pacientes y el volumen que ha sido prescrito de acuerdo con los cálculos realizados:

Volumen nutricional administrado

$Eficacia\ nutricional = x\ 100$

Volumen nutricional pautado

La eficacia nutricional de la nutrición parenteral es habitualmente del 100%, dado que la facilidad de aplicación de la técnica de infusión intravenosa consigue que se administre la totalidad de los requerimientos y resultando

más sencilla de manipular en sus diferentes fases: prescripción, elaboración y administración a los pacientes. Por el contrario, la eficacia nutricional de la nutrición enteral es inferior al 70%. la NE resulta un proceso complejo para conseguir un aporte correcto sobre todo en la fase de administración a los pacientes, además que requiere un sistema protocolizado para asegurar la eficacia del tratamiento por ello se le asocian varias complicaciones ante un mal uso de técnicas, entre ellas pueden ser: El *aumento del residuo gástrico* siendo la más frecuente debido a la disminución del vaciamiento gástrico en los pacientes y el *estreñimiento*.

Es por ello que el conocimiento y las capacitaciones al personal de enfermería con técnicas y protocolos ante las rutinas hospitalarias para lograr la eficiencia del aporte nutricional.

Los dos factores más importantes para lograr un éxito en el soporte nutricional son críticos son: 1) la prescripción adecuada y precoz de los requerimientos nutricionales de manera individualizada y 2) el seguimiento adecuado del cumplimiento de los objetivos nutricionales. Ambos aspectos pueden ser mejorados con la intervención de metodologías avanzadas (González, "Nuevos sistemas de implementación del soporte nutricional en pacientes de la UCI, 2013).

En el artículo “Recomendaciones para la valoración nutricional y el soporte nutricional especializado de los pacientes críticos” se abordó el tema de soporte nutricional en pacientes dependiendo de la propia indicación, el tipo de substratos que van a ser aplicados, la vía de administración y la mezcla de los nutrientes, todo esto derivado de las múltiples patologías y respuestas metabólicas esperadas, por lo cual no se pueden dar recomendaciones globales sobre soporte nutricional de manera general en el área de cuidados intensivos además que la aparición de substratos con clara acción fármaco-nutriente hace que, cada vez más, el soporte nutricional especializado esté dirigido también a la modulación metabólica y de las respuestas inflamatoria e inmunitaria de situaciones clínicas determinadas, una vez establecido el que se va a utilizar.

Entre ellos es importante clasificar el tipo de paciente para la nutrición más especializada dependiendo de su patología entre las cuales encontramos:

La insuficiencia renal aguda, insuficiencia hepática, pancreatitis aguda, insuficiencia respiratoria o gastrointestinal, hiperglucemia y diabéticos, neoplasia digestiva, con inmunodeficiencia adquirida, pacientes con quemaduras graves y sepsis. (C. Ortiz Leyba, 2006).

También se estudió el artículo “Soporte nutricional en el paciente obeso crítico” donde se fijan que los objetivos del soporte nutricional en el paciente crítico son prevenir la morbilidad y mortalidad directamente atribuibles a la deficiencia de macro- y micronutrientes y minimizar la pérdida de masa magra corporal.

Generalmente se considera al paciente crítico obeso

Tradicionalmente, se considera que el paciente tiene una disminución proteica alta debido al descenso de concentración de proteínas séricas y masa muscular

acompañado de un alto riesgo de complicaciones como pueden ser infecciosas, descontrol de la diabetes y síndrome de dificultad respiratoria aguda las cuales deberán diagnosticarse y tratarse de forma precoz ya que pueden aumentar la mortalidad en estos pacientes. El paciente obeso crítico se caracteriza por sufrir cambios en el metabolismo los cuales podrían conducir a un aumento de sus requerimientos energéticos, con un acelerado catabolismo proteico. El primer objetivo del soporte nutricional debe ser minimizar la pérdida de masa magra. El paciente crítico pierde alrededor del 1% de su masa magra por día, mayoritariamente a expensas del músculo esquelético. Régimen nutricional en el paciente obeso crítico: Se sugiere que la nutrición hipocalórica puede mejorar los resultados, en parte debido a una menor tasa de complicaciones infecciosas además que la hiperglucemia se asocia estrechamente con un aumento de las infecciones y que glucemias plasmáticas (A. Mesejo Arizmendi, 2011).

En el artículo “Soporte nutricional del paciente crítico: ¿a quién, cómo y cuándo?”

Se demuestra que los pacientes críticos presentan un estado hipermetabólico como respuesta a la agresión recibida, lo que los lleva a un proceso rápido de desnutrición además que los pacientes críticos con peores parámetros nutricionales se acompañan de una mayor número de complicaciones y estancias hospitalarias prologadas. Se ha establecido un periodo como máximo de 7 días desde el ingreso como lapso máximo para iniciar con la administración del soporte nutricional, la vía de administración puede en sí misma condicionar el pronóstico, de forma independiente al hecho de prevenir o revertir las alteraciones nutricionales por lo cual existen dos maneras de dicho tratamiento que puede ser por vía parenteral o vía enteral, pero eso se definirá al estudiar la paciente de forma individual (F. J. Fernández Ortega, 2012)

Análisis de resultados

Los resultados encontrados en estudios de serie de casos se logra demostrar que el tiempo de inicio de la nutrición debe ser entre las 24 a las 48 horas al ingreso el paciente en el área de cuidados intensivos, sin embargo los pacientes que fueron tratados con soporte nutricional presentaron un mayor número de mortalidad e infecciones diversas a los que no fueron sometidos a este tratamiento; entre las complicaciones más comunes podemos encontrar el residuo gástrico y la diarrea ocasionados por hipofosfatemia y por la sepsis por catéter. En los artículos se comprueba que el paciente crítico tiende a iniciar un proceso de desnutrición y con la pérdida de la masa corporal por lo que es vital conocer los requerimientos energéticos con una prescripción adecuada derivada a la patología y estado general de salud del paciente, porque de lo contrario pueden ocurrir complicaciones, estancias prologadas en la unidad de cuidados intensivos e incluso puede ser mortal.

La vía de administración puede ser parenteral o enteral, sin embargo existe mucha diferencia entre ambas ya que por cuestiones clínicas alguna vía se adecue más al paciente, las técnicas y protocolos a utilizar en la NE deben ser más especializados ya que se ha demostrado que tiende a

haber más complicaciones entre las más frecuentes encontramos el residuo gástrico que se da por el vaciamiento gástrico.

En los resultados analizados las recomendaciones especializadas para el soporte nutricional fueron las siguientes:

En otro estudio de estado nutricional en pacientes críticos mediante índices de riesgo, la mayoría de los pacientes estaban en estado de desnutrición grave. (Larrondo M. et al. , 2020). La prevalencia de desnutrición hospitalaria esta entre 10% y 85% en pacientes críticos con ventilación mecánica, así como marcadores de valoración empleados para su evaluación (Zavala C. et al., 2019).

En ciertas condiciones clínicas que producen isquemia intestinal, se ha encontrado que la adecuada administración de la nutrición enteral reduce la apoptosis de las células del intestino, mejorando la respuesta inmune tanto local y sistemática, lo cual disminuye el riesgo de infección. (Rendon R., et al. ,2019). En paciente con hiponatremia es importante y en presencia de gravedad neurológica, administrar solución hipertónica, retirando parcialmente el soporte nutricional. (Gómez Hoyos et al., 2019).

Existen ciertas deficiencias en la técnica para la nutrición enteral a largo plazo, debería de realizarse mayores estudios del procedimiento que al igual que los materiales utilizados. (Ruiz Y.,2019). Chulvi V., 2024 refiere en su investigación que al identificar puntos críticos y áreas de mejora de la calidad asistencial del proceso, la importancia de la elaboración de una guía para optimizar la intervención nutricional para mejoría del paciente.

DISCUSIÓN

El soporte nutricional en pacientes críticos es importante para el estado de salud, sin embargo, se tiene que evaluar varios factores acordes con la fisiología y la patología del paciente ya que se encontraron datos de que existe una mayor mortalidad entre los pacientes que se encuentran en los dos grupos extremos, malnutridos y obesos extremos (A. Mesejo Arizmendi, 2011), a pesar de investigaciones científicas aún no se puede dar una cantidad de aporte nutricional específico sin embargo se demostró que en periodos prolongados a las dos semanas de ayuno se han asociado a una mayor tasa de mortalidad y complicaciones en el paciente crítico (F. J. Fernández Ortega, 2012).

CONCLUSIÓN

El soporte nutricional del paciente en estado crítico es muy importante para la evolución favorable del estado de salud del iniciándose de manera temprana como tratamiento añadido, a la fecha no existe un aporte calórico general para el paciente en estado grave ya que se tienen que evaluar parámetros muy importantes como lo es la patología y el estado general de salud del paciente; sin embargo la vía de administración es una de las variables ya que ambas requieren cuidados específicos en la ministración de ellas.

Las limitaciones de este estudio solo se centran en investigaciones ya que se debe continuar con el seguimiento para evaluar el soporte nutricional del paciente crítico

dependiendo de la patología y del estado de salud particular del paciente. Es importante capacitar al personal de enfermería con técnicas y protocolos que sean actualizados y adecuados para el éxito del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

A. Martinuzzi, E. F. (2011). Impacto de un proceso de mejora de la calidad en el estado del soporte nutricional en una unidad de cuidados intensivos. *Nutrición hospitalaria*, 10.

A. Mesejo Arizmendi, M. A. (2011). Soporte nutricional en el paciente obeso crítico. *Nutrición hospitalaria*, 11.

C. Ortiz Leyba, J. C. (2006). Recomendaciones para la valoración nutricional y el soporte nutricional especializados de los pacientes críticos. *Nutrición Hospitalaria*, 4.

C. Serón Arbeloa, M. Z. (2010). Resultados del soporte nutricional en una UCI. *Nutrición hospitalaria*, 10.

Chulvi, V.R., Ezequiel, I.C., L. Ochenduzco, S., Molins, P.C., De Julian, C.M., Veses, M.S., Maestu, M. I. (2024). Monitorización del grado de satisfacción tras intervención nutricional en pacientes con cáncer. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 44(1), 45-253. <https://doi.org/10.1377/journal.pone.0209899>

F. J. Fernández Ortega, F. J. (2012). Soporte nutricional del paciente crítico: ¿a quién, cómo y cuándo? *Nutrición hospitalaria*, 6.

González, J. C. (2011). Nuevos sistemas de implementación del soporte nutricional. *Nutrición hospitalaria*, 9.

González, J. C. (2013). "Nuevos sistemas de implementación del soporte nutricional en pacientes de la UCI. *Nutrición Hospitalaria*, 9.

González, R.Y., Corona B.C., Fernández, A.R., Braganini, R.P., Siles, H.A., Ruiz de Termino, B.M., Elías, P.J. (2019). PEG versus LAP: hacia una técnica más segura para la nutrición a largo plazo. *Cirugía Pediátrica*. 32, 69-73.

Hoyos Gomez E., Serrano Valles C., Luis Roman D.A. (2019). Manejo de hiponatremia en pacientes con nutrición artificial. *Nutrición Clínica en Medicina*. 13(2), 99-112. DOI:10.7400/NCM.2019.13.2.5076

L. Santana-Cabrera, G. O.-N.-M. (2005). Calidad del soporte nutricional artificial en una unidad de cuidados intensivos. *Nutrición hospitalaria*, 7.



Disfunción inmunometabólica en el VIH: bases epistemológicas Immunometabolic Dysfunction in HIV: Epistemological Foundations.

Gutiérrez-Salas A. A.,^{1,2} Delgadillo-Guzmán D.,¹ Hernández-Silva M.,¹ López-Márquez F. C.,^{2*}

¹ Facultad de Medicina Unidad Laguna, Universidad Autónoma de Coahuila. Av. Morelos 900-Oriente, Primero de Cobián Centro, 27000 Torreón, Coah.

² Departamento de Inmunobiología Molecular, Centro de Investigación Biomédica, Universidad Autónoma de Coahuila. C. Gregorio A. García 198-Sur, Primero de Cobián Centro, 27000 Torreón, Coah.

*Autor de correspondencia: Dr. Francisco Carlos López Márquez
Correo: francisco.lopez@uadec.edu.mx

RESUMEN

Introducción: Actualmente no se ha establecido de forma concluyente la relación entre el síndrome metabólico y las citocinas proinflamatorias en personas que viven con VIH. Se sugiere que la inflamación crónica, derivada de la viremia y de alteraciones metabólicas, podría explicar esta asociación. Este artículo propone una reflexión epistemológica orientada a fortalecer la comprensión científica y la aplicación de la bioética en futuras investigaciones epidemiológicas. **Material y métodos:** Se realizó un estudio cualitativo con enfoque hermenéutico y epistemológico. Se desarrolló un análisis documental y crítico de artículos científicos, revisiones sistemáticas y documentos normativos relacionados con VIH, citocinas y síndrome metabólico. **Resultados:** El análisis permitió identificar patrones e implicaciones éticas y epistemológicas en la literatura revisada. Se retoman las ideas de David Hume sobre el conocimiento basado en la experiencia y de Bradford Hill sobre los criterios de causalidad en epidemiología, como referentes para la construcción del saber científico. En conclusión, la integración del pensamiento filosófico y bioético en la investigación médica permite reinterpretar el conocimiento desde una visión humanista, recuperando aprendizajes del pasado para orientar la ciencia hacia una práctica más reflexiva, ética y socialmente responsable.

Palabras clave: citocinas, bioética, causalidad, síndrome metabólico, VIH.

ABSTRACT

Introduction: The relationship between metabolic syndrome and proinflammatory cytokines in people living with HIV has not been conclusively established. It is suggested that chronic inflammation, derived from viremia and metabolic alterations, could explain this association. This article proposes an epistemological reflection aimed at strengthening scientific understanding and the application of bioethics in future epidemiological research. **Materials and methods:** A qualitative study was conducted with a hermeneutic and epistemological approach. A documentary and critical analysis of scientific articles, systematic reviews, and regulatory documents related to HIV, cytokines, and metabolic syndrome was performed. **Results:** The analysis allowed us to identify patterns and ethical and epistemological implications in the reviewed literature. The ideas of David Hume on experience-based knowledge and Bradford Hill on the criteria of causality in epidemiology are taken up as references for the construction of scientific knowledge. In conclusion, the integration of philosophical and bioethical thought into medical research allows us to reinterpret knowledge from a humanistic perspective, recovering lessons from the past to guide science toward a more reflective, ethical, and socially responsible practice.

Keywords: *Ocimum basilicum L.*, eugenol, natural repellent, stability, *Aedes aegypti*.

INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de la historia, la humanidad se ha enfocado en tratar de explicar los fenómenos que lo rodean. Un ejemplo de ello son los filósofos de la antigua Grecia, los que, a pesar de tener múltiples enfoques en diversas áreas de estudio se centraban en la tarea de generar nuevos conocimientos y así indirectamente fincar las bases principales de lo que hoy llamamos epistemología. Existen definiciones diversas del concepto de epistemología, Piaget lo planteaba como el estudio del pasaje del menor conocimiento a un conocimiento más avanzado enfocándose en el proceso y no en el conocimiento en sí. Para otros autores epistemología es el recorrido que realiza el sujeto con respecto a la construcción del conocimiento científico. Ceberio y Watzlawick (1998) definen la epistemología como una palabra compuesta derivada del griego episteme que significa conocimiento, y es una rama de la filosofía que se ocupa de todos los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez de este (Jaramillo Echeverri, 2003).

Nuestro concepto de epistemología es la forma de adquisición de conocimiento y sus modificaciones sufridas a través de la época, el entorno social, político-económico, cultural y la percepción del propio individuo. Deberá ser considerado el individuo y el entorno en el que se desenvuelve puesto que las creencias de temporalidad están relacionadas con la subjetividad o tendencia a la consideración de normas y principios éticos. Por lo tanto, la relación individuo-entorno se verá afectado conforme al tiempo y a la evolución de las generaciones. Creando de esa manera la trascendencia histórica de la generación del conocimiento a través del cambio individual. Por consiguiente, en este artículo el objetivo fue reflexionar

epistemológicamente sobre la relación entre algunos biomarcadores inflamatorios como las citocinas proinflamatorias y el síndrome metabólico en personas que viven con VIH, considerando las implicaciones bioéticas de los estudios observacionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del Estudio

Este estudio se enmarca dentro de una investigación cualitativa con un enfoque hermenéutico y epistemológico.

Se realiza un análisis crítico de la literatura existente sobre citocinas proinflamatorias, síndrome metabólico y VIH desde una perspectiva bioética. La reflexión se centra en los enfoques epidemiológicos utilizados en investigaciones previas y su impacto en la comprensión de la relación entre inflamación y síndrome metabólico en personas que viven con VIH.

Criterios de Selección de Fuentes

Se realizó una selección rigurosa de fuentes científicas y documentales bajo los siguientes criterios:

- Artículos científicos y revisiones sistemáticas publicadas en revistas indexadas en bases de datos como PubMed, Scopus y Web of Science.
- Documentos normativos y bioéticos relevantes, incluyendo declaraciones internacionales sobre investigación en salud.
- Estudios epidemiológicos sobre VIH y síndrome metabólico en diversas poblaciones, privilegiando aquellos con un enfoque en biomarcadores inflamatorios.

Se identificaron inicialmente 14 artículos relacionados con citocinas proinflamatorias, síndrome metabólico y VIH. Tras la eliminación de duplicados y la revisión de títulos y resúmenes, se excluyeron 7 estudios por no abordar el fenómeno desde una perspectiva epidemiológica o conceptual pertinente. Finalmente, se incluyeron 7 documentos para el análisis cualitativo

Técnica de Análisis

Para el análisis de la información, se emplearon las siguientes estrategias metodológicas:

- Análisis documental: Revisión e interpretación crítica de textos científicos y normativos mediante un método de análisis de contenido.
- Categorización temática: Identificación de patrones en los estudios analizados en torno a la inflamación, el síndrome metabólico y las implicaciones bioéticas.
- Enfoque epistemológico: Reflexión crítica sobre la construcción del conocimiento en la literatura científica y sus implicaciones en la comprensión de la enfermedad y el tratamiento.

RESULTADOS

El análisis documental y epistemológico realizado permitió identificar múltiples patrones conceptuales, epidemiológicos y éticos sobre la relación entre inflamación crónica, citocinas proinflamatorias y síndrome metabólico en personas que viven con VIH. A lo largo de la revisión se agruparon los hallazgos en seis ejes principales: la caracterización de la generación del conocimiento en el campo, los hallazgos epidemiológicos sobre síndrome metabólico en VIH, la evidencia sobre tratamiento antirretroviral y metabolismo, la presencia de hallazgos inesperados, la identificación de criterios de causalidad aplicados en estudios previos y el análisis bioético de los diseños observacionales.

Patrones identificados sobre generación del conocimiento en VIH, inflamación y metabolismo

Con base en la revisión, se observó que la literatura en torno a VIH, citocinas y síndrome metabólico describe que el conocimiento en este campo se ha construido a partir de experiencias acumuladas, ensayos clínicos iniciales, estudios observacionales y análisis fisiopatológicos sucesivos (Hume, 2020; Sánchez, 2004). La producción científica avanza frecuentemente a partir de percepciones iniciales que posteriormente se reevalúan. En el caso del síndrome metabólico en VIH, la evidencia muestra una secuencia histórica en la que primero se identificó la prevalencia elevada de alteraciones metabólicas en poblaciones con VIH; posteriormente se atribuyó una parte importante de estas alteraciones a la terapia antirretroviral (TAR); y finalmente surgió la hipótesis de que la inflamación crónica podría representar un eje fisiopatológico central (Valdivia Caramantin & Julca Malca, 2020). La revisión indicó que este patrón es consistente en la mayoría de los artículos incluidos.

Evidencia epidemiológica sobre síndrome metabólico y VIH

Los estudios revisados, tanto transversales como revisiones sistemáticas, reportan una prevalencia significativamente mayor de síndrome metabólico en personas que viven con VIH respecto a la población sin infección, especialmente en quienes reciben tratamiento antirretroviral (Masenga et al., 2020; Mondy et al., 2007). Los mecanismos propuestos incluyen a la inflamación crónica sostenida; alteraciones en la distribución del tejido adiposo; desregulación de adipocinas; e interacción entre infección viral, inmunidad y

metabolismo (Masenga et al., 2020). Si bien la evidencia epidemiológica es abundante, destaca su carácter heterogéneo, con resultados no siempre concordantes.

Evidencia sobre citocinas proinflamatorias

Los estudios incluidos señalan la elevación persistente de marcadores inflamatorios como IL-6, IL-1 β , TNF- α y PCR ultrasensible en personas con VIH, incluso en quienes presentan supresión viral a largo plazo (Zicari et al., 2019).

Algunos estudios encuentran asociaciones entre estos biomarcadores y componentes del síndrome metabólico, especialmente hipertrigliceridemia, resistencia a la insulina y obesidad visceral (Valdivia Caramantin & Julca Malca, 2020). Sin embargo, otros reportes no logran corroborar esta relación, destacando la compleja y multifactorial interacción entre inflamación, inmunidad y metabolismo.

Hallazgos relacionados con el tratamiento antirretroviral (TAR)

La revisión documental confirmó que los inhibidores de proteasa han sido históricamente asociados con alteraciones metabólicas como dislipidemia e hipertrigliceridemia (Blanco et al., 2019; P. López et al., 2009). Sin embargo, estudios recientes no replican estos hallazgos, situación que plantea una reevaluación crítica de estas asociaciones.

Llama la atención que, pese a la evidencia acumulada, la relación entre TAR e inflamación metabólica no sigue un patrón uniforme: existen poblaciones donde no se observan efectos lipídicos significativos, así como otras donde la alteración es evidente, lo que subraya la influencia de factores genéticos, ambientales y clínicos.

Hallazgos inesperados y variabilidad interindividual

El análisis permitió identificar reportes de asociaciones que se considerarían esperadas pero que no se observaron en ciertos estudios. Un ejemplo destacado es la ausencia de asociación entre inhibidores de proteasa y niveles séricos de triglicéridos en algunas poblaciones, pese a que la literatura clásica los había señalado como principales responsables de tales alteraciones metabólicas (Blanco et al., 2019). Este hallazgo, recurrente en varios artículos, muestra un rasgo metodológico: la variabilidad interindividual y la multiplicidad causal, que dificultan establecer asociaciones

unidireccionales.

Identificación de criterios de causalidad aplicados en la literatura

A lo largo de los estudios revisados se identificó un uso implícito de los criterios de Bradford Hill, particularmente aquellos relacionados con fuerza de asociación, analogía, plausibilidad y coherencia (Hill, 1965). Varios estudios comparaban resultados con hallazgos en otras enfermedades inflamatorias crónicas o buscaban consistencia entre investigaciones previas. También fue evidente la influencia indirecta de nociones humanas de causalidad en la forma en que algunos autores describen la incertidumbre sobre asociaciones no comprobadas (De Pierris, 2002; Sánchez, 2004). Asimismo, se identificó que el criterio de temporalidad es el menos documentado debido al diseño transversal predominante (Mondy et al., 2007).

Revisión bioética de los estudios observacionales

La revisión de documentos normativos permitió observar que los estudios epidemiológicos incluidos operan bajo la normatividad bioética correspondiente apegándose al Código de Núremberg (1947), la Declaración de Helsinki (2016), el Informe de Belmont (LA & DE, n.d.), la Declaración de Tapei (Mundial, 2016), la normas de CIOMS (Macrae, 2007) y a las Buenas Prácticas Clínicas (S. L. G. López, 2008; Osorio, 2015) como se puede apreciar en la Tabla 1. Siguiendo principios como: Consentimiento informado, confidencialidad, minimización de daño, reporte responsable de resultados y aprobación por comités de ética. Sin embargo, algunos estudios destacan la necesidad de considerar inequidades en salud y vulnerabilidad social como parte del diseño ético de investigaciones en poblaciones con VIH.

DISCUSIÓN

Los resultados del análisis documental permiten realizar una reflexión epistemológica integral sobre la producción del conocimiento en torno a la relación entre inflamación crónica, citocinas y síndrome metabólico en personas que viven con VIH. Esta discusión se estructura retomando los aportes de David Hume, la comparación con los criterios de causalidad de Bradford Hill y las implicaciones bioéticas para investigaciones observacionales.

Generación del conocimiento científico: lectura desde Hume

Los hallazgos evidencian que el campo del VIH y el síndrome metabólico se ha construido progresivamente mediante

experiencias, percepciones y reinterpretaciones científicas, en concordancia con el pensamiento de Hume, quien plantea que el conocimiento surge de las impresiones y las ideas derivadas de ellas (Hume, 2020). El hecho de que no todos los estudios confirmen asociaciones previamente aceptadas (por ejemplo, entre inhibidores de proteasa y triglicéridos) ilustra cómo las ideas científicas cambian a partir de nuevas experiencias experimentales, tal como Hume propone.

Asimismo, la observación de que solo algunos pacientes desarrollan síndrome metabólico pese a recibir el mismo tratamiento refuerza su principio de que no puede hablarse de causalidad absoluta sin considerar al sujeto, el tiempo y el contexto individual (Fernandez Santillan, 2016).

Tabla 1. Normatividad bioética aplicable a proyectos de investigación epidemiológicos.

	Código de Núremberg	Declaración de Helsinki	Informe de Belmont	Declaración de Tapei	CIOMS	Buenas Prácticas Clínicas	Aplicable al proyecto
Consentimiento informado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Resultados en beneficio de la sociedad	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Diseño del experimento justificado	✓	✓			✓	✓	✓
Evitar daño y sufrimiento mental o físico	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Evitar producir daño o muerte	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Menor riesgo sobre el beneficio a obtener	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Proteger al sujeto de lesiones, incapacidad o muerte	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Personal capacitado	✓	✓				✓	✓
Libertad de participación	✓	✓				✓	✓
Fin al experimento	✓					✓	
Precaución en investigaciones que puedan dañar el medio ambiente		✓				✓	✓
Los ensayos clínicos deben de registrarse en base de datos		✓				✓	
Intervención no comprobada		✓				✓	
Confidencialidad y privacidad				✓		✓	✓
Derecho del individuo sobre su información				✓	✓		✓
Regulación sobre la investigación clínica				✓		✓	
Entornos de bajos recursos					✓		

Variaciones inesperadas y construcción de ideas complejas

El hallazgo de asociaciones no observadas en ciertos estudios revela la importancia de comprender la ciencia como un

proceso dinámico en el que las percepciones, tanto esperadas como inesperadas, generan nuevas ideas y obligan a reconsiderar los paradigmas existentes. En este sentido, la ausencia de una relación universal entre TAR y trastornos metabólicos no se interpreta como un fracaso, sino como una ampliación del marco interpretativo disponible, consistente con la epistemología humeana.

Comparación entre los criterios de causalidad de Hume y Bradford Hill

El análisis de los resultados permite interpretar cómo los criterios de causalidad de Hill encuentran paralelos en la filosofía de Hume. Por ejemplo:

- Causa–efecto (Hume) y secuencia temporal (Hill) coinciden en la necesidad de precedencia temporal, lo cual aún no se ha demostrado con estudios longitudinales (De Pierris, 2002; Hill, 1965).
- Multiplicidad de instancias (Hume) se refleja en la fuerza de asociación de Hill, criterio limitado por resultados inconsistentes (Mondy et al., 2007).
- Efectos similares provienen de causas similares (Hume) aparece en la analogía de Hill, útil para
- comparar VIH con otras condiciones inflamatorias crónicas.
- La misma causa produce el mismo efecto (Hume) tiene eco en la coherencia y especificidad de Hill, hoy cuestionadas por la evidencia de multifactorialidad (Palacios et al., 2012).

Este paralelismo conceptual ilustra cómo la epidemiología moderna continúa utilizando bases filosóficas sin mencionarlas explícitamente.

Multifactorialidad y complejidad en VIH y metabolismo

La evidencia recogida confirma que el síndrome metabólico en personas que viven con VIH no responde a un único mecanismo causal. Más bien, emerge de la interacción entre inflamación crónica, TAR, adipocinas, genética, hábitos de vida y factores sociales, lo que supera modelos lineales de causalidad y requiere un enfoque sistémico (Masenga et al., 2020; Valdivia Caramantin & Julca Malca, 2020).

Aportes de la plausibilidad y evidencia experimental

Aunque la plausibilidad biológica sugiere que la inflamación crónica podría ser un factor contribuyente al síndrome metabólico, esta explicación sigue incompleta. Los estudios experimentales, como los realizados en células de amígdala humana que muestran reducción de inflamación al bloquear inmunoactivación (Zicari et al., 2019), aportan evidencia

relevante, aunque limitada debido a la complejidad de extrapolar modelos celulares a poblaciones humanas.

Reflexión bioética

Las investigaciones epidemiológicas sobre VIH deben cumplir principios éticos sólidos debido a la vulnerabilidad de esta población. La revisión muestra que los estudios observacionales suelen alinearse con los lineamientos de Nüremberg (1947), Helsinki (2016), Belmont y CIOMS (Macrae, 2007). Sin embargo, la ética no debe limitarse a cumplir requisitos procedimentales: la epistemología ayuda a reconocer que generar conocimiento implica responsabilidad, especialmente cuando este conocimiento incide en decisiones clínicas, políticas de salud y prácticas de atención.

Integración final

La combinación de análisis filosófico, epidemiológico y ético permite comprender que el estudio de la inflamación y el síndrome metabólico en VIH no solo requiere datos científicos, sino un marco interpretativo que reconozca la

incertidumbre, la variabilidad humana y la responsabilidad moral de producir conocimiento que beneficie a la sociedad.

CONCLUSIÓN

Esta reflexión tuvo como principal objetivo el abordaje de distintas perspectivas de carácter epistemológico con la finalidad de hacer conciencia de la importancia de tomar en cuenta la normatividad bioética aplicable en futuras investigaciones epidemiológicas con carácter observacional. La evolución de la ciencia a través de los años es un punto notable, sin embargo, podemos observar ciertas similitudes entre pensadores como David Hume y el epidemiólogo Bradford Hill, lo que nos invita a volver sobre nuestras pisadas como humanidad con la intención de aprender a ver el mundo con los ojos del pasado, aplicar y ajustar esos conocimientos a nuestra sociedad actual.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización y publicación de este trabajo.

Este estudio se basa en información disponible en fuentes públicas y bases de datos científicas, garantizando la integridad y fidelidad de las fuentes consultadas. No se manipulan datos ni se realizan intervenciones con sujetos humanos. Asimismo, se reflexiona sobre la equidad en la

investigación y el acceso a tratamientos para personas que viven con VIH, enmarcando el análisis dentro de principios bioéticos fundamentales como la justicia y la beneficencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrios Osuna, I., Anido Escobar, V., & Morera Pérez, M. (2016). Declaración de Helsinki: cambios y exégesis. *Revista Cubana de Salud Pública*, 42.
- Blanco, M. A. M., Feola, P., & Dordelly, T. (2019). Alteración del metabolismo de glucosa y lípidos en los pacientes con virus de inmunodeficiencia humana. *Boletín Venezolano de Infectología*, 30(2), 122–130.
- de Núremberg, C. (1947). *Código Nuremberg 1947: Código de ética médica de Núremberg*.
- De Pierris, G. (2002). Causation as a philosophical relation in Hume. *Philosophy and Phenomenological Research*, 64(3), 499–545.
- Fernandez Santillan, J. (2016). David Hume y el contractualismo. *Política y Sociedad*, 53(2).
- Hill, A. B. (1965). *The environment and disease: association or causation?* Sage Publications.
- Hume, D. (2020). *Tratado de la naturaleza humana*. Editorial Verbum.
- Jaramillo Echeverri, L. G. (2003). ¿Qué es Epistemología? *Cinta de Moebio*, 18.
- LA, P. E. Y. D. P., & DE, P. (n.d.). *Informe belmont principios éticos y directrices para la protección de sujetos humanos de investigación*.
- López, P., Caicedo, Y., Rubiano, L. C., Cortés, C. A., Valencia, Á., Ramírez, Ó., Sierra, A., & Echeverri, L. M. (2009). Alteraciones metabólicas con terapia antirretroviral altamente efectiva en niños positivos para VIH, Cali, Colombia. *Infectio*, 13(4), 283–292.
- López, S. L. G. (2008). Utilidad de las guías de buenas prácticas clínicas. *Medisur*, 6(1), 2–3.
- Macrae, D. J. (2007). The Council for International Organizations and Medical Sciences (CIOMS) guidelines on ethics of clinical trials. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 4(2), 176–179.
- Masenga, S. K., Elijovich, F., Koethe, J. R., Hamooya, B. M., Heimburger, D. C., Munsaka, S. M., Laffer, C. L., & Kirabo, A. (2020). Hypertension and Metabolic Syndrome in Persons with HIV. *Current Hypertension Reports*, 22(10), 78. <https://doi.org/10.1007/s11906-020-01089-3>

Mondy, K., Overton, E. T., Grubb, J., Tong, S., Seyfried, W.,

Gutiérrez Salas A. A., Delgadillo Guzmán D., Hernández Silva M., y López Márquez F. C. Powderly, W., & Yarasheski, K. (2007). Metabolic Syndrome in HIV-Infected Patients from an Urban, Midwestern US Outpatient Population. *Clinical Infectious Diseases*, 44(5), 726–734. <https://doi.org/10.1086/511679>

Mundial, A. M. (2016). Declaración de la AMM sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos. *De 53a Asamblea General de La AMM, Washington DC, EE. UU.*

Osorio, L. (2015). Lo que todos debemos saber de las buenas prácticas clínicas. *Biomédica*, 35(2), 274–284.

Palacios, A., Durán, M., & Obregón, O. (2012). Factores de riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2 y síndrome metabólico. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10, 34–40.

Sánchez, R. A. R. (2004). Conocimiento y causalidad en el pensamiento de David Hume. *Pensamiento. Revista de Investigación e Información Filosófica*, 60(226), 145–161.

Valdivia Caramantin, W. A. M. R., & Julca Malca, A. I. (2020). *Efecto de la suplementación con ácidos grasos omega-3 sobre los componentes del Síndrome Metabólico en pacientes con infección por el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) en Tratamiento Antirretroviral de Gran Actividad (TARGA): Revisión Sistemática y Metaanálisis*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://doi.org/http://doi.org/10.19083/tesis/652708>

Zicari, S., Sessa, L., Cotugno, N., Ruggiero, A., Morrocchi, E., Concato, C., Rocca, S., Zangari, P., Manno, E., & Palma, P. (2019). Immune Activation, Inflammation, and Non-AIDS Co-Morbidities in HIV-Infected Patients under Long-Term ART. *Viruses*, 11(3), 200. <https://doi.org/10.3390/v11030200>



Absceso perirrenal complicado: Abordaje diagnóstico y terapéutico: Reporte de caso. Complicated perirenal abscess: Diagnostic and therapeutic approach: case report.

Sarahi Carrillo-Barraza S.,^{1*} De la Cruz-Rivera D.S.²

¹Departamento de Cirugía General, Hospital General Universitario. Av. Juárez 951, Primero de Cobián Centro, 27000 Torreón, Coah.

²Clínica Salud Municipal, Calz Guadalupe Victoria 202 Lerdo, Dgo.

Autor de correspondencia: Dra. Sarahi Carrillo Barraza

Correo electrónico: carrillosarahi904@gmail.com

RESUMEN

El absceso perirrenal es una infección poco frecuente pero potencialmente grave del espacio perirrenal, asociada a elevada morbimortalidad cuando el diagnóstico y tratamiento se retrasan. Su presentación clínica suele ser inespecífica, lo que dificulta el reconocimiento temprano y favorece la progresión hacia sepsis y falla orgánica. Entre los factores predisponentes se encuentran la diabetes mellitus, litiasis urinaria, obstrucción del tracto urinario e infecciones urinarias recurrentes. El diagnóstico se basa en la sospecha clínica apoyada por estudios de imagen, siendo la tomografía axial computarizada el método de elección. El tratamiento depende del tamaño del absceso, la condición clínica del paciente y la respuesta al manejo antibiótico, pudiendo requerir drenaje percutáneo o quirúrgico. Se presenta el caso de un paciente masculino con absceso perirrenal izquierdo complicado que requirió manejo hospitalario, así como una revisión narrativa de la literatura enfocada en su fisiopatología, diagnóstico y opciones terapéuticas.

Palabras clave: *Absceso perirrenal, infección renal, sepsis, drenaje quirúrgico.*

ABSTRACT

Perirenal abscess is an uncommon but potentially life-threatening infection of the perirenal space, associated with high morbidity and mortality when diagnosis and treatment are delayed. Its clinical presentation is often nonspecific, making early recognition difficult and favoring progression to sepsis and organ failure. Predisposing factors include diabetes mellitus, urinary tract obstruction, nephrolithiasis, and recurrent urinary tract infections. Diagnosis relies on clinical suspicion supported by imaging studies, with computed tomography being the diagnostic modality of choice. Treatment depends on abscess size, patient clinical status, and response to antibiotic therapy, and may require percutaneous or surgical drainage. We present the case of a male patient with a complicated left perirenal abscess requiring hospital management, along with a narrative review of the literature focusing on its pathophysiology, diagnosis, and therapeutic options.

Keywords: *Perirenal abscess, renal infection, sepsis, surgical drainage.*

INTRODUCCIÓN

El absceso perirrenal es una entidad infecciosa poco frecuente pero potencialmente grave, caracterizada por la acumulación de material purulento en el espacio perirrenal, limitado por la fascia de Gerota. Su incidencia ha disminuido con el uso oportuno de antibióticos y el acceso a estudios de imagen; sin embargo, continúa representando un reto diagnóstico y terapéutico, especialmente en pacientes con factores de riesgo como diabetes mellitus, inmunosupresión, uropatía obstructiva o antecedentes de procedimientos quirúrgicos abdominales (Lesmana, 2020).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo tipo reporte de caso clínico, basado en la revisión del expediente médico, estudios de laboratorio, gabinete e imagenología. Se preservó la confidencialidad del paciente conforme a los principios éticos y normativas institucionales, sin incluir datos que permitieran su identificación, con número de aprobación 2803/25.

CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 50 años que ingresa a esta unidad médica con hallazgos clínicos e imagenológicos compatibles con absceso perirrenal izquierdo, antecedentes de relevancia Diabetes Mellitus tipo 2 con dos años de evolución en tratamiento con metformina. Antecedentes quirúrgicos múltiples, incluyendo hernioplastia inguinal, laparotomía exploradora refiriendo complicaciones postquirúrgicas con la consecuente hernioplastia abdominal con malla, resección de quiste pancreático y apendicectomía, resto negado.

RESULTADOS

Inicia un mes previo a su ingreso con dolor en región dorsal izquierda irradiado a flanco ipsilateral, tipo punzante, EVA 6/10, acompañado de hiporexia, pérdida ponderal de aproximadamente 15 kg en cuatro meses, astenia, adinamia y distensión abdominal. Acude a valoración médica, donde se solicitan estudios de laboratorio (tabla 1) y tomografía axial computarizada (Figura 1 y 2), identificándose una colección perirrenal izquierda con densidades aéreas en su interior, compatible con absceso perirrenal, por lo que es referido a esta unidad. En la Exploración física el paciente se encontraba alerta, consciente, orientado, hemodinámicamente estable, su abdomen semigloboso, blando, depresible, con múltiples cicatrices quirúrgicas, con leve dolor a la palpación superficial y profunda, sin embargo, predominaba dolor en fosa renal izquierda a la palpación

profunda con un EVA 9/10, se palpaba una masa pequeña blanda fluctuante sin evidencia de salida de exudado en la superficie, leve edema y eritema, resto normal.

Cuadro 1. Resultados de estudios de laboratorio al ingreso

Categoría	Parámetro	Resultado
Pruebas de función hepática y proteínas	TGP (ALT)	22 U/L
	Fosfatasa alcalina	121 U/L
	GGT	121 U/L
	LDH	138 U/L
	Proteínas totales	6.1 g/dL
	Albúmina	2.4 g/dL
	Globulinas	3.7 g/dL
	Relación A/G	0.7
	Bilirrubina total	0.7 mg/dL
	Bilirrubina directa	0.7 mg/dL
Bilirrubina indirecta	0 mg/dL	
Gasometría arterial	pH	7.54
	pCO₂	23.6 mmHg
	pO₂	104 mmHg
	Exceso de bases	-21
	HCO₃⁻	20.4 mmol/L
	TCO₂	21 mmol/L
	Saturación O₂	99 %
	Lactato	3.09 mmol/L
Biometría hemática	Leucocitos	11.5 ×10³/μL
	Eritrocitos	2.36 ×10⁶/μL
	Hemoglobina	5.9 g/dL
	Hematocrito	20 %
	VCM	84.6 fL
	HCM	25 pg
	CHCM	29.5 g/dL
	RDW	18 %
Plaquetas	336 ×10³/μL	
MPV	7.7 fL	
Neutrófilos	86 %	

	Bandas	2 %
	Linfocitos	10 %
	Monocitos	2 %
	Eosinófilos	0 %
	Basófilos	0 %
Coagulación	TP	14.3 s
	INR	1.08
	TTP	38 s
Química sanguínea y función renal	Glucosa	193 mg/dL
	BUN	21 mg/dL
	Urea	44.94 mg/dL
	Creatinina	0.6 mg/dL
	Ácido úrico	3.9 mg/dL
	TFG (KDIGO)	118 ml/min/1.73 m² (KDIGO I)
Electrolitos séricos	Sodio	133 mmol/L
	Potasio	4.8 mmol/L
	Cloro	101 mmol/L
	Calcio	8.1 mg/dL
	Fósforo	4.4 mg/dL
	Magnesio	2.3 mg/dL
Otros	Grupo y Rh	0 positivo

La tomografía axial computarizada contrastada mostró colección perirrenal izquierda con contenido líquido y aéreo, de aproximadamente 198 × 47 × 101 mm, con desplazamiento anterior del riñón izquierdo, compatible con absceso perirrenal (Figura 1).

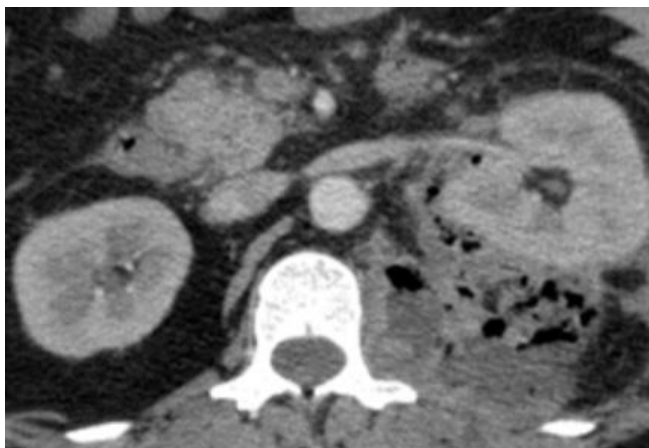


Figura 1. Colección retroperitoneal en espacio perirrenal izquierda de aprox. 198x47x101mm.

DISCUSIÓN

El absceso perirrenal es una entidad poco frecuente pero potencialmente mortal, caracterizada por la acumulación de material purulento en el espacio comprendido entre la cápsula renal y la fascia de Gerota. A pesar del uso extendido de antibióticos de amplio espectro, continúa asociándose a una elevada morbimortalidad cuando el diagnóstico es tardío. Series clínicas han reportado tasas de mortalidad que oscilan entre el 12 y el 20%, especialmente en pacientes con comorbilidades metabólicas o inmunosupresión (Siegel, 1996). Desde el punto de vista fisiopatológico, el absceso perirrenal puede originarse por extensión directa de una pielonefritis aguda no resuelta, ruptura de un absceso intrarrenal o diseminación hematógena desde un foco infeccioso distante. La diabetes mellitus desempeña un papel central al favorecer la alteración de la respuesta inmune y la proliferación bacteriana, particularmente de microorganismos anaerobios y productores de gas (Brook, 2008). La presentación clínica suele ser insidiosa y poco específica, lo que contribuye significativamente al retraso diagnóstico. Síntomas como dolor lumbar, fiebre intermitente, pérdida de peso, anemia y malestar general pueden presentarse durante semanas o incluso meses. Se ha descrito que hasta un tercio de los pacientes cursan con síntomas crónicos, lo que dificulta la sospecha clínica temprana y favorece diagnósticos erróneos iniciales (Yen, 2002). La tomografía axial computarizada contrastada es considerada el método diagnóstico de elección, al permitir identificar con precisión la localización, extensión y características del absceso, así como la presencia de gas intralesional, desplazamiento renal y compromiso de estructuras adyacentes. Hallazgos como colecciones mayores de 5 cm y la presencia de aire se asocian con mayor severidad clínica y menor respuesta al tratamiento conservador (Craig, 2008). En el caso presentado, la TAC evidenció una colección gigante con gas y desplazamiento anterior del riñón izquierdo, datos compatibles con infección avanzada.

Aunque el ultrasonido abdominal puede emplearse como estudio inicial o de seguimiento, su sensibilidad es limitada para abscesos profundos o en pacientes con obesidad o gas intestinal. Estudios comparativos han demostrado que el ultrasonido puede subestimar el tamaño real del absceso o incluso no detectarlo, lo que refuerza la necesidad de realizar tomografía ante sospecha clínica persistente (Nicolau, 2011). El tratamiento del absceso perirrenal debe individualizarse según el tamaño de la colección, la condición clínica del paciente y la respuesta al tratamiento antibiótico. El uso de antibióticos de amplio espectro dirigidos contra bacilos gramnegativos y anaerobios constituye la base del manejo

inicial. En infecciones complicadas o con datos de sepsis, se recomienda el uso de carbapenémicos, particularmente en pacientes con factores de riesgo para microorganismos multirresistentes (Tamma, 2021). Sin embargo, múltiples estudios coinciden en que el tratamiento antibiótico exclusivo suele ser insuficiente en abscesos de gran tamaño o complicados. Colecciones mayores de 3 a 5 cm, presencia de gas o mala evolución clínica constituyen indicaciones claras de drenaje. El drenaje percutáneo guiado por imagen ha demostrado disminuir la mortalidad y la estancia hospitalaria en comparación con el manejo conservador (Huang, 2012). El drenaje quirúrgico abierto continúa teniendo un papel relevante en casos seleccionados, particularmente cuando existe fracaso del drenaje percutáneo, abscesos multiloculados, extensión retroperitoneal extensa o deterioro hemodinámico. Aunque se asocia con mayor morbilidad, permite un control más efectivo del foco infeccioso en abscesos gigantes (Coelho, 2015).

El paciente presentado reúne múltiples factores de mal pronóstico descritos en la literatura, incluyendo diabetes mellitus, evolución prolongada, pérdida ponderal significativa, absceso de gran tamaño con gas intralesional, anemia severa y datos de respuesta inflamatoria sistémica. La coexistencia de anemia y sepsis se ha relacionado con mayor riesgo de falla orgánica y mortalidad en infecciones profundas del retroperitoneo (Lee, 2019).

Finalmente, revisiones sistemáticas han concluido que el diagnóstico oportuno mediante tomografía y el drenaje precoz, combinado con antibioticoterapia adecuada, son los principales determinantes de supervivencia en pacientes con absceso perirrenal, destacando la importancia del abordaje multidisciplinario (Falagas, 2010).

CONCLUSIÓN

El absceso perirrenal continúa siendo una patología poco frecuente pero potencialmente letal, cuyo diagnóstico suele retrasarse debido a su presentación clínica inespecífica. La tomografía axial computarizada es fundamental para el diagnóstico oportuno y la planeación terapéutica. El manejo debe individualizarse, combinando antibioticoterapia de amplio espectro y drenaje oportuno en abscesos grandes o complicados. El reconocimiento temprano y el abordaje multidisciplinario son determinantes clave para mejorar el pronóstico de estos pacientes.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran la ausencia de potenciales conflictos de interés.

BIBLIOGRAFÍA

- Brook I. Microbiology and management of renal and perinephric abscesses in children and adults. *Int J Antimicrob Agents*. 2008;31 Suppl 1:S1–S6.
- Coelho RF, Schneider-Monteiro ED, Mesquita JL, et al. Renal and perirenal abscesses. *World J Surg*. 2015;39(1):213–219.
- Craig WD, Wagner BJ, Travis MD. Pyelonephritis: radiologic-pathologic review. *Radiographics*. 2008;28(1):255–277.
- Falagas ME, Karydis I, Giannopoulou KP. Percutaneous versus surgical drainage for perinephric abscesses. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(1):CD008200.
- Huang JJ, Tseng CC. Emphysematous pyelonephritis. *BJU Int*. 2012;109(2):176–183.
- Lee CY, Chen YS, Chen SC, et al. Risk factors of mortality for renal and perinephric abscesses. *PLoS One*. 2019;14(3):e0213214.
- Nicolau C, Claudon M, Derchi LE, et al. Imaging patients with renal infection. *Eur Radiol*. 2011;21(11):2213–2222.
- Siegel JF, Smith A, Moldwin R. Minimally invasive treatment of renal abscess. *J Urol*. 1996;155(1):52–55.
- Tamma PD, Aitken SL, Bonomo RA, et al. Treatment of antimicrobial resistant Gram-negative infections. *Lancet Infect Dis*. 2021;21(12):e259–e269.
- Yen DH, Hu SC, Tsai J, et al. Renal and perinephric abscesses: a 10-year experience in a tertiary-care hospital. *Clin Infect Dis*. 2002;35(9):e79–e83.

