



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
MÉRIDA-VENEZUELA



ISSN 0543-517-X
Depósito Legal pp 1958 02
ME 1003

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

FUNDADA EN 1958



"REVISTA PATRIMONIO ULA"

Volumen 68, Número 1
enero-junio 2026

EDITORIAL

La Medicina Preventiva y los suplementos dietéticos para lograr una salud integral

Según la OMS, la Medicina Preventiva es un conjunto de medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de enfermedades, sino también se enfoca en detener su avance y atenuar las consecuencias una vez que la enfermedad se ha establecido. Su objetivo es proteger, promover y mantener la salud individual y poblacional a través de la promoción de hábitos saludables como una alimentación equilibrada y la actividad física regular, la educación sanitaria, la detección temprana de enfermedades, el control del estrés y la vacunación en los casos necesarios. Hasta el presente se han establecido cuatro tipos de prevención de acuerdo con la evolución de una enfermedad. La *prevención primaria* que es el conjunto de medidas sanitarias que realiza el personal de salud calificado antes que aparezca algún tipo de enfermedad. Es decir, se practican sobre personas sanas. Esta fase comprende la promoción y protección de la salud. La *prevención secundaria* también denominada diagnóstico precoz cuyo propósito es la detección y tratamiento de la enfermedad en etapas tempranas. Como resultado, las posibilidades de curarse son mayores y el costo para el sistema de salud es menor. La *prevención terciaria* que es el conjunto de actuaciones médicas encaminadas a prevenir las complicaciones y secuelas de una enfermedad ya existente, y la *prevención cuaternaria* es la que se aplica para evitar las consecuencias de las intervenciones innecesarias o excesivas que causan aún más daño a la salud. Como ya se explicó anteriormente, la Medicina Preventiva se estableció con el propósito de evitar enfermedades y con ello mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, los suplementos dietéticos pueden desempeñar un papel importante al complementar una alimentación saludable, abordando deficiencias nutricionales específicas y previniendo enfermedades crónicas. Algunas personas pueden tener dificultades para obtener todos los nutrientes esenciales a través de su alimentación diaria, por ejemplo, la falta de vitamina D, hierro, calcio, ácidos grasos, omega-3, entre otros, puede mejorarse tomando los suplementos específicos. Los antioxidantes, como las vitaminas C y E, y los fitonutrientes presentes en algunos suplementos, pueden ayudar a proteger las células del daño causado por los radicales libres y el envejecimiento prematuro. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los suplementos no deben reemplazar una dieta equilibrada, sino complementarla y su uso debe ser supervisado por un profesional médico.

Janne Rojas Vera, PhD

Sección Productos Naturales, IIFFB Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ULA
Editora de la Revista de la Facultad de Farmacia

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Vol. 68, N° 1

enero-junio 2026

ISSN 0543- 517-X Depósito Legal pp 1958 02 ME 1003

ISSN 2244-8845 Electrónico Depósito Legal ppi 2012 02

ME 4102

CONTENIDO ARTÍCULOS ORIGINALES

Estudio preliminar del microbiota bacteriano viable cultivable en suelos de la estación científica chilena Julio Escudero en la Antártida.

Preliminary study of bacterial microbiota viable cultivable in soils of the Chilean scientific station Julio Escudero in Antarctica.

Autores: Andueza-Leal Félix, León Yoleida, Apugllón Curi, Arciniegas-Ortega Susana, García-González Silvia, Pillajo Christian, Rodríguez-Fernández Carmina, Cabrera Maldonado Elvia, Stahl Ullrich, Araujo-Granda Pablo, Chiriboga-Gavidia Washington, Araque-Rangel Judith.....3

Actividad de butirilcolinesterasa, valores de transaminasas y perfil hematológico en trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas.

Butyrylcholinesterase activity, transaminase values and hematological profile in agricultural workers exposed to pesticide mixtures.

Autores: Matheus-Lobo Tibisay, Aular Yalitz, Fernández Yolima, Pérez Henry 11

Nivel de agrado de la semilla del Sani (*Brassica napus*) en diferentes preparaciones culinarias.

Liking of Sani seeds (*Brassica napus*) in different culinary preparations.

Autor: Moncayo Rocely, Narváez Norys, Ostojich-Cuevas Zoitza I, Márquez Juan L.....19

Análisis nutricional, estudio fitoquímico y actividad biológica de los extractos de las hojas de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Nutritional analysis, phytochemical study and biological activity of extracts from the leaves of *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Autores: Vielma Rosa Alba, Morillo Marielba, Visbal Tomas, Pereira Dennise.....27

Normas Editoriales.....37

Reglamento para el Arbitraje.....38

Índice Acumulado.....40

Artículo original

Estudio preliminar de la microbiota bacteriana viable cultivable en suelos de la estación científica chilena Julio Escudero en la Antártida

Preliminary study of bacterial microbiota viable cultivable in soils of the Chilean scientific station Julio Escudero in Antarctica.

Andueza-Leal Félix^{1,2,3*}, León Yoleida¹, Apugllón Curi¹, Arciniegas-Ortega Susana¹, García-González Silvia¹, Pillajo Christian¹, Rodríguez-Fernández Carmina³, Cabrera Maldonado Elvia⁴, Stahl Ullrich⁴, Araujo-Granda Pablo⁴, Chiriboga-Gavidia Washington⁴, Araque-Rangel Judith⁴.

¹FIGEMPA, Universidad Central del Ecuador, Quito, CP 170521, Ecuador.

²Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela

³Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, CP 28040. España.

⁴Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador, Quito, CP 170521, Ecuador.

Recibido: 16 de junio de 2025 –Aceptado: 16 de septiembre de 2025

RESUMEN

La microbiota del suelo tiene una influencia significativa en la absorción, descomposición y reciclaje de la materia orgánica e inorgánica por parte de la cadena alimentaria de los ecosistemas marinos. En este estudio se cuantificó la microbiota bacteriana viable cultivable del suelo de la estación científica Julio Escudero de Chile en la Antártida. Para el trabajo se cuantificaron los grupos de bacterias heterótrofas y de miembros del género *Pseudomonas*. Un total de 12 muestras de suelo fueron recolectadas en diversas localidades aledaña a la estación científica Julio Escudero, en Chile, durante la XXVII Expedición Antártica Ecuatoriana realizada en el mes de marzo de 2024. De cada una de las muestras se realizaron diluciones seriadas de 1/10, 1/100 y 1/1000 en agua peptonada estéril, las cuales se filtraron a través de filtros Millipore. Cada uno de los filtros fueron depositados en medios de cultivo específicos para cada grupo microbianos estudiados e incubados a una temperatura de 4 °C por un período de 1 a 12 semanas. Los resultados obtenidos indican valores promedio de $1,25 \times 10^3$ UFC/g para las bacterias heterótrofas y $0,20 \times 10^2$ UFC/g para el grupo de bacterias del género *Pseudomonas*. Dado que los valores observados en la cantidad de bacterias son inferiores a las cantidades encontradas en otros tipos de suelo en diferentes zonas de la Antártida y de la región polar ártica, se concluye que existe una microbiota bacteriana viable cultivable escasa en los suelos del área evaluada.

PALABRAS CLAVE

Microbiota bacteriana, suelo, viables cultivables, Antártida

ABSTRACT

The microbial population of soil has a very important influence on the absorption, decomposition, and recycling of organic and inorganic matter for the food chain of marine ecosystems. In this study, the viable cultivable bacterial microbiota of the soil of the Julio Escudero scientific station in Chile in Antarctica was quantified. For the work, the groups of heterotrophic bacteria and members of the *Pseudomonas* genus were quantified. A total of 12 soil samples were collected in various locations adjacent to the Chilean Julio Escudero scientific station, during the XXVII Ecuadorian Antarctic Expedition carried out in March 2024. The samples were processed in the Microbiology laboratory of the Faculty of Chemical Engineering of the Central University of Ecuador. Serial dilutions of 1/10, 1/100, and 1/1000 were made from each sample in sterile peptone water, which were filtered through Millipore filters. Each filter was placed in specific culture media for each of the microbial groups studied and incubated at a temperature of 4 °C for a period of 1 to 12 weeks. The results obtained indicate average values of 1.25×10^3 CFU/g for heterotrophic bacteria and 0.20×10^2 CFU/g for the group of bacteria of the genus *Pseudomonas*. Since the observed values of bacteria are lower than the quantities found in other types of

soil in Antarctica and the Arctic polar region, it is concluded that there is a scarce cultivable viable bacterial microbiota in the soils of the evaluated area.

KEY WORDS

Bacterial microbiota, soil, viable cultivable, Antártica.

INTRODUCCIÓN

La Antártida es una de las zonas más extremas de la Tierra, con condiciones que impiden la supervivencia de la mayoría de las formas de vida, excepto los microorganismos, los cuales constituyen los seres vivos dominantes en estos ecosistemas [1-3].

Solo el 0,34% del continente (44.000 km²) está estacional o permanentemente libre de hielo. Las áreas libres de hielo incluyen la península Antártica de latitudes más bajas en el lado oeste, los picos de montaña de gran altitud de las montañas Ellsworth y Transantárticas y de las montañas más altas de la Antártida Oriental, y los valles secos de McMurdo [2,4].

En ecosistemas marinos y costeros, las bacterias constituyen un componente esencial en la cadena trófica, las cuales, a través de su interacción con otros organismos, modifican los ambientes, y llegan a ser capaces de crecer en zonas con condiciones fisicoquímicas extremas. En los sedimentos marinos, las bacterias juegan un rol ecológico muy importante, ya que pueden degradar diferentes tipos de compuestos y contribuir de esta manera en el mantenimiento de la cadena trófica [5,6].

Las comunidades microbianas del suelo y sus actividades están muy influenciadas por los factores climáticos, fisicoquímicos y geológicos [7,8], lo cual representa un problema en ambientes extremos como el de la Antártida, dado a que la población microbiana disminuye, alterando de esta manera los procesos microbianos en los suelos, los cuales a su vez controlan la función ecológica y la fertilidad de estos. Además, las variables ambientales abióticas y bióticas pueden afectar los parámetros de crecimiento y reproducción microbianos [8].

La microbiota de los suelos antárticos parecen estar altamente especializadas y estructuradas, ello debido a la influencia de los factores abióticos y a interacciones bióticas extremadamente limitadas [4,9-12]. Estas comunidades tienen que hacer frente a una combinación de condiciones ambientales extremas, como bajas temperaturas, baja disponibilidad de agua y nutrientes, altas radiaciones solares y ultravioleta y frecuentes ciclos de congelación y descongelación, y han desarrollado muchas adaptaciones para poder sobrevivir en estos ecosistemas extremófilos [4].

Las especies de la población bacteriana de la antárticas

suelen ser endémicas, debido al aislamiento geográfico prolongado de la Antártida [13,14]. En las últimas décadas se han logrado avances significativos en la comprensión de la diversidad y funcionalidad de estas comunidades gracias al desarrollo de nuevos métodos moleculares independientes del cultivo [4]. A pesar de estos avances, los suelos antárticos siguen siendo un entorno poco explorado y aún no se tiene una idea clara de la mayor parte de la composición y función de las comunidades microbianas.

A pesar del gran número de trabajos existentes, muchos de ellos focalizados en áreas de muestreo dispersas, los parámetros que determinan la diversificación de las comunidades bacterianas en estos ambientes son aún poco conocidos [15,16].

La necesidad de profundizar nuestro conocimiento sobre la estructura y función de la comunidad bacteriana en los suelos antárticos es un tema muy importante para poder monitorear y predecir las respuestas ecológicas en estos ambientes a los efectos del cambio climático y la contaminación ambiental creciente

Los riesgos que conllevan las alteraciones en la estructura de las comunidades microbianas y la pérdida de biodiversidad, debido a la desaparición de especies endémicas e introducciones de otras no nativas ya han sido alertados por algunos investigadores [17,18]. Existe un riesgo real de que esto pueda suceder, ya que solo se conoce una parte de la microbiota bacteriana de los suelos y sedimentos de la Antártida, ya que la biodiversidad real aún no se conoce por completo. En este sentido, se planteó la presente investigación como un trabajo preliminar para obtener datos que permitan contribuir al conocimiento microbiológico de estos ecosistemas y posteriormente crear plataformas basadas en el uso de imágenes satelitales para su monitoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica. La investigación se llevó a cabo en la costa de la bahía Caleta Ardley y en los alrededores de la estación científica chilena Julio Escudero, la cual se ubica en la isla Rey Jorge, península Fildes, latitud 62° 12' 57" S y longitud 58° 57' 35" O (Ver figuras 1 y 2). Esta estación científica posee un área de 1.628 m² y se encuentra a 10 metros sobre el nivel del mar [19].

Toma y transporte de muestras. Se recolectaron doce muestras del suelo (100 gramos en cada sitio); según las técnicas de recolección aséptica de suelos recomendadas para los análisis microbiológicos de la APHA [20]. Para el almacenamiento de las muestras se utilizaron bolsas plásticas con cierre hermético previamente etiquetadas.

Las coordenadas de los sitios de muestreos se resumen en la Tabla 1.

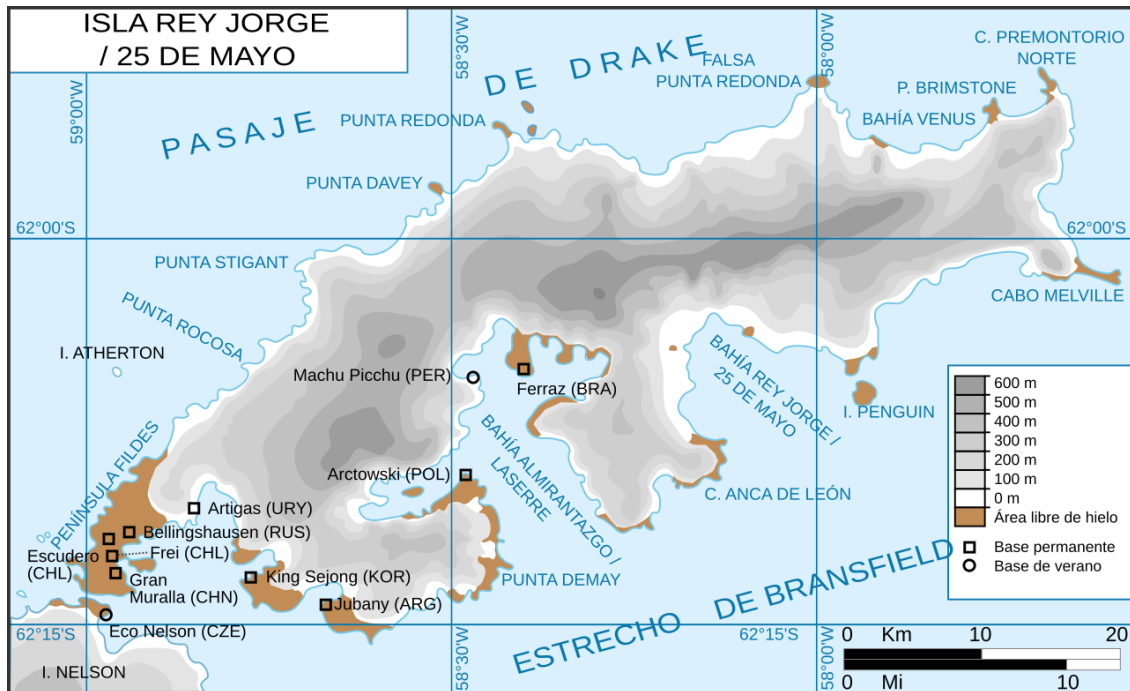


Fig.1. Ubicación geográfica de la base científica chilena Julio Escudero. (Fuente: Kgeorge_map.png: Giovanni Fattori)



Fig. 2. Ubicación sitios de muestreos en la base científica Chilena Julio Escudero en la Antártida. (Fuente: Google Map, 2024)

TABLA 1

Coordenadas de los sitios de toma de muestra en la zona costera aledaña a la estación científica chilena Julio Escudero en la Antártida

Código de la muestra	UTMX	UTMY
T1	58,957270	62,198367
T2	58,956464	62,198279
T3	58,955329	62,198301
TA3	58,953242	62,193150
TA4	58,958271	62,192421
TA5	58,966534	62,191713
TL1	58,955574	62,197241
TL2	58,955196	62,198068
TL3	58,955302	62,196324
TH1	58,954222	62,197992
TH2	58,953261	62,197869
TH3	58,952347	62,197711

Metodología. El recuento de bacterias heterótrofas se realizó por el método de filtración en membranas, filtrando 100 mL. de cada una las diluciones seriadas 1/10, 1/100 y 1/1000 realizadas en agua peptonada al 0,1 % de las muestras de suelo recolectadas. La filtración se llevó a cabo a través de filtro de celulosa estériles de 47 mm de diámetro y 0,45 μm de tamaño de poro, colocándose los filtros en la superficie de cajas Petri contentivas de medio de cultivo R2A, siendo posteriormente incubadas por un tiempo de 15 a 90 días a una temperatura de 5 a 2 °C. Los resultados fueron reportados como unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/gr). Las colonias bacterianas fueron posteriormente aisladas y purificadas en el medio R2A, realizando la coloración Gram de estas.

Para el recuento de las bacterias del género *Pseudomonas* se siguió la metodología indicada por APHA [20], mediante la técnica de filtración en membrana, filtrando un volumen de 100 mL. de cada una de las diluciones seriadas de las muestras de suelo recolectadas, a través de filtros de celulosa estéril de 47 mm de diámetro y 0,45 μm de tamaño de poro, siendo colocados en la superficie de cajas Petri de plástico desechables con Agar Cetrimide, llevándose a incubación por un tiempo de 15 a 90 días a una temperatura de 5 a 2 °C. Los resultados fueron reportados como unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/gr). Las colonias bacterianas fueron posteriormente aisladas y purificadas en el medio R2A, realizando la coloración Gram de estas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la cuantificación de las bacterias heterótrofas y del grupo de *Pseudomonas* se resumen en la tabla 2.

Se logró detectar y cuantificar la presencia de colonias pertenecientes a los grupos de bacterias heterótrofas y células pertenecientes al género *Pseudomonas*.

Al analizar los datos de la Tabla 2, se puede observar que los valores de bacterias heterótrofas variaron entre $0,30 \times 10^3$ a $2,0 \times 10^3$ UFC/gr y en el caso de las bacterias del grupo de *Pseudomonas* entre $0,10 \times 10^2$ a $0,40 \times 10^2$ UFC/gr de suelo.

Los resultados obtenidos indican valores promedio de $1,25 \times 10^3$ UFC/g para las bacterias heterótrofas y $0,20 \times 10^2$ UFC/g para el grupo de bacterias del género *Pseudomonas*.

La mayoría de las investigaciones sobre bacterias en los suelos de la Antártida se han centrado en la abundancia y diversidad de bacterias viables cultivables. Las cantidades de bacterias viables cultivables detectadas han variado de 0 a 10^7 Unidades Formadoras de Colonias por gramo de suelo, dependiendo de la localidad donde se recolecten las muestras y de las condiciones fisicoquímicas y climáticas de las mismas [15,21].

Los valores obtenidos en el número de bacterias de los grupos bacterianos estudiados en la presente investigación son inferiores a los señalados por diversos investigadores [15, 21-24] resaltando el bajo número de microorganismos viables cultivables en el suelo. Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los indicado por Jara et al, en un trabajo realizado en las aguas costera aledañas a la estación científica Chilena Julio Escudero en el año 2020 [21].

TABLA 2.

Valores promedios de bacterias heterótrofas y de *Pseudomonas* aisladas de muestras de suelo de la estación científica chilena Julio Escudero en la Antártida

Código de la muestra	Bacterias heterótrofas (Unidades formadoras de colonias por gramo)	<i>Pseudomonas</i> (Unidades formadoras de colonias por gramo)
T1	2,00 x 10 ³	0,40 x 10 ²
T2	1,80 x 10 ³	0,20 x 10 ²
T3	1,95 x 10 ³	0,30 x 10 ²
TA3	0,60 x 10 ³	0,10 x 10 ²
TA4	0,40 x 10 ³	0,10 x 10 ²
TA5	0,30 x 10 ³	0,15 x 10 ²
TL1	1,40 x 10 ³	0,20 x 10 ²
TL2	1,10 x 10 ³	0,10 x 10 ²
TL3	1,00 x 10 ³	0,20 x 10 ²
TH1	1,40 x 10 ³	0,10 x 10 ²
TH2	1,50 x 10 ³	0,20 x 10 ²
TH3	1,60 x 10 ³	0,30 x 10 ²
Valores promedios	1,25 x 10 ³	0,20 x 10 ²

Es importante señalar que las técnicas microbiológicas dependientes del cultivo siguen siendo de mucha utilidad en los estudios de la biodiversidad microbiana para aislar y definir las características taxonómicas y metabólicas de cepas puras [10, 25], y también para entender cómo la variabilidad regional y local influye en el patrón espacial de diversidad en ecosistemas como la Antártida. Los métodos de cultivo son indispensables para este tipo de estudios, ya que permiten no solo clasificar las bacterias, sino también caracterizar la fisiología y la funcionalidad de las colonias obtenidas. Además, el aislamiento por cultivo también permite el análisis del gen ARNr 16S completo (~1500 pb), lo que proporciona suficiente capacidad de resolución para responder a la pregunta clave en los estudios de biodiversidad microbiana, además de ayudar al establecimiento de cepario para la conservación de estas especies [10, 21].

La baja cantidad de bacterias observadas en la investigación puede ser el reflejo de las extremas condiciones ambientales y fisicoquímicas de la Antártida, en donde las comunidades microbianas tienen que hacer frente a una combinación de condiciones extremas, como bajas temperaturas, baja disponibilidad de agua y nutrientes, altas radiaciones solares y de radiaciones ultravioleta, así como frecuentes ciclos de congelación y descongelación, todo lo cual ha influido para que exista una población microbiana reducida y que las especies prevalentes sean aquellas que desarrollaron a través de la evolución, adaptaciones

bioquímicas y fisiológicas que le han permitido sobrevivir en estos ecosistemas extremófilos [4].

Las bacterias heterótrofas psicrófilas aeróbicas aisladas y cuantificadas de los suelos alrededor de la estación chilena de Julio Escudero en la Antártida, fueron principalmente colonias pigmentadas Gram negativas del género *Pseudomonas*, aunque también se pudieron aislar, pero en menor proporción, colonias de bacterias Gram positivas, que, dada las características de la morfología colonial, pertenecen al grupo de bacterias *Actinomycetales*, resultados similares a los obtenidos por investigadores en muestras de agua de esta zona de la Antártida [21, 26, 27].

La presencia de una alta proporción de bacterias pigmentadas (Ver figura 3), podría estar indicando un mecanismo de protección a la radiación UV por parte de los microorganismos que habitan esta zona y coinciden con los resultados observados por otros autores en investigaciones realizadas en la Antártida [28, 29].

Los grupos taxonómicos bacterianos observados con mayor frecuencia en los suelos antárticos, aunque con diferentes abundancias relativas entre las diversas regiones, son Actinobacteria, *Actinomycetales* y Proteobacteria [11, 12, 15, 26, 30, 31], resultados similares a los observados en la presente investigación.

Sería necesario realizar nuevos estudios utilizando los métodos independientes del cultivo, como la secuenciación de nueva generación (NGS), lo que permite la secuenciación directa y la identificación de unidades taxonómicas

bacterianas y es mucho más eficaz para identificar la diversidad total presente en un ecosistema. Sin embargo, el aislamiento por cultivo permite una descripción y caracterización completa de las cepas, incluyendo la posible asignación de nuevas especies. No obstante, los resultados de la presente investigación, basados en métodos de cultivo, permitieron revelar la biodiversidad en el suelo de la estación Científica chilena Julio Escudero, representada por el grupo de colonias del género *Pseudomonas*.

También se ha señalado la presencia de otros grupos microbianos como hongos y algas unicelulares, tanto en la zona continental como en la Antártida marítima [4, 32-34], los cuales no fueron objeto de estudio en el presente trabajo.

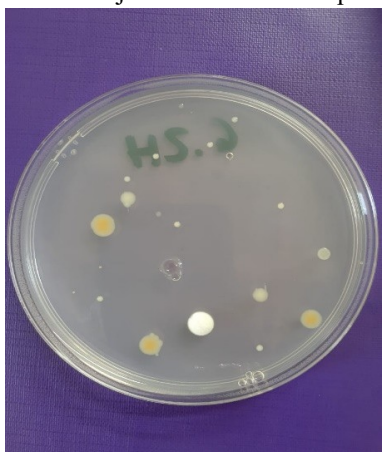


Fig. 3. Colonias bacterianas pigmentadas aisladas en muestras de suelo de la Antártida

Es importante resaltar que los estudios microbiológicos disponibles en diversas regiones de la Antártida informan de la presencia de una alta proporción de taxones no clasificados, desconocidos y posiblemente únicos [16], lo que sugiere la necesidad de realizar estudios más amplios, así como la caracterización microbiológica más profunda de estos ambientes, utilizando diversas metodologías a fin de conocer la microbiota de estos ecosistemas.

CONCLUSIONES

Se pudo aislar y cuantificar colonias bacterianas heterótrofas y del grupo de *Pseudomonas*. Resalta el bajo número de bacterias observadas en el suelo costero de la estación científica chilena Julio Escudero.

Los datos obtenidos son indicativos de que este suelo costero no es un suelo contaminado y que las características de éste, aunado a las condiciones fisicoquímicas del entorno, no permiten un crecimiento abundante de bacterias.

La alta presencia de bacterias pigmentadas puede estar indicando mecanismos evolutivos de protección contra los elevados índice de radiaciones de luz UV en la zona.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento al Instituto Antártico de Chile (INACH), así como al personal de la base Chilena Julio Escudero por toda la ayuda, asesoramiento, colaboración y respaldo brindado durante la estancia en la base científica.

De igual forma, el agradecimiento al Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada de Ecuador (INOCAR) por todo el apoyo, facilidades y financiamiento otorgado a través del proyecto CIDi23007.

Así mismo, el agradecimiento a la Dirección de investigaciones de la Universidad Central del Ecuador (Proyecto DI-2022-045), a la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental (FIGEMPA) y la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Central del Ecuador por la ayuda y colaboración prestada para poder desarrollar la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pearce DA. Extremophiles in Antarctica: life at low temperatures. In: Stan-Lotter H, Fendrihan S (eds). *Adaptation of Microbial Life to Environmental Extremes*. Vienna (Austria): Springer; 2012. 87–118. https://doi.org/10.1007/978-3-211-99691-1_5
- [2] Khadilkar J. *The Frozen Continent's Environment, Changing Logistics and Relevance to India*. New Delhi (India): Bloomsbury Publishing; 2017. 1-436. <https://doi.org/10.1017/S0954102018000196>
- [3] Abbott C and Pearce DA. Antarctic Bacteria as Astrobiological Models. In J. Seckbach and H. Stan-Lotter. *Extremophiles as Astrobiological Models*. New York (USA): Wiley online; 2020. 1-392. <https://doi.org/10.1002/9781119593096.ch6>
- [4] Hopkins DW, Dennis PG, Rushton SP, Newsham KK, O'Donnell TG. Lean and keen: microbial activity in soils from the Maritime Antarctic. *Eur J Soil Sci*. 2021; 72: 413–31. <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ejss.12957>
- [5] Boschker HTS, Graaf de W, Köster M, Meyer-Reil LA, Cappenberg TE. Bacterial populations and processes involved in acetate and propionate consumption in anoxic brackish sediment. *Microbiology Ecology*. 2001; 35: 97-103. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2001.tb00792.x>
- [6] Munn CB. *Marine Microbiology Ecology & Applications*. 3rd Edition. Boca de Ratón. (USA): CRC Press. 2020. 1-436. <https://doi.org/10.1201/9780429061042>
- [7] Rietz DN, Haynes RJ. Effects of irrigation-induced

- salinity and sodicity on soil microbial activity. *Soil Biol Biochem.* 2003; 35:845–854. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(03\)00125-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00125-1)
- [8] Tate R.L. *Soil Microbiology*. London (UK): John Wiley & Sons. 2020. 1-592. <https://doi.org/10.1002/9781119114314>
- [9] Hogg ID, Cary SC, Convey P, Donnell, AGO, Adams, BJ, Aislabie J, Frati F, Stevens MI, Wall DH. Biotic interactions in Antarctic terrestrial ecosystems are a factor. *Soil Biol Biochem.* 2006; 38: 3035–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.04.026>
- [10] Chong CW, Pearce DA, Convey P. Emerging spatial patterns in Antarctic prokaryotes. *Frontiers in Microbiology.* 2015; 6:1058. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2015.01058/full>
- [11] Van Goethem MW, Makhalanyane TP, Valverde A. Characterization of bacterial communities in lithobionts and soil niches from Victoria Valley, Antarctica. *FEMS Microbiol Ecol.* 2016; 92: fiw051. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw051>
- [12] Lee CK, Barbier BA, Bottos EM, McDonald IR, Craig CS. The inter-valley soil comparative survey: the ecology of dry valley edaphic microbial communities. *The ISME Journal.* 2012; 6:1046–57. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.170>
- [13] Vyverman W, Verleyen E, Wilmotte A, Hodgson DA, Willems A, Peeters K, Van de Vijver B, De Wever A, Leliaert F, Sabb K. Evidence for widespread endemism among Antarctic micro-organisms. *Polar Sci.* 2010; 4:103–13. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2010.03.006>
- [14] Durieu B, Lara Y, Pessi IS, Wilmotte A, Willems A, Tytgat B, Sweetlove M, Pinseel E, Verleyen E, Vyverman W, Van der Vijver B, Van der Putte A, Convey P. Climate change and Antarctic microbial diversity ‘CCAMBIO’. Final report. Brussels (Belgian) Science Policy, 2019. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/522266>
- [15] Bottos EM, Scarrow JW, Archer SD, McDonald IR, Craig CS. Bacterial community structures of Antarctic soils. In: Cowan D. *Antarctic Terrestrial Microbiology*. Berlin (Germany): Springer. 9–33. 2014. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-45213-0_2
- [16] Tamang S, Sharma P, Kumar S, Thakur N. Bacterial community structure, adaptations and prevalence of antimicrobial resistance in bacteria from Antarctica: A review, *Polar Science.* 2024; 40: 101034. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2023.101034>
- [17] Cowan D, Hughes K, Pointing S, Mataloni G, Blamey J, Kong W. Non-native microbial introductions: what risk to Antarctic ecosystems? *Antarctic Environments Portal.* 2018; 1-6. <https://doi.org/10.18124/D40S5T>
- [18] Convey P, Peck LS. Antarctic environmental change and biological responses. *Sci Adv.* 2019; 5: eaaz0888. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz0888>
- [19] Instituto Antártico Chileno (INACH). Base Profesor Julio Escudero. <https://www.inach.cl/expedicion-antartica/bases-chilenas-en-antartica-2/base-profesor-julio-escudero/> (Consultado el 17 de abril 2024).
- [20] American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd ed. Washington DC. (USA): American Public Health Association; 2017.
- [21] Jara D, Bello-Toledo H, Domínguez, M, Cigarroa C, Fernández P, Vergara L, Quezada-Aguiluz M, Opazo-Capurro A, Lima CA, González-Rocha G Antibiotic resistance in bacterial isolates from freshwater samples in Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. *Sci Rep.* 2020; 10, 3145. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60035-0>
- [22] Jiang P, Ren X, Wang W, Niu G, Li J. *Arthrobacter terrae* sp. Nov., a psychrophilic actinobacterium with multi copies of cap A gene isolated from Antarctic soil. *Antonie van Leeuwenhoek.* 2022; 115(5): 635-644. <https://doi.org/10.1007/s10482-022-01727-7>
- [23] Holmberg SM, Jørgensen NO. Insights into abundance, adaptation, and activity of prokaryotes in arctic and Antarctic environments. *Polar Biology.* 2023; 46(5): 381-396. <https://doi.org/10.1007/s00300-023-03137-5>
- [24] Varliero G, Lebre PH, Adams B, Chown SL, Convey P, Dennis P, Cowan DA. Biogeographic survey of soil bacterial communities across Antarctica. *Microbiome.* 2024; 12(1): 9. <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01719-3>
- [25] Rosselló-Mora R, Amann R. The species concept for prokaryotes. *FEMS Microbiology Reviews.* 2001;25(1):39–67. pmid:11152940. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2001.tb00571.x>
- [26] Wang NF, Zhang T, Zhang F, Wang ET, He JF, Ding H, Zhang BT, Liu J, Ran XB, Zang JY. Diversity and structure of soil bacterial communities in the Fildes Region (Maritime Antarctica) as revealed by 454 pyrosequencing. *Frontiers in Microbiology.* 2015;6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01188>

- [27] González-Rocha G, Muñoz-Cartes G, Canales-Aguirre CB, Lima CA, Domínguez-Yévenes M, Bello-Toledo H, Hernandez C. Diversity structure of culturable bacteria isolated from the Fildes Peninsula (King George Island, Antarctica): A phylogenetic analysis perspective. *PLoS ONE*, 2017; 12(6): e0179390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179390>
- [28] Dierer M, Greenwood M, Foreman CM. Carotenoid pigmentation in Antarctic heterotrophic bacteria as a strategy to withstand environmental stresses. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2010; 42(4):396–405. <https://doi.org/10.1657/1938-4246-42.4.396>
- [29] Correa-Llantén DN, Amenábar MJ, Blamey JM. Antioxidant capacity of novel pigments from an Antarctic bacterium. *J Microbiol*. 2012;50(3):374–9. <https://doi.org/10.1007/s12275-012-2029-1>
- [30] Ji M, Van Dorst J, Bissett A, Brown MV, Palmer AS, Snape I, Siciliano S, Ferrari B. Microbial diversity at Mitchell Peninsula, Eastern Antarctica: a potential biodiversity “hotspot”. *Polar Biology*. 2015; 39: 237–49. <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4N8pL3x9/>
- [31] Wei ST, Fernández-Martínez MA, Chan Y, Van Nostrand JD, De los Rios A, Chiu JMY, Ganeshram AM, Craig CS, Zhou J, Pointing SB. Diverse metabolic and stress-tolerance pathways in endolithic and soil communities of Miers Valley, McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Polar Biol*. 2015; 38: 433–43. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1598-3>
- [32] Rosa LH, da Silva TH, Ogaki MB, Bezerra-Pinto OH, Stech M, Convey P, Carvalho-Silva M, Rosa CA, Câmara P. DNA metabarcoding uncovers fungal diversity in soils of protected and non-protected areas on Deception Island, Antarctica. *Sci Rep*. 2020; 10:1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78934-7>
- [33] Canini F, Geml J, D'Acqui LP, Buzzini P, Turchetti B, Onofri S, Ventura S, Zucconi L. Fungal diversity and functionality are driven by soil texture in Taylor Valley, Ant *Fungal Ecol*. 2021; 50:101041. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1754504821000039>
- [34] Newsham KK, Davey ML, Hopkins DW, Dennis PG. Regional Diversity of Maritime Antarctic Soil Fungi and Predicted Responses of Guilds and Growth Forms to Climate Change. *Front. Microbiol*. 2021 ; 11 :615659. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.615659>
- Andueza Leal Félix:** Doctor. Profesor titular. Universidad Central del Ecuador. Profesor titular Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de los Andes. Doctorado en Ciencias Biológicas Universidad Complutense de Madrid. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9046-8883>
- León Yoleida Cacuango:** Estudiante Carrera de Ingeniería Ambiental. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5993-7395>
- Apugllon Curi Zuna:** Estudiante Carrera de Ingeniería Ambiental. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4627-5708>
- Arciniegas Ortega Susana:** Doctora. Profesora titular. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0878-2612>
- García González Silvia:** Doctora. Profesora titular. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8583-1537>
- Pillajo Christian Llushca:** Ingeniero. Estudiante Maestría Economía Circular. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3214-4370>
- Rodríguez Fernández Carmina:** Doctora. Profesora Titular. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4396-4016>
- Cabrera Maldonado Elvia:** Doctora. Profesora titular. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2685-4624>
- Stahl Ullrich:** Doctor. Profesor titular. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6252-1205>
- Araujo Granda Pablo:** Doctor. Profesor titular. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8323-4827>
- Chiriboga Gavidia Washington:** Doctor. Profesor titular. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-3595-189>
- Araque Rangel Judith:** Magister. Técnico de laboratorio. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6423-9622>

Actividad de butirilcolinesterasa, valores de transaminasas y perfil hematológico en trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas.

Butyrylcholinesterase activity, transaminase values and hematological profile in agricultural workers exposed to pesticide mixtures.

Matheus-Lobo Tibisay^{1,2*}, Aular Yalitza^{2,3}, Fernández Yolima^{2,3,4}, Pérez Henry^{1,2}

¹ Unidad de Investigación de Ciencias Morfopatológicas (UNIMPA). Departamento de Ciencias Morfopatológicas.

Facultad de Odontología. Universidad de Carabobo. Naguanagua 2005. Venezuela

² Maestría en Toxicología Analítica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Naguanagua 2005. Venezuela

³ Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo. IIMBUC. Naguanagua 2005. Venezuela

⁴ Departamento de Investigación y Desarrollo Profesional. Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud.

Universidad de Carabobo. Naguanagua 2005. Venezuela

Recibido: 10 de julio de 2025 –Aceptado: 10 de octubre de 2025

RESUMEN

Los plaguicidas son ampliamente utilizados para el control de las plagas y la obtención de mayor rendimiento en los cultivos. Sin embargo, tienen el riesgo de producir toxicidad, por lo que es necesario el monitoreo biológico de los trabajadores expuestos a estas sustancias. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad de butirilcolinesterasa (BCh), valores de transaminasas: Alanino aminotransferasa (ALT), Aspartato Aminotransferasa (AST) y el perfil hematológico en trabajadores expuestos a mezclas de plaguicidas en el municipio Urdaneta, estado Lara. Participaron 82 individuos de sexo masculino, 41 expuestos (GE) y 41 no expuestos (GNE). La determinación de BCh, perfil hematológico y los valores de transaminasas fueron realizados en muestras de sangre y los resultados fueron presentados empleando estadísticos descriptivos, frecuencias absolutas y porcentajes. Los valores de actividad de BCh en el GE (3528,75±1162,45U/L) mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en relación al GNE (5764,41±1641,43U/L), las transaminasas (AST, ALT) y hematocrito (HTC) evidenciaron un mayor promedio en el GE con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$) y la hemoglobina (HGB) presentó mayor promedio del GE con respecto al GNE con diferencia significativa de ($p < 0,05$) aunque se encontraron dentro de los rangos normales. Al asociar el tiempo de exposición con la actividad de BCh, AST, ALT, HGB se presentó una correlación negativa con la actividad de BCh estadísticamente significativas ($r = -0,520$ y $p = 0,001$). Los hallazgos obtenidos reflejan modificaciones en los valores de BCh, transaminasas y perfil hematológico en individuos

expuestos a plaguicidas.

PALABRAS CLAVE

Plaguicidas, exposición, agricultores, butirilcolinesterasa, transaminasas, perfil hematológico.

ABSTRACT

Pesticides are widely used for pest control and to obtain higher crop yields. However, they have the risk of producing toxicity, so biological monitoring of workers exposed to these substances is necessary. The objective of this study was to evaluate the activity of butyrylcholinesterase (BCh), transaminase values: Alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST) and the hematological profile in workers exposed to pesticide mixtures in the Urdaneta municipality, Lara state. 82 male individuals participated, 41 exposed (GE) and 41 non-exposed (GNE). The determination of BCh, hematological profile and transaminase values were performed on blood samples and the results were presented using descriptive statistics, absolute frequencies and percentages. The values of BCh activity in the EG (3528.75 ± 1162.45 U / L) showed statistically significant differences ($p < 0.001$) in relation to the GNE (5764.41 ± 1641.43 U / L), the transaminases (AST, ALT) and hematocrit (HTC) showed a higher average in the EG with a statistically significant difference ($p < 0.001$) and the hemoglobin (HGB) presented a higher average of the EG with respect to the GNE with a significant difference of ($p < 0.05$) although they were within the normal ranges. When associating the exposure time with the

activity of BCh, AST, ALT, HGB a negative correlation was presented with the activity of BCh statistically significant ($r = -0.520$ and $p = 0.001$). The findings obtained reflect modifications in the values of BCh, transaminases and hematological profile in individuals exposed to pesticides.

KEY WORDS

Pesticides, exposure, farmers, butyrylcholinesterase, transaminases, hematological profile.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas se utilizan para proteger los cultivos contra insectos, malas hierbas, hongos y otras plagas. Son potencialmente tóxicos para los seres humanos y pueden tener efectos agudos y crónicos en la salud de las personas, dependiendo de la cantidad y la forma de exposición [1]. La intoxicación por plaguicidas se ha identificado como un importante problema de salud ocupacional en trabajadores agrícolas [2]. Hoy en día se utilizan más de 1000 plaguicidas en todo el mundo para garantizar que las plagas no dañen ni destruyan los cultivos ya que tienen diferentes propiedades y efectos toxicológicos [1].

Dentro de los plaguicidas inhibidores de colinesterasa (plaguicidas anticolinesterásicos) se encuentran los organofosforados y los carbamatos, que ocasionan el 80 % de las intoxicaciones por pesticidas en el mundo [3]. Son de amplio espectro y afectan el sistema nervioso autónomo a través de la inhibición de enzimas de tipo colinesterasas, como la acetilcolinesterasa y la butirilcolinesterasa, las cuales transforman el neurotransmisor acetilcolina (ACh) en colina y acetato [4] que conduce a una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en los receptores muscarínicos y nicotínicos, con la consiguiente hiperestimulación del sistema parasimpático, dando como resultado un síndrome colinérgico [5].

Las concentraciones de colinesterasa eritrocitaria y butirilcolinesterasa son ampliamente utilizadas para el biomonitoreo de poblaciones expuestas a insecticidas organofosforado y a carbamatos. Se conoce que existe una estrecha relación entre la exposición a estos plaguicidas, la presencia de manifestaciones clínicas y el descenso significativo de la actividad enzimática de las colinesterasas [6].

La evaluación de los riesgos para la salud en los seres humanos que están expuestos profesional o ambientalmente a estos agroquímicos es fundamental. No obstante, la identificación de los efectos de cada uno de ellos en forma individual es difícil, ya que frecuentemente se utilizan diferentes mezclas, ocasionando daños que se han asociado a

la exposición crónica, los cuales incluyen neurotoxicidad, efectos inmunológicos, alteraciones en la reproducción y el desarrollo, además de efectos carcinogénicos [7].

La sobreexposición a plaguicidas provoca cambios en los biomarcadores hepáticos y renales, lo que ayuda a monitorear los efectos de estas sustancias en la salud de los trabajadores. A nivel mundial, diversos estudios han investigado los cambios bioquímicos en trabajadores expuestos a plaguicidas [8].

Por otra parte, se ha demostrado que el hígado es un órgano blanco primario en casos de exposición crónica y aguda a plaguicidas, por lo que los cambios en la función de este órgano podrían ser indicadores de reacciones tóxicas inducidas por estas exposiciones. En este sentido, el diagnóstico a través de pruebas de función hepática tales como las transaminasas aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) resultan de gran interés ya que ayudan a evaluar el daño hepático en magnitud y evolución [9].

Diversas investigaciones han abordado la influencia de la exposición a plaguicidas sobre el perfil hematológico encontrando alteraciones del hemograma [5,10]. Estudios similares se han realizado en agricultores de San Rafael, Ecuador donde Nuñez-Quezada y col evaluaron biomarcadores de afección hematológica, hepática y renal en trabajadores expuestos a plaguicidas [8]. Adicionalmente, investigaciones como la de Lopez y col evaluaron niveles de biomarcadores séricos en aplicadores de plaguicidas de cultivos de arroz en Natagaima-Tolima [11].

Los marcadores bioquímicos tienen la ventaja de reflejar la reacción biológica de los plaguicidas mucho antes de que produzcan efectos adversos sobre la salud, por lo que su biomonitoreo es de gran importancia en la población de agricultores [12].

Siendo Venezuela un país con importante actividad agrícola y el Municipio Urdaneta del Estado Lara uno de los principales productores, se plantea, evaluar la actividad de butirilcolinesterasa, valores de transaminasas, y perfil hematológico en trabajadores expuestos a mezclas de plaguicidas en el municipio Urdaneta del Estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó un estudio descriptivo y correlacional, diseño no experimental y corte transversal. La población estuvo constituida por 60 agricultores y la muestra estuvo conformada por 41 trabajadores que constituyó el grupo expuesto (GE). Todos los individuos del estudio pertenecían al sexo masculino y fueron seleccionados con los siguientes criterios de inclusión: ser mayor de 18 años, trabajadores de

fincas ubicadas en el Municipio Urdaneta del Estado Lara, que realizaran regularmente operaciones de preparación y/o aplicación de plaguicidas con una antigüedad laboral de 6 meses como mínimo. Así mismo, fueron excluidos trabajadores que realizaran actividades adicionales a las agrícolas, que estuvieran en contacto con sustancias que pudieran alterar las pruebas a realizar, como exposición a solventes orgánicos, o sometidos a tratamientos de radioterapia y/o quimioterapia. Adicionalmente, se conformó un grupo no expuesto (GNE) formado por 41 trabajadores del mismo municipio, con características sociodemográficas similares, cuya actividad laboral no estuviera asociada a la exposición a plaguicidas u otras sustancias que pudieran alterar las pruebas a realizar.

Los trabajadores agrícolas fueron invitados a participar en el estudio e informados sobre el objetivo de la investigación y las características de su participación; aquellos que aceptaron firmaron un consentimiento informado, cumpliendo con lo establecido en los principios de la Declaración de Helsinki [13] y en el código de ética para la vida [14]. En este estudio el nivel de riesgo que presentaron los individuos fue bajo y se les garantizó la confidencialidad de los datos suministrados. A todos los trabajadores seleccionados para el estudio se les aplicó una encuesta previamente validada a través del juicio de tres expertos y con una confiabilidad de 0,85 al aplicarle la prueba estadística Alfa de Cronbach [15] para escala de respuestas, el cuestionario incluía datos sociodemográficos tales como edad, grado de instrucción, tiempo trabajando en los cultivos, tipo de actividad laboral que realiza, equipo utilizado para la fumigación y frecuencia de aplicación.

Previo a la toma de muestra se les informó a los participantes la restricción de ingesta alcohólica el día anterior, y que deberían presentarse en ayuno de 12-14 horas para la toma de la muestra de sangre. La obtención de las muestras se realizó en horas de la mañana; se tomaron 10 ml de sangre venosa en tubos heparinizados, rotulados con el nombre completo.

Análisis bioquímicos: La actividad de butirilcolinesterasa (BCh) se determinó por un método cinético de inhibición diferencial a través de la reacción de la tiocolina con el ferricianuro de potasio (III) del kit comercial Wiener Lab ® [16]. La lectura de la absorbancia se realizó en un equipo Espectrofotómetro Omega IV a 405 nm y el resultado de la

colinesterasa fue expresado en U/L. El valor de referencia de BCh en hombres para el kit utilizado fue de 5320-12920 U/L.

La determinación de Aspartato aminotransferasa (AST) fue medida a través de un método cinético del laboratorio Bio-Science Medical [Murray, 1984], Valor de referencia (8-40 U/L) y la Alanina aminotransferasa (ALT) fue medida por el método cinético de Bio-Science Medical [Murray, 1984b]. El valor de referencia fue de (05-30 U/L).

El perfil hematológico comprendió la determinación de hemoglobina, hematocrito, conteo de glóbulos blancos, así como el estudio de las plaquetas, dichos análisis se realizaron en un equipo automatizado de Hematología Counter 19 ® (Wiener, Counter 19/19 CP, 2015) además se observaron al microscopio el frotis sanguíneo previa coloración con Giemsa. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete libre PAST v.2.04, empleando estadísticos descriptivos, frecuencias absolutas y porcentajes, así como la T de student para muestras independientes, y coeficiente de correlación Spearman, bajo un nivel de significancia $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fueron evaluados 82 individuos, todos del género masculino, divididos en dos grupos: grupo expuesto (GE) y grupo no expuesto (GNE) con edades estadísticamente similares y con características sociodemográficas descritas en la Tabla 1.

En cuanto a las condiciones laborales del GE, fueron agrupadas en la Tabla 2 en relación al tiempo de exposición a los plaguicidas, la distribución que presentó mayor frecuencia de participantes fue el rango de 6-15 años y el de más de 26 años, con una jornada laboral semanal de 5-6 días y un tiempo de trabajo de 7-8 horas diarias. El GE realiza diversas actividades en el campo, destacándose una mayor frecuencia en actividades mixtas, que es cuando alternan cualquiera de las actividades (fumigador, preparador y/o regador). El equipo más utilizado para realizar las actividades de fumigación fue la pistola y la mayor frecuencia de aplicación fue de 2-3 días por semana. Los agricultores manifestaron usar mezclas de diferentes productos, fueron reportados 28 productos siendo los más utilizados organofosforados, carbamatos y piretroides

TABLA 1
Características sociodemográficas de los grupos en estudio.

	GE n= 41 $\bar{x} \pm DS$	GNE n= 41 $\bar{x} \pm DS$
Edad (años)	40,34 \pm 10,59	37,07 \pm 13,63 <i>P</i> = 0,229
Rango de edad (años)	f (%)	f (%)
18-28	4 (9,8)	11 (26,8)
29-38	14 (34,1)	18 (43,9)
39-48	14 (34,1)	3 (7,3)
49-58	7 (17,1)	3 (7,3)
≥ 59	2 (4,9)	6 (14,6)
Grado de Instrucción	f (%)	f (%)
Analfabeta	2 (4,9)	0 (0)
Primaria	29 (70,7)	14 (34,1)
Secundaria	6 (14,7)	19 (46,4)
Técnico	4 (9,8)	1 (2,4)
Universitario	0 (0)	7 (17,1)

GE: Grupo Expuesto; GNE: Grupo No Expuesto. Fuente: Datos de la investigación, 2015

TABLA 2
Distribución del grupo expuesto según tiempo trabajando, actividad que realiza, equipo utilizado para la fumigación y frecuencia de aplicación

Antigüedad (años)	f	%
≤ 5	4	9,75
6-15	14	34,14
16-25	9	21,95
≥ 26	14	34,14
Días laborables/semana	f	%
1-4	5	12,2
5-6	27	65,9
7	9	22
Jornada laboral (horas/día)	f	%
3-4	8	19,5
5-6	9	22,0
7-8	24	58,5
Actividad laboral	f	%
Mixtas	21	51,2
Fumigador	13	31,7
Preparador	2	4,9
Regador	5	12,2
Equipo de fumigación	f	%
Asperjadora	3	7,3
Tanque	8	19,5
Pistola	23	56,1
No fumigan	7	17,1
Días por semana	f	%
1	3	7,3
2-3	29	70,7
Cada 15 días	2	4,9
No fumigan	7	17,1

Fuente: Datos de la investigación, 2015

En relación a la actividad de BCh la media \pm desviación estándar fue un valor menor en el GE (3528,75 \pm 1162,45 U/L) demostrando una mayor inhibición de la enzima en relación al GNE (5764,41 \pm 1641,43U/L). En cuanto a la AST se mostró un mayor promedio del GE (34,82 + 5,01 U/L) con respecto al GNE (29 + 5,76 U/L), al igual que la ALT, donde el GE presentó (25,87+ 2,49 U/L) y el GNE (22,82+ 3,20 U/L), ambas se encontraron dentro de los rangos normales. El análisis estadístico utilizado fue la t de Student que mostró una diferencia estadísticamente significativa $p < 0,001$ para las variables BCh, AST y ALT del GE en comparación al GNE. En cuanto al

perfil hematológico se encontró un mayor promedio en los valores del GE en relación al GNE para las variables HGB, HTC y PQT, encontrándose una diferencia estadísticamente significativa para los parámetros de hemoglobina (HGB) $p < 0,05$ y hematocrito (HTC) $p < 0,001$ aunque todos se encontraron dentro de los rangos normales. Tabla 3.

Al relacionar la variable tiempo de exposición con AST, ALT, HGB, GB, HTC y PLQ del grupo expuesto, utilizando el análisis estadístico coeficiente de Spearman se observó una correlación estadísticamente significativa $p < 0,001$ y $p < 0,05$ excepto para los GB y PQT. Tabla 4.

TABLA 3
Valores de transaminasas y perfil hematológico en los grupos de estudio.

Grupos Parámetros	GE n= 41 (\bar{x} \pm DS)	GNE n= 41 (\bar{x} \pm DS)	P
BCh (U/L)	3528,75 \pm 1162,45	5764,41 \pm 1641,43	0,000
AST (U/L)	34,82 \pm 5,01	29 \pm 5,76	0,000
ALT (U/L)	25,87 \pm 2,49	22,82 \pm 3,20	0,000
Hb(g/dL)	14,72 \pm 0,91	14,03 \pm 1,28	0,006
GB (10 ³ /uL)	2,51 \pm 0,60	2,59 \pm 0,75	0,596
HTC (%)	43,60 \pm 2,75	40,95 \pm 3,45	0,000
PQT (10 ³ /uL)	281,02 \pm 62,16	262,75 \pm 58,70	0,175

BCh:Butirilcolinesterasa; AST: Aspartato aminotransferasa; ALT: Alanina aminotransferasa; Hb: Hemoglobina; GB: Glóbulos blancos; HTC: Hematocrito; PQT: Plaquetas. \bar{x} \pm DS: Media \pm Desviación estándar Prueba T de Student $p < 0,05$ y $p < 0,001$

TABLA 4
Relación del tiempo de exposición, BCh, AST, ALT, HB, GB, HTC, PQT del grupo expuesto.

	Tiempo de exposición	AST (U/L)	ALT (U/L)	HGB (g/dL)	GB (10 ³ /uL)	HTC (%)	PQT (10 ³ /uL)
Tiempo de exposición	r p	1,000					
BCh (U/L)	r p	-0,520 0,000(**)	1,000				
AST(U/L)	r p	0,527 0,000(**)	1,000				
ALT(U/L)	r p	0,516 0,000(**)	0,939 0,000(**)	1,000			
Hb(g/dL)	r p	0,286 0,009(**)	0,199 0,073	0,195 0,079	1,000		
GB (10 ³ /uL)	r p	-0,045 0,686	-0,146 0,192	-0,168 0,132	0,125 0,262	1,000	
HTC (%)	r p	0,374 0,001(**)	0,230 0,038(*)	0,215 0,052	0,884 0,000 (**)	0,126 0,259	1,000
PQT(10 ³ /uL)	r p	0,148 0,185	-0,089 0,424	-0,062 0,583	-0,092 0,411	0,062 0,580	-0,068 0,542

BCh: butirilcolinesterasa; AST: Aspartato aminotransferasa; ALT: Alanina aminotransferasa; Hb: Hemoglobina; GB: Glóbulos blancos; HTC: Hematocrito; PQT: Plaquetas. ** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral); * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral) con la prueba de coeficiente de Spearman.

Las características sociodemográficas de los participantes de este estudio, son semejantes a las reportadas en otras investigaciones como la de Nuñez-Quezada y col [8] en San Rafael, Ecuador, donde todos los participantes eran hombres con edad media entre $43,9 \pm 10,67$ y con un grado de instrucción de educación primaria (33%), mostrando que los agricultores en su mayoría son personas con un nivel educativo básico. Es importante destacar que las personas que se dedican a la agricultura realizan esta actividad durante muchos años como se observó en este estudio y otras investigaciones similares [5,6,10]. Otro factor a considerar es que realizan las actividades de fumigación de 2 a 3 veces por semana (70,7 %) por lo que se presenta una exposición a los plaguicidas frecuente, generando un mayor riesgo e impacto en la salud de esta población.

En cuanto a los plaguicidas utilizados en los cultivos, los agricultores reportaron gran variedad de productos siendo los más referidos: compuestos organofosforados, carbamatos y piretroides, coincidiendo con un estudio realizado por López y col [11] en cultivos de arroz en Colombia donde predominaron estos mismos grupos, sin embargo, se dificultó clasificar exactamente la cantidad de cada uno de los productos utilizados ya que los plaguicidas son usados en forma de mezclas.

En el presente estudio, se evaluó la actividad de la BCh como indicador de exposición a los plaguicidas encontrándose una disminución en el valor de la enzima con una diferencia estadísticamente significativa entre el GE en relación al GNE ($p < 0,001$), coincidiendo con Marrero y col [5] que realizó un estudio en una comunidad de la Colonia Tovar, Venezuela encontrando que para el GE, la actividad reportada sobre los valores de colinesterasa, fue significativamente más baja al compararla con el grupo control ($p < 0,05$) [5]. De igual forma, López y col [11] reportaron una disminución estadísticamente significativa de los niveles de colinesterasa sérica del GE en relación al GC. En contraste con Anchatipán-Escobar y col [12] que realizaron un estudio en 40 agricultores de Ecuador donde observó, que el 82,5 % presentaron niveles de acetilcolinesterasa, dentro de los rangos normales, sin embargo, el 17,5 %, presentó una disminución en la concentración de esta enzima lo cual no fue estadísticamente significativo [10]. Así mismo, Toro y col [13] pudieron deducir que no existe una variación significativa en los niveles de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos entre los agricultores estudiados, lo cual se puede

confirmar al observar que el 94,2 % de los valores de colinesterasa plasmática estuvo dentro de los valores de referencia; esto puede ser debido a las buenas prácticas de seguridad las cuales les permiten disminuir los riesgos de exposición [3]. Los resultados aportados demuestran la importancia de la cuantificación de la colinesterasa, sin embargo, hubo la limitante de no tener una medición de la enzima preexistente lo cual hubiera permitido una mejor interpretación de la actividad de la enzima, ya que la determinación periódica de la colinesterasa sérica permite tener un seguimiento de los efectos de los organofosforados sobre la salud de los agricultores.

Al evaluar los valores de transaminasas se encontró una diferencia estadísticamente significativa pero dentro de los valores de referencia, teniendo relación con la variable tiempo de exposición en similitud a la población agricultora estudiada por Lopez y col [11] que encontraron elevación significativa en los niveles de AST, sin llegar a ser patológicos, lo que estaría mostrando posibles alteraciones subclínicas de la función hepática pues se ha reportado que las exposiciones crónicas a bajas dosis de plaguicidas pueden producir estos cambios bioquímicos aún antes de la manifestación de efectos clínicos y pueden afectar múltiples órganos incluyendo el hígado.

En contraste, Anchatipán-Escobar y col [12] no evidenciaron ninguna alteración en la función hepática, ya que los niveles de las enzimas hepáticas no mostraron diferencias entre los grupos de estudio. De igual forma, Nuñez-Quezada y col [8] obtuvieron que todos los valores medios se encontraban dentro de la normalidad sin diferencias significativas entre el grupo expuesto y el grupo no expuesto, los autores lo atribuyen a que en Ecuador los trabajadores agrícolas cumplen con las Buenas Prácticas Agrícolas las cuales hacen referencia al uso correcto y manejo responsable de plaguicidas de uso agrícola en la que se menciona que “La aplicación de plaguicida se realizara utilizando el equipo de protección personal, recomendado en la etiqueta de cada producto, con el objeto de salvaguardar la salud de los trabajadores. Además, se deberán tomar en cuenta todas las precauciones citadas en las etiquetas [16].

Es importante resaltar que los parámetros que evalúan función hepática en el plasma de los fumigadores demuestran que la exposición de estas personas a los agroquímicos en forma crónica alteran la función de este órgano principalmente cuando se prolonga el tiempo de exposición, también se demuestra que en otras investigaciones donde se realiza un buen uso de los equipos de protección no hay diferencias con los grupos no expuestos evitando mayores

efectos por la exposición a estos xenobióticos [3,16].

Con respecto a los resultados de las pruebas hematológicas realizadas, todos los valores medios obtenidos se encontraban dentro de la normalidad en similitud con Marrero y col [5]. con un mayor promedio y una diferencia estadísticamente significativa en los valores del GE en relación al GNE para las variables HGB, HTC [5,9]. De igual forma Esparza-Olalla y col [10] en una población de Guaslán. Ecuador encontraron los parámetros de (Hb) y (Hct) elevados entre 65 % y 52 % de la población estudiada la cual podría ser valorada como un signo de adaptación fisiológica en personas que viven en las alturas [9] coincidiendo con el estudio de Marrero y col [5], sin embargo, en esta investigación sería contradictorio ya que el Municipio Urdaneta del estado Lara se caracteriza por un clima cálido y seco. En la investigación realizada por Manyilizu y col [17] estudiaron 69 personas de una población agrícola y encontraron una disminución en el hematocrito del grupo expuesto en comparación con el grupo de referencia, por lo que es probable que productos químicos como los plaguicidas, puedan afectar la señalización de la acetilcolina e inducir cambios en el tamaño y volumen de los eritrocitos.

La elevación de plaquetas observado en el GE en comparación con el GC coincide con los hallazgos de Manyilizu y col [17] quienes lo relacionan con un trastorno primario de la médula ósea y a la exposición a diferentes mezclas de pesticidas, dosis de exposición, frecuencia y el tiempo de exposición. Sin embargo, los recuentos elevados de plaquetas también pueden ser secundarios a otras causas, como reacciones alérgicas, cáncer, diabetes e infecciones.

CONCLUSIONES

Las intoxicaciones por plaguicidas se mantienen como uno de los eventos más frecuentes por sustancias químicas, las colinesterasas son empleadas como biomarcadores biológicos que permiten el reconocimiento temprano de la exposición crónica a los plaguicidas, son efectivas y mejoran su utilidad en la medida en que se realicen comparaciones con valores preexistentes y en personas sin exposición.

Los hallazgos obtenidos en esta investigación reflejan modificaciones en los valores de la actividad de la BCh, transaminasas y perfil hematológico en individuos expuestos a plaguicidas por lo que se hace necesario mantener la formación permanente sobre el manejo seguro de los plaguicidas, campañas de sensibilización que favorezcan la

reducción del riesgo y la implementación de medidas correctivas para el cuidado de la salud antes de que aparezcan efectos negativos característicos de este tipo de exposición

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] World Health Organization. Pesticide residues in food. [Página Web] 2022 [acceso: 5 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>.
- [2] Cotton J, Edwards J, Azis-Rahman M, Brumby S. Cholinesterase research outreach project (CROP): point of care cholinesterase measurement in an Australian agricultural community. *Environ Health*. 2018; 17 (31): 1-11. doi: 10.1186/s12940-018-0374-1
- [3] Toro-Osorio BM, Rojas-Rodríguez AE, Díaz-Zapata JA. Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia. *Rev salud pública*. 2017;19 (3): 318-24. doi:10.15446/rsap.v19n3.52742
- [4] Martínez-Rosas MG, Chávez-Almazán LA, Garibo-Ruiz D, Sánchez-Visoso FI, Calleja-Villalva E. Comparación de la actividad de butirilcolinesterasa entre habitantes de una zona rural y una urbana de Guerrero, México. *Rev Int Contam Ambient*. 2022; (38): 545-553. doi: 10.20937/rica.54555.
- [5] Marrero S, Guevara H, Eblen-Zajjur A, Sequera M. Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela. *Rev Mex Patol Clin Med Lab*. 2018; 65(1): 45-54
- [6] Butinof M, Fernández-Ricardo A, Lerda D, Lantieri MJ, Filippi I, Díaz M. Biomonitorio en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agro aplicadores en Córdoba, Argentina. *Gac Sanit*. 2019; 33(3): 216-221. doi: 10.1016/j.gaceta.2017.12.002
- [7] Simoniello MF, Kleinsorge EC, Carballo MA. Evaluación bioquímica de trabajadores rurales expuestos a pesticidas. *Medicina B. Aires*. 2010; 70(6):489-498.
- [8] Núñez-Quezada T, Villasmil NR, Sánchez-Prado RE, Jaramillo-Jaramillo CG, Ramon-Japón, GE. Biomarcadores de afección hematológica, hepática y renal en trabajadores expuestos a plaguicidas. *Pol Con*. 2022; 7(7): 827-842. doi:10.23857/pc.v7i7.4258
- [9] Guevara-Tirado, A. Alteraciones en el perfil hepático y otros marcadores de pacientes asintomáticos que acuden a exámenes de rutina en un área urbana de Lima, Perú. *Rev. virtual Soc Parag Med Int*, 2024; 11 (1) doi: 10.18004/rvspmi/2312-3893/2024.e11122405
- [10] Esparza-Olalla JE, Forero-Lugo FC, Mardones-Montanares MA. Uso de organofosforados por

- agricultores de la comunidad de Guaslán- Ecuador y los cambios hematológicos. *Ciencia y Agricultura*. 2020; 17(1): 31-50. doi: 10.19053/01228420.v17.n1.2020.10603
- [11] López K, Pinedo C, Zambrano M. Prácticas de Salud Ocupacional y niveles de biomarcadores séricos en aplicadores de plaguicidas de cultivos de arroz en Natagaima-Tolima, Colombia *Rev Toxicol*. 2015; 32(2): 102-106
- [12] Anchatipán-Escobar J, Vailati JP, Viteri-Robayo, C. Concentraciones Séricas de la Enzima Acetilcolinesterasa en Agricultores Expuestos a Organofosforados. *Enfermería Investiga*. 2020; 5(3), 39-45. doi:10.31243/ei.uta.v5i3.910.2020.
- [13] Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Página Web]. 2009 [acceso 02 de diciembre del 2024]; Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/5964>
- [14] Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. Código de ética para la vida. [Página Web]. 2011 [acceso 02 de diciembre del 2024] Disponible en: <https://mincyt.gob.ve/download/codigo-de-etica-para-la-vida/>
- [15] Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika* 1951; 16: 297-334. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02310555>
- [16] Wiener Lab®. Cholinesterase. Argentina. [Página Web] 2022 [acceso: 10 de enero de 2025]. Disponible en: https://access.wienerlab.com/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/cholinesterase_sp.pdf
- [17] Manyilizu WB, Mdegela RH, Kazwala R, Nonga H, Muller M, Lie E, Skjerve E, Lyche JL. Association of Long-Term Pesticide Exposure and Biologic Parameters in Female Farm Workers in Tanzania: A Cross Sectional Study. *Toxics*. 2016; 4(4): 25 doi: 10.3390/toxics4040025.%,%2C%20agricultural%20production%2C.
- Matheus Lobo Tibisay:** Magister en Toxicología Analítica UC. Farmacéutica ULA. Investigadora activa de la Unidad de Investigación de Ciencias Morfopatológicas (UNIMPA). FOUC. Profesora de Farmacología y Terapéutica FOUC. Asesora de Estudios para Graduados de la Dirección de Postgrado FOUC. Email: tmatheus@uc.edu.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-8568-1847>
- Aular Yalitzá:** Doctora en Gerencia UNY. Magister en Toxicología Analítica UC. Especialista en Toxicología Analítica. Farmacéutica UCV. Maestrante en Bioética UCV. Profesora Titular del Departamento de Farmacología. FCS. UC. Investigador activo (IIMBUC). Coordinadora de la Maestría en Toxicología Analítica. UC. Coordinadora General de CPBB UC. Email: ydaular@uc.edu.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9271-8244>
- Fernández Yolima:** Doctora en Gerencia UNY. Magister en Toxicología Analítica UC. Lic en Bioanálisis UC. Profesora Titular del Departamento de Investigación y Desarrollo Profesional. FCS. UC. Investigadora activa de la línea Fármaco- Toxicología (IIMBUC). Email: yfernandez13@uc.edu.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7652-1708>
- Pérez Henry:** Magister en Toxicología Analítica UC. Magister en gerencia de la Salud Pública. Especialista en docencia para la Educación Superior, Doctorante en Salud Pública, Farmacéutico ULA. Profesor de Farmacología y Terapéutica de la FOUC. Director de Asuntos profesoriales FOUC. Email: hperez6@uc.edu.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-2578-1710>

Artículo original

Nivel de agrado de la semilla del Saní (*Brassica napus*) en diferentes preparaciones culinarias.

Liking of Saní seeds (*Brassica napus*) in different culinary preparations.

Moncayo Rocely^{1*}, Narváez Norys¹, Ostojich-Cuevas Zoitza¹, Márquez Juan Leonardo².

¹Departamento de Tecnología de los Alimentos, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida CP 5101, Venezuela.

²Departamento de Asistencia y Nutrición, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida CP 5101, Venezuela.

Recibido: 10 de agosto de 2025 –Aceptado: 10 de noviembre de 2025

RESUMEN

El saní o mostaza negra del páramo (*Brassica napus*), semilla de la planta del nabo, es una especia propia de las zonas de Mucuchíes y Apartaderos, empleada durante años por los pobladores, pero en la actualidad ha quedado en el olvido. Por ello, resultó oportuna la realización de una investigación, cuyo objetivo principal fue evaluar el nivel de agrado de la semilla de saní en diferentes preparaciones culinarias. Tratándose de un estudio descriptivo de tipo transversal y de campo; contó con dos poblaciones, la primera, el saní, recolectado en sembradíos del páramo de Mucuchíes y comercializado en el Mercado Principal de Mérida, y segunda, los 357 consumidores que participaron en los análisis sensoriales. Los resultados revelaron que, para aminorar el regusto amargo característico de la especia, el tiempo de tostado idóneo varía entre 5-6 minutos a 145 °C y el remojo en 12 horas en agua caliente, en este último percibiéndose un sabor residual desagradable. Se comprobó el nivel de agrado de recetas que incorporaran la especia con una escala hedónica estructurada de 5 puntos, evidenciándose que el saní tostado era más agradable al paladar, a su vez hallándose diferencias estadísticamente significativas a su favor, condición que puede estar influenciada por cambios en cuanto al sabor, consistencia o factores sensoriales asociados a este proceso. Finalmente, se elaboró un recetario informativo con opciones accesibles en su mayoría y, constituido por platillos salados, dulces y bebidas, como método para promover su aplicación en la cocina, aumentar su conocimiento y preservar este rubro ancestral.

PALABRAS CLAVE

Saní, tostado, remojo, análisis sensorial, nivel de agrado, *Brassica napus*, escala hedónica estructurada.

ABSTRACT

Saní, or black mustard from the páramo (*Brassica napus*), seed of the turnip plant, is a spice native to the Mucuchíes and Apartaderos areas, used for years by the inhabitants, but now forgotten. Therefore, it was appropriate to conduct research with the main objective of evaluating the level of acceptance of saní seeds in different culinary preparations. This was a descriptive, cross-sectional field study with two populations: the first was Saní, collected from fields in the Mucuchíes moorland and sold in the Main Market of Mérida, and the second was the 357 consumers who participated in the sensory analyses. The results revealed that, to reduce the characteristic bitter aftertaste of the spice, the ideal roasting time varies between 5-6 minutes at 145° C and soaking for 12 hours in hot water, the latter giving it a vegetal flavor. Liking was tested using a five-point structured hedonic scale with recipes that incorporated the spice, showing that the roasted Saní was more pleasant to the palate, with statistically significant differences in its favor, a condition that may be influenced by changes in flavor, consistency, or sensory factors associated with this process. Finally, an informative recipe book was produced with mostly accessible options, consisting of savory dishes.

KEY WORDS

Saní, roasted, soaking, sensory analysis, liking, *Brassica napus*, structured hedonic scale.

INTRODUCCIÓN

El saní (*Brassica napus*), especia ancestral del páramo merideño, ha caído en desuso pese a su valor histórico y nutricional. Ante el contexto actual de inseguridad alimentaria y dietas monótonas en el país, esta investigación busca rescatar dicho rubro mediante pruebas sensoriales que

evalúen su nivel de agrado en preparaciones culinarias como parte de los ingredientes y así, determinar las que resultan más agradables al paladar de los consumidores, facilitando su reincorporación en la alimentación diaria.

Taxonómicamente, esta semilla ha sido clasificada dentro del género *Brassica*, familia Brassicaceae [1]. Es una planta conocida desde la antigüedad, principalmente en el sur y centro de Europa, y en el oeste de Asia, igualmente encontrándose en la Península Ibérica y en zonas del mediterráneo (los griegos y romanos la utilizaron con fines nutricionales y medicinales) [2, 3]. Asimismo, ha sido denominada de distintas maneras según la región en la que se ubique, algunos de los nombres más comunes: colza o mostaza en Italia, canola en Canadá, nabo aceitero en México y mala hierba para algunos agricultores [3].

En el páramo merideño (Venezuela), los indígenas incorporaron el saní con fines alimenticios y medicinales, empleándolo como laxante y tratamiento para la artritis [4]. Conocida en Apartaderos y Mucuchíes como "mostaza negra", esta especie se usa tradicionalmente para acompañar arepas, panes, tubérculos, huevos fritos y carnes asadas. Su procesamiento ancestral es meticuloso: posterior a la cosecha de papa, se procede a extraer de la vaina de la planta del nabo las semillas que son de color castaño rojizo o negras, de 2-2,5 mm de diámetro, se secan al sol, se tuestan y se muelen para obtener el producto final, denominado saní y agregar a los platillos [5, 6].

Aunque los estudios científicos acerca de esta semilla en el país son escasos, se ha reportado que la composición proximal del saní es 36,57% de carbohidratos, 30,99% de grasas, 19,93% proteínas, 8,44% de humedad, y 4,07% de cenizas, para un aporte calórico de 504,9 Kcal por cada 100 g [5]. Otros estudios indican que la *Brassica napus* contiene vitamina A, vitamina C, folatos, calcio, hierro, potasio y fibra [7], y también compuestos polifenólicos como el Kaempferol, clave en el sabor amargo de la semilla a los que se atribuyen propiedades biofuncionales significativas: actúa como un diurético, protege la vista, el cabello, las uñas y los huesos, refuerza el sistema inmunitario, mejora el tránsito intestinal por su aporte en fibra y regula el colesterol [4,8,9].

Se debe considerar que, la familia Brassicaceae contiene anti nutrientes vinculados al amargor y picante que se percibe al consumirla. Destacan los glucosinolatos presentes en las plantas crucíferas, que, al interactuar con la enzima mirosinasa, producen metabolitos (isotiocianatos y viniltiozolidona) capaces de causar daños hepáticos, renales y tiroideos si se ingieren en cantidades excesivas. En una investigación se menciona que la relación de la ingesta diaria promedio de glucosinolatos para el ser humano es de

7,9 mg, sin embargo, esto varía de acuerdo al grupo poblacional y puede aumentar hasta 300 mg por día [10]. Otros factores antinutricionales de la *Brassica* son el ácido erúxico y la sinapina, quienes también causan amargo; en grandes cantidades estas sustancias han sido relacionadas con afecciones cardiovasculares. No obstante, el tratamiento térmico aplicado a la semilla conlleva a la inactivación de la enzima mirosinasa [11, 12].

En otro orden de ideas, entre los usos generales de la *Brassica napus* sobresale la producción de aceite vegetal de calidad –alto en ácidos grasos omega-3 y ácido oleico-, forraje o pienso animal, producción de miel (es una planta nectarífera y polinífera), consumo de la hortaliza (el bulbo y las hojas) y biodiesel (proceso de transesterificación) [8, 13].

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de esta investigación definió como población a la semilla de saní (*Brassica napus*) y a sus potenciales consumidores. La muestra estuvo constituida por 400 g de saní, los cuales se distribuyeron equitativamente para las operaciones unitarias (200 g para remojar y 200 g para tostar). Asimismo, para evaluar el agrado, se seleccionó una muestra mínima de 50 personas para participar en cada una de las cinco pruebas sensoriales realizadas.

Para mitigar el regusto amargo intrínseco de la semilla de saní (*Brassica napus*), se implementaron procesos unitarios específicos previos a su incorporación en las preparaciones culinarias. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Tamizado: para garantizar la limpieza y homogeneidad de la semilla inmediatamente tras la recolección.

Tostado: se empleó una muestra de 200 g de la semilla, distribuidos en porciones de 10 g por tratamiento experimental. Para conservar las propiedades sensoriales se encontró en la aplicación de 145 °C durante 5-6 minutos, logrando un aroma y sabor agradable, comparable al café tostado. Temperaturas inferiores (120- 130 °C) acentuaron la nota amarga de la semilla, mientras que temperaturas superiores o iguales a 150° C generaron sabores desagradables característicos de la pirólisis o quemado.

Remojo: se valoró el efecto en la disminución del amargor de la semilla en 1000 mL de agua caliente superior a los 40° C; donde se agregó de 10 g de la especie y se dejó en remojo por: 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 10 horas, 12 horas y 24 horas. Si bien a diferentes tiempos se evidenció una disminución del amargor, fue a 12 horas de remojo que la semilla desarrolló rápidamente un sabor y aroma vegetal reduciendo, además, el amargor. Adicionalmente, tiempos de remojo prolongados indujeron la fermentación de las

semillas y el medio acuoso adquirió una coloración rojiza, mientras que tiempos más cortos acentuaron la percepción del amargor.

Una vez optimizadas las condiciones para inclusión de la semilla (*Brassica napus*) como ingrediente se procedió a evaluar su incorporación en diversos platillos culinarios, de los cuales fue seleccionado cinco (5) tipos de alimentos para ser presentado a los panelistas no entrenados, cubriendo categorías dulces y saladas: pan salado, galletas de mantequilla, cachapa, chocolate y queso madurado.

La evaluación se diseñó para comparar la percepción sensorial de dos versiones de cada producto: una formulada con la semilla tostada (145 °C por 6 minutos) y otra con la semilla en remojo (12 horas en agua caliente mayor a 40 °C). La cantidad total de semilla incorporada por preparación varió en un rango de 0,5 g a 10 g del producto total. Por su parte, la dosificación de saní por cada unidad de alimento evaluada (muestra individual ofrecida al panelista) osciló entre 0,02 g y máximo de 1 g.

Por su parte, las muestras fueron presentadas a panelistas no entrenados en un laboratorio, con su área de preparación de muestras y la sala de cata. Igualmente, para estas pruebas se dispuso de distintos utensilios necesarios, y se siguieron las indicaciones de las normas oficiales, utilizando una escala hedónica estructurada de 5 puntos (desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho), la cual es comúnmente utilizada para medir el agrado del consumidor hacia un producto, a su vez este instrumento permite analizar los datos por medio de una conversión verbal a numérica [14, 15].

Posteriormente, para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el software SPSS, versión 15.0 y, los datos se analizaron mediante una t de Student para muestras relacionadas, siendo esta aplicada para comparar las medias de dos series de mediciones ejecutadas de una misma unidad estadística [16] utilizando un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a las operaciones unitarias para aminorar el regusto amargo de la semilla de saní se evidenció que en el caso de la semilla tostada a una temperatura de 145°C por 5-6 minutos se aminoró el amargor, manteniendo el color (negro) y un aroma y sabor agradable al paladar (semejándose al maní, maíz o café tostado). Mientras que las semillas sometidas a remojo en agua caliente por 12 horas presentaron menor amargor, un cambio en la coloración (rojiza) y un regusto residual vegetal, siendo esta la más agradable al paladar y la que mejor se adaptó al incorporarla

con otros alimentos.

Al respecto, una investigación encontró que al almacenar la semilla de *B. napus* en ambientes húmedos se producen metabolitos como monosacáridos y aminoácidos, a causa de la ruptura de los compuestos de reserva de la semilla como consecuencia del inicio del proceso de germinación. De igual forma, también encontraron mayores concentraciones de glucosinolatos y confirmaron cambios en el perfil lipídico [17].

En el análisis sensorial participaron 357 panelistas no entrenados con edades entre 17 a 70 años de edad, quienes evaluaron el nivel de agrado de la semilla de saní en las diferentes preparaciones culinarias de acuerdo a las dos versiones presentadas: remojo y tostado. De este total de consumidores, el grupo de edad con mayor participación fue de 18 a 24 años de edad prevaleciendo la participación en el género femenino con 237 individuos.

Se observa en la Tabla 1 que se obtuvo un nivel de agrado de 4 (Gusta ligeramente) para el pan con saní tostado; mientras, que para el pan con saní en remojo se obtuvo un nivel de agrado de 5. Adicionalmente, los resultados señalan que no hay evidencia suficiente para afirmar una diferencia estadísticamente significativa entre el agrado de ambos panes ($p = 0,780$).

Por su parte, en la Tabla 2, se evidencia que las galletas con saní tostado mostraron un nivel de agrado de 5 (“Gusta mucho”) y de 4 (“Gusta ligeramente”) para las galletas con saní en remojo. En función de estos resultados, se aprecia que hay diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$) entre el nivel de agrado de las galletas con saní, siendo la galleta con saní tostado la que posee la media más alta.

En relación a la Tabla 3, según lo expresado por los consumidores las cachapas con saní tostado presentaron una mayor proporción de estimación neutral dado que ni les gustó ni les disgustó (Nivel de agrado = 3 de 5). Por el contrario, para las cachapas con saní en remojo se evidencia una inclinación hacia la opción negativa, ya que 35,4% de panelistas mencionaron que les disgustó ligeramente (Nivel de agrado = 2). La media indica una ligera disminución del agrado percibido por la cachapa con semilla en remojo en comparación con la del tostado, resultando relevante mencionar que, factores externos como la presentación, temperatura y las expectativas del producto pudieron influir en las respuestas.

Con respecto al chocolate con saní tostado y en remojo (Tabla 4) se destaca que, en ambas muestras se obtuvo un nivel de agrado de 5 (“Gusta mucho”). En base a estos resultados, se concluye que no hay suficiente evidencia para determinar diferencias estadísticamente significativas entre el agrado de las muestras degustadas.

En lo concerniente a la Tabla 5, los datos reflejan una percepción positiva por parte de los panelistas hacia el queso madurado con saní, obteniendo ambas un nivel de agrado de 5 (“Gusta mucho”), sin diferencias estadísticamente significativas entre la muestra con saní tostado y la de saní en remojo.

Se evidencia en la Tabla 6, que, de acuerdo a los consumidores participantes, la semilla de saní es ligeramente más agradable en la versión tostada que en remojo,

encontrándose una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,006$), con un promedio de diferencia de 0,30 puntos, así como una desviación estándar (S) menor en la de tostado (1,152), indicando una consistencia en las respuestas; mientras que, en el proceso de remojo hay una mayor variabilidad en la percepción del agrado. Además, la menor dispersión de respuesta en el tostado sugiere que es el método propicio para su integración en la gastronomía.

Tabla 1.

Nivel de agrado de pan salado artesanal con semillas de saní tostado y en remojo.

Agrado de Pan artesanal salado con saní tostado	Agrado de pan artesanal salado con saní en remojo										Total	
	Me disgusta mucho		Me disgusta ligeramente		Ni me gusta ni me disgusta		Me gusta ligeramente		Me gusta mucho			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Me disgusta mucho	-	-	1	1,6	-	-	1	1,6	-	-	2	3,3
Me disgusta ligeramente	1	1,6	-	-	3	4,9	-	-	1	1,6	5	8,2
Ni me gusta ni me disgusta	-	-	2	3,3	4	6,6	5	8,2	3	4,9	14	23,0
Me gusta ligeramente	-	-	5	8,2	7	11,5	5	8,2	10	16,4	27	44,3
Me gusta mucho	1	1,6	1	1,6	1	1,6	5	8,2	5	8,2	13	21,3
Total	2	3,3	9	14,8	15	24,6	16	26,2	19	31,1	61	100

Fuente: prueba sensorial de nivel de agrado y aceptabilidad

Tabla 2.

Nivel de agrado de galletas de mantequilla con semillas de saní tostado y en remojo.

Agrado de galleta de mantequilla con saní tostado	Agrado de galleta de mantequilla con saní en remojo										Total		Valor p
	Me disgusta mucho		Me disgusta ligeramente		Ni me gusta ni me disgusta		Me gusta ligeramente		Me gusta mucho				
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Me disgusta ligeramente	-	-	-	-	1	1,3	-	-	-	-	1	1,3	0,000*
Ni me gusta ni me disgusta	3	3,8	2	2,6	1	1,3	4	5,1	2	2,6	12	15,4	
Me gusta ligeramente	3	3,8	7	9	7	9	7	9	7	9	31	39,7	
Me gusta mucho	-	-	4	5,1	4	5,1	14	17,9	12	15,4	34	43,6	
Total	6	7,7	13	16,7	13	16,7	25	32,1	21	26,9	78	100	

Fuente: prueba sensorial de nivel de agrado y aceptabilidad

Tabla 3.
Nivel de agrado de las cachapas con semillas de saní tostado y en remojo

Agrado de cachapa con saní tostado	Agrado de cachapa con saní en remojo										Total	
	Me disgusta mucho		Me disgusta ligeramente		Ni me gusta ni me disgusta		Me gusta ligeramente		Me gusta mucho			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Me disgusta mucho	5	7,7	5	7,7	2	3,1	1	1,5	-	-	13	20
Me disgusta ligeramente	4	6,2	3	4,6	4	6,2	2	3,1	1	1,5	14	21,5
Ni me gusta ni me disgusta	5	7,7	8	12,3	4	6,2	2	3,1	1	1,5	20	30,8
Me gusta ligeramente	1	1,5	6	9,2	4	6,2	1	1,5	3	4,6	15	23,1
Me gusta mucho	-	-	1	1,5	-	-	2	3,1	-	-	3	4,6
Total	15	23,1	23	35,4	14	21,5	8	12,3	5	7,7	65	100

Fuente: prueba sensorial de nivel de agrado y aceptabilidad

Tabla 4.
Nivel de agrado de chocolate con semillas de saní tostado y en remojo

Agrado de chocolate con saní tostado	Agrado de chocolate con saní en remojo										Total	
	Me disgusta mucho		Me disgusta ligeramente		Ni me gusta ni me disgusta		Me gusta ligeramente		Me gusta mucho			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Me disgusta mucho	-	-	1	1,4	-	-	-	-	1	1,4	2	2,8
Me disgusta ligeramente	1	1,4	1	1,4	1	1,4	1	1,4	4	5,6	8	11,1
Ni me gusta ni me disgusta	1	1,4	1	1,4	1	1,4	3	4,2	1	1,4	7	9,7
Me gusta ligeramente	1	1,4	-	-	4	5,6	5	6,9	10	13,9	20	27,8
Me gusta mucho	2	2,8	2	2,8	3	4,2	12	16,7	16	22,2	35	48,6
Total	5	6,9	5	6,9	9	12,5	21	29,2	32	44,4	72	100

Fuente: prueba sensorial de nivel de agrado y aceptabilidad

Tabla 5.
Nivel de agrado de queso madurado con semillas de saní tostado y en remojo

Agrado de queso madurado con saní tostado	Agrado de queso madurado con saní en remojo								Total	
	Me disgusta ligeramente		Ni me gusta ni me disgusta		Me gusta ligeramente		Me gusta mucho			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Me disgusta mucho	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1,2
Me disgusta ligeramente	-	-	-	-	1	1,2	1	1,2	2	2,5
Ni me gusta ni me disgusta	1	1,2	-	-	5	6,2	2	2,5	8	9,9
Me gusta ligeramente	2	2,5	-	-	3	3,7	16	19,8	21	25,9
Me gusta mucho	-	-	2	2,5	13	16	34	42	49	60,5
Total	3	3,7	2	2,5	22	27,2	54	66,7	81	100

Fuente: prueba sensorial de nivel de agrado y aceptabilidad

Tabla 6.
Nivel de agrado de la semilla de saní en las diferentes preparaciones culinarias

Saní	N	$\bar{x} \pm S$	Valor p
Tostado	357	3,99 ± 1,152	0,006*
Remojo	357	3,69 ± 1,314	

*Prueba t de Student para muestra relacionada. Estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

Es necesario señalar que, al ser el primer estudio enfocado en la determinación del nivel de agrado de la semilla de saní, no se realizó una discusión comparativa de los datos con otros autores, debido a la ausencia de estudios previos sobre esta especia que permitan establecer referencias científicas, ya que los estudios existentes se refieren a los aspectos sensoriales de las hojas u otras partes de la planta del nabo, y no a la semilla [18, 19]; como por ejemplo un estudio en el que se evaluó el nivel de agrado de galletas hechas con polen de abejas polinizadas con la planta del nabo, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, obteniendo un nivel de agrado de 7 [19]. Al ser una investigación sensorial del saní, sin precedentes dentro del país, no existen hasta la fecha antecedentes documentados con los cuales contrastar los resultados obtenidos, sin embargo, al ser esta una limitante eso no constituye una imposibilidad porque estos datos obtenidos son el punto de partida para futuras exploraciones científicas en el ámbito de la *Brassica napus*.

Recetario informativo: Incluye recetas con la semilla el saní en su versión tostada al ser la operación unitaria que presentó mayor nivel de agrado durante el análisis sensorial,

permitiendo proporcionar platillos dulces, salados y bebidas. Es importante señalar que, la mayoría de los productos alimenticios usados fueron propios de las tierras merideñas, en los que la especia realizó sus características organolépticas. Asimismo, este recetario posee información valiosa acerca de este rubro ancestral y las diferentes recetas realizadas cuentan con su aporte calórico aproximado por ración [20].

CONCLUSIONES

Se concluye que para mantener las propiedades organolépticas de la semilla de saní no se debería aumentar la temperatura ni el tiempo de tostado de los valores determinados en este estudio, dado que se intensifica el sabor amargo y se modifican las características organolépticas. Igualmente, con el remojo, no se debería exponer la especia por más de 12 horas a la humedad porque se evidencia un proceso de fermentación, aunque el remojo en agua por menos de 12 horas también mantiene el regusto amargo y desagradable.

Por su parte, con respecto a las pruebas sensoriales realizadas, se concluye que las galletas, el queso madurado y

el chocolate con Saní fueron las recetas más aceptadas por los consumidores. Solo en las galletas se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el agrado de las versiones con saní tostado y en remojo. Igualmente, se encontró que el tostado es la operación unitaria que más agradó a los consumidores en los distintos análisis.

Finalmente, el recetario informativo representa un valioso aporte para la difusión y el rescate de esta especie ancestral con alto valor nutricional; de igual manera, para la comunidad merideña es una herramienta accesible que fomenta su consumo e incentiva a prácticas alimentarias equilibradas y sostenibles, y a su vez, presenta diversas alternativas culinarias con ingredientes asequibles, con el objetivo de que sea más sencillo integrarla en la alimentación cotidiana.

AGRADECIMIENTO

Los autores queremos agradecer a la Productora de Alimentos Universitarias (PAU) Lácteos Santa Rosa A.C. por las facilidades prestadas para la elaboración del queso madurado con saní.

* El recetario no se incluye en el presente artículo. Dicho material será publicado próximamente bajo el sello editorial Vicerrectorado Académico de la Universidad de Los Andes. Se recomienda a los lectores interesados consultar dicha publicación para acceder al compendio de recetas estandarizadas y su proceso de preparación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cartay R. Diccionario de la Comida Venezolana. Caracas (Venezuela): Alfa; 2005. 216-263.
- [2] Canals R, Peralta J, Zubiri E. Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica [Página web] 2019 [acceso: 18 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_n_apu_p.htm
- [3] Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. La canola. [Página Web]2022 [acceso: 27 de septiembre de 2025]. Disponible en: http://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml
- [4] Rondón I. Persistencia y rescate de alimentos ancestrales andinos. El gran aliado el Saní. [Informe de pasantías para optar al título de licenciado en turismo]. Mérida. Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos; 2012.
- [5] Fernández R, Ramírez C. Composición nutricional de la semilla de saní (*Brassica napus*) y sus posibles aplicaciones en la gastronomía [Tesis de pregrado]. Mérida. Universidad de Los Andes; 2017.
- [6] González V. ¿Conoces el saní? [Página Web] 2017 [acceso: 28 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://comunicacioncontinua.com/conoces-el-sani/>
- [7] Abasolo F, Ojeda C, Cervantes J, Moran E, Vera D, Ganchozo E, Mazón, JM. Respuesta agronómica del nabo (*Brassica napus* L.) a la aplicación de medicamentos homeopáticos. Terra Lat. 2020; 38(1): 67-82. doi:10.28940/terra.v38i1.667
- [8] Ye Z, Liu Y. Polyphenolic compounds from rapeseeds (*Brassica napus* L.): The major types, biofunctional roles, bioavailability, and the influences of rapeseed oil processing technologies on the content. Food Res Int. 2023; 163(6): 112282. doi:10.1016/j.foodres.2022.112282
- [9] Walser C, Spaccasassi A, Gradl K, Stark T D, Sterneder S, Wolter F P, Achatz F, Frank O, Somoza V, Hofmann T, Dawid C. Human Sensory, Taste Receptor, and Quantitation Studies on Kaempferol Glycosides Derived from Rapeseed/Canola Protein Isolates. J Agric Food Chem. 2024; 72(26): 14830–14843. doi:10.1021/acs.jafc.4c02342
- [10] Espinosa M. Desarrollo de un método general para determinar el contenido total de glucosinolatos en crucíferas. [Tesis de pregrado]. Ciudad de México. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México;1994.
- [11] Cerisuelo A, Iglesias B, Bottje W, Castellanos I, Cajarville C. ¿Qué son los factores antinutricionales de los alimentos? [Página Web] 2022 [acceso: 28 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://nutrinews.com/breve-repaso-por-los-factores-antinutricionales-de-los-alimentos/>
- [12] Fernández A. La colza: ideas básicas. MG. 2014; 25 (258): 48-54.
- [13] López C. Rendimiento y calidad de canola (*Brassica napus* L.) en función de la fuente nitrogenada. [Tesis de pregrado]. Texcoco. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas;2019.
- [14] AENOR (Asociación Española de Normalización). Análisis Sensorial. Metodología. [Página Web] 2011 [acceso: 27 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0069579>
- [15] Ramírez J. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. ReCiTeIA. 2012; 12(1): 83-102.
- [16] Garzón M, Villota W. Prueba t para muestras relacionadas e independientes usando R Studio, para que sirve y como aplicarlo. En: Fontaines T, Pirela J, Maza J, Almarza Y, Eds. Convergencia y divergencia en investigación. Senescyt (Ecuador): Organización de Estados Iberoamericanos (OEI); 2020. p 192-203.
- [17] Bonte A, Schweiger R, Pons C, Wagner C, Brühl L, Matthäus B, Müller C. Metabolic Changes during Storage

of Brassica napus Seeds under Moist Conditions and the Consequences for the Sensory Quality of the Resulting Virgin Oil. *J Agric Food Chem.* 2018; 66(49):13050. doi: 10.1021/acs.jafc.8b06473

- [18] Mølmann JA, Hagen SF, Bengtsson GB, Johansen TJ. Influence of high latitude light conditions on sensory quality and contents of health and sensory-related compounds in swede roots (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera* Metzg.). *J Sci Food Agric.* 2018; 98: 1117-1123. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8562>
- [19] Solgajová M, Nôžková, Kadáková M. Quality of durable cookies enriched with rape bee pollen. *JCEA.* 2014; 15: 24-38. doi: 10.5513/JCEA01/15.1.1406.
- [20] Tabla de Composición de los alimentos para uso práctico. Caracas (Venezuela): Serie Cuadernos Azules; 1999.

Moncayo Rocely: Licenciada en Nutrición y Dietética. Universidad de Los Andes. rojasross50@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0640-1712>

Narváez Norys: Licenciada en Nutrición y Dietética. Universidad de Los Andes. norysjnh@gmail.com ORCID ID: 0009-0004-8463-2642

Ostojich-Cuevas Zoitza: Ing. Químico. Magíster en Ciencia de Los Alimentos. Profesor Asociado de la Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Los Andes. zoitzaula@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3560-2787>

Márquez Juan Leonardo: Lic. en Estadística. MSc. en Estadística Aplicada. Profesor Titular de la Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Los Andes. marquez_juanleo@yahoo.com. ORCID ID: 0000-0003-3595-3226

Artículo original

Análisis nutricional, estudio fitoquímico y actividad biológica de los extractos de las hojas de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Nutritional analysis, phytochemical study and biological activity of extracts from the leaves of *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Vielma Rosa Alba^{1*}, Morillo Marielba¹, Visbal Tomas¹, Pereira Dennise¹.

¹Departamento de Ciencia de los Alimentos, Grupo Ecología y Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, 5101, Venezuela

Recibido: 20 de noviembre de 2025 – Aceptado: 20 de enero de 2026

RESUMEN

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. (Amaranthaceae), conocido como bleo o amaranto, es considerado un cultivo funcional por poseer un potencial para uso alimenticio. El objetivo de esta investigación fue estudiar la composición nutricional y fitoquímica de la harina de las hojas, la actividad antioxidante y toxicidad sobre *Artemia salina* de los extractos de las hojas de esta especie, recolectada en Socopó estado Barinas, Venezuela. El estudio nutricional realizado en base seca reveló que la harina de *A. dubius* tiene un contenido de proteína (28,55 %), cenizas (15,72 %) carbohidratos (55 %) y lípidos (0,54 %). El análisis fitoquímico preliminar mostró la presencia de esteroides en el extracto hexanoico; esteroides, polifenoles, saponinas en el diclorometanoico y alcaloides, esteroides, terpenos, polifenoles, saponinas, y taninos en el etanólico. Con respecto a la toxicidad sobre *A. salina*, la DL₅₀ del extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* fue de 2741,82 µg/mL considerado relativamente inocuo según el CYTED. La actividad antioxidante fue determinada empleando el método de DPPH a 517 nm, mostrando un IC₅₀ de 2,23 mg/mL, con un porcentaje de inhibición (% I) de 37 % a la concentración de 1,0 mg/mL, comparado con 96,4 % del ácido ascórbico a 0,176 mg/mL.

PALABRAS CLAVE

Amaranthus dubius, Amaranthaceae, composición nutricional y fitoquímica, actividad antioxidante, ecotoxicidad.

ABSTRACT

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. (Amaranthaceae), known as pigweed or amaranth. It is considered a functional

crop because it has potential for food use. The objective of this research was to study the nutritional and chemical composition of leaf flour, the antioxidant activity, and the toxicity against *Artemia salina* of leaf extracts from this species, collected in Socopó, Barinas State, Venezuela. The nutritional study, conducted on a dry weight basis, revealed that *A. dubius* flour has a protein content (28.55%), ash content (15.72%), carbohydrate content (55%) and lipid content (0.54%). The preliminary phytochemical analysis showed the presence of sterols in the hexanoic extract; sterols, polyphenols, and saponins in the dichloromethanoic extract; and alkaloids, sterols, terpenes, polyphenols, saponins, and tannins in the ethanolic extract. Regarding toxicity to *A. salina*, the LD₅₀ of the ethanolic extract of *A. dubius* leaves was 2741.82 µg/mL, considered relatively harmless according to CYTED. Antioxidant activity was determined using the DPPH method at 517 nm, showing an IC₅₀ of 2.23 mg/mL, with a percentage of inhibition (% I) of 37% at a concentration of 1.0 mg/mL, compared to 96.4% for ascorbic acid at 0.176 mg/mL.

KEY WORDS

Amaranthus dubius, Amaranthaceae, nutritional composition and phytochemistry, antioxidant activity, ecotoxicity.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han estudiado las propiedades de las plantas en busca de alternativas de componentes nutricionales que puedan ser consumidos tanto por los animales como por el humano; una especie muy investigada ha sido el *Amaranthus dubius*, que debido a sus cualidades y características agronómicas ha despertado un gran interés para ser empleada en la industria agroalimentaria; una de las razones es su excelente perfil de nutrientes, comparable con

los cereales [1, 2]. Esta planta pertenece a la familia Amaranthaceae, con más de 60 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Existen especies del género *Amaranthus*, de las cuales 40 son nativas de América y 12 están presentes en Venezuela; una de ellas es el *A. dubius*, que se encuentra en ambientes secundarios y está altamente diseminada [2-4], considerándose un arvense de cultivos de subsistencia, como el maíz, sorgo y leguminosas. Debido a su adaptación a diferentes temperaturas y suelos secos, se ha vuelto relevante en el consumo humano y animal [5] por su alto contenido de nutrientes en hojas y semillas [2]. Estudios realizados indican que tiene un excelente índice en macronutrientes (12-22 % de proteínas y 6-13 % de lípidos), (9-14 % de fibra dietética), vitaminas, minerales y algunos compuestos fitoquímicos (polifenoles y fitoesteroles) [6-8], en comparación con otras fuentes vegetales. Además, tiene un alto contenido de lisina y metionina, aminoácidos que son considerados como limitantes en muchas proteínas vegetales [9].

La importancia del *A. dubius* se apoya en los beneficios que puede ofrecer esta planta, demostrando exceder valores nutricionales de alimentos convencionales con respecto a su grano, mientras que las hojas de la planta superan el porcentaje en proteínas, calcio, fósforo, hierro y ácido ascórbico en comparación con otras plantas. Por lo tanto, el uso del *A. dubius* radica en el consumo de sus dos formas típicas: como alimento en su forma de harina y la planta entera como alimento para el ganado [10]. Asimismo, en la alimentación humana se consumen sus semillas como cereal y sus hojas y tallos como verdura; se emplea también como planta forrajera en la alimentación de cerdos, ovinos, caprinos, vacunos, entre otros [2]. Dados los beneficios de esta especie, es importante realizar el estudio de los componentes de alto valor biológico, los cuales, a través de la extracción de compuestos bioactivos a partir del material vegetal, dependen en gran medida del tipo de disolvente utilizado en el procedimiento de extracción. En este contexto, para realizar la extracción de las hojas de *A. dubius*, se pueden utilizar solventes como etanol (polar), diclorometano (medianamente polar) y hexano (apolar), obteniendo metabolitos secundarios que son los compuestos responsables de las propiedades medicinales y farmacológicas de las plantas y pueden ser aprovechados en diferentes industrias [6,7].

Las especies *Amaranthus spp* están generando creciente interés para la nutrición humana y animal, aunque su uso es limitado debido al contenido de sustancias tóxicas y antinutricionales (oxalatos, fitatos, fenoles totales, taninos condensados, taninos hidrolizables y cianuro) [4]. En tal sentido, es importante la investigación de nuevas especies

vegetales para la contribución en la búsqueda de nuevos compuestos, pero algunas veces estos compuestos pueden causar efectos secundarios graves, convirtiéndose en ocasiones más nocivos que la enfermedad, por ello es necesario evaluar si los compuestos presentes en una especie vegetal son perjudiciales para la salud. Por tanto, la *Artemia salina* es una prueba estándar de toxicidad aguda a corto plazo, reproducible y repetible, por lo que este bioensayo es una herramienta valiosa como prueba de evaluación para categorizar la toxicidad de sustancias químicas o naturales [7]. El *A. dubius*, ha sido redescubierto como una planta multipropósito rica en nutrientes. La semilla se ha explorado como potenciadora de nutrientes en alimentos básicos; sin embargo, las hojas están subutilizadas [11]. Por tal razón, es indispensable el estudio de la harina obtenida de sus hojas, para identificar aspectos fundamentales como lo es el valor nutricional y a partir de los extractos de las hojas realizar el estudio fitoquímico y de su actividad biológica, con el fin de dar provecho total a la planta, siendo el caso de esta investigación.

Trabajos previos han reportado que diferentes partes de esta planta son ricas en fitonutrientes que participan en la inhibición de radicales libres [12,13]. Se han evaluado diversas especies de este género por sus propiedades antioxidantes, entre las que se incluyen *A. viridis* [14], *A. spinosus* [15,16], *A. hybridus* y *A. graecizans*. El análisis fitoquímico de estos vegetales, a partir de diversos hallazgos, reveló la presencia de metabolitos como flavonoides, alcaloides, taninos, compuestos fenólicos, saponinas y glucósidos [17], implicados en la actividad de eliminación de radicales libres, lo que hace que esta especie tenga interés nutricional y farmacéutico. Dutta y cols. (2025) [18], reportaron la importancia del amaranto en el manejo del estrés oxidativo, la inflamación, el cáncer, los trastornos hepáticos, la salud gastrointestinal y la diabetes. Los hallazgos indican el potencial de esta especie como agente nutracéutico y terapéutico gracias a su rico perfil nutricional y abundancia en carotenoides, minerales y antioxidantes.

Considerando lo antes expuesto, se estableció como objetivo confirmar la composición nutricional de la harina de las hojas de *A. dubius*, determinar sus principales componentes químicos presentes en los extractos de la hoja, la actividad antioxidante y la posible actividad ecotóxica de su extracto etanólico sobre los nauplios de *A. salina*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de la muestra: las hojas verdes, frescas y sin signos de deterioro de *A. dubius*, fueron recolectadas en la Parroquia Ticoporo del municipio Antonio José de Sucre, Sector Las Alcantarillas, a una altitud de 294 m.s.n.m., Socopó estado Barinas, Venezuela.

Determinación taxonómica: la identificación botánica la realizó el Dr. Pablo Meléndez, adscrito al Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Una muestra bajo el voucher N° 01 de fecha 31 de octubre de 2022, quedó depositada en el Herbario MERF Dr. José L. Ruiz Terán, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, de la Universidad de Los Andes.

Preparación de la muestra: el material vegetal recolectado (2000 g hojas), se sometió a un proceso de selección y luego secado en una estufa por convección (Felisa®, FE-292AD, Zapopan, México) a 45 °C durante 48 horas. Posteriormente, las muestras se pulverizaron en un molino de cuchillas (Oster®).

Valoración nutricional de *Amaranthus dubius* (bledo)

El análisis proximal de la muestra, se realizó según las metodologías oficiales de la AOAC (2023) [19]. La humedad se determinó en estufa por convección (Felisa®, FE-292AD, Zapopan, México) hasta peso constante según el método 925.10. La determinación de cenizas se hizo mediante la carbonización-incineración de las muestras en mufla a 550 °C según el método 923.03. Para la determinación de proteína cruda y grasa cruda se aplicó el método de micro-Kjeldahl (960.52) (digestor Labconco, 60011, USA) y el método de Soxhlet (920.39) (Velp® Scientifica, modelo SER 148-Solvent Extractor, Usmate (MB), Italia, respectivamente). El valor de los carbohidratos totales se obtuvo por diferencia según el método AOAC.

Preparación de los extractos vegetales.

Tres extractos de las hojas de *Amaranthus dubius* fueron obtenidos; extracto hexanoico (EHH), diclorometanoico (EDH) y etanólico (EEH) a partir de 38,85 g de muestra que se colocó en un balón de 250 mL con 150 mL de hexano (para extraer los componentes del material vegetal a través de maceración a temperatura ambiente por 72 horas), se filtró y se evaporó usando el rotaevaporador IKA RV 10 digital a 45 °C. Este procedimiento se realizó de igual manera utilizando la misma cantidad de muestra para los extractos con diclorometano y etanol, los cuales fueron almacenados en frascos herméticamente cerrados, previamente rotulados y tarados.

Estudio Fitoquímico de los extractos de las hojas de *Amaranthus dubius*.

Para la caracterización química de los metabolitos secundarios presentes en los extractos hexanoico, diclorometanoico y etanólico de las hojas de *Amaranthus dubius*, se efectuó una serie de pruebas químicas cualitativas siguiendo la metodología descrita por Marcano y Hasegawa (2002) [20].

Toxicidad del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius*, sobre los nauplios (larvas) de *Artemia salina*.

La evaluación de toxicidad sobre *A. salina* es un método estándar que se basa en la determinación de la dosis letal 50 (DL₅₀), es decir, concentración que causa la muerte al 50 % de una población de nauplios, en 24 h [21].

Reactivos:

Los reactivos utilizados para evaluar la toxicidad del EEH frente a *A. salina*, de marca Sigma-Aldrich y Merck fueron: cloruro de sodio (NaCl), sulfato de magnesio hexahidratado (MgSO₄·6H₂O), cloruro de magnesio hexahidratado (MgCl₂·6H₂O), cloruro de potasio (KCl), bicarbonato de sodio (NaHCO₃), carbonato de sodio (Na₂CO₃), cloruro de calcio (CaCl₂) y dodecil sulfato de sodio (DDSS), levadura comercial y quistes del crustáceo *A. salina* (Brine Shrimp Egg. Artemia cysts O.S.I. Pro 100. Ocean Star International. INC. Snowville. UT 84336. EE.UU.).

Preparación de la solución marina.

En el desarrollo del bioensayo, primero se preparó una solución marina de aproximadamente 1000 mL (agua de mar artificial), que proporcionó las condiciones necesarias para el desarrollo de los nauplios de *A. salina*. Esta solución se mantuvo en aireación constante (burbujeo) 72 h previas al bioensayo, con la finalidad de oxigenar la misma [22, 23].

Eclósión de los quistes: al finalizar el tiempo de aireación de la solución marina (72 h), ésta se dividió en dos fioles con 500 mL en cada una. En una de las fioles se añadió alrededor de 200 mg de quistes, manteniendo una temperatura constante de 28 ± 2 °C por 48 h. En la otra fiola se colocó solución marina libre de nauplios, la cual se utilizó como disolvente para preparar las diferentes diluciones del extracto etanólico y llenado de las placas [24, 25].

Desarrollo de la prueba: en cada pozo de una placa de microtitulación, primero se colocaron 130 µL de solución salina (aireada), posteriormente se agregaron a cada pozo 10 µL de solución que contenían entre 10 y 15 nauplios de *Artemia salina*, luego se le adicionó 10 µL de una solución de levadura comercial (5 mg/mL) a cada pozo y se incubaron las placas en un área con iluminación permanente por 24 h para estimular su actividad metabólica. Finalmente, se colocó 50 µL del extracto etanólico, a distintas concentraciones (5, 25, 150, 500, 750, 1250 y 2500 ppm). El extracto se diluyó en solución salina: DMSO (9:1). Además, un grupo control negativo (con todos los elementos del ensayo, excepto la muestra a ensayar) y un grupo control positivo (DDSS 10 %) con seis réplicas para cada grupo fue incluido. El número de nauplios presentes inicialmente en cada pozo (NV) fueron registrados y al cabo de 24 h de

contacto con los extractos se realizó el conteo del número de nauplios muertos (NM). El porcentaje de letalidad se calculó mediante la siguiente ecuación [22, 24].

$$\% \text{ letalidad} = NM/NV * 100$$

La dosis letal 50 (DL₅₀) se determinó con un intervalo de confianza del 95 %, se usó el método de análisis Probit y el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión, 21.0 para Windows. La DL₅₀ del extracto evaluado según la toxicidad se clasificó, tomando como referencia las recomendaciones del Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo (CYTED) [22, 24, 25].

Actividad antioxidante método DPPH•

Todos los reactivos químicos utilizados, incluyendo los disolventes fueron de grado analítico. El reactivo DPPH• (2,2- difenil-1-picrilhidrazilo) es de Sigma-Aldrich, el ácido ascórbico y etanol marca Merck. Un espectrofotómetro UV-Visible Spectronic GeneSys 10 Bio fue utilizado, para evaluar el comportamiento de los extractos (EHH, EDH y EEH), como agentes antioxidantes. Para tal fin se siguió el procedimiento que se describe a continuación:

a) Tamizaje inicial

La evaluación de la capacidad antioxidante de los tres extractos de las hojas de *A. dubius*, se realizó siguiendo el ensayo del test de actividad secuestrante de radicales libres del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), según la metodología descrita [26-30].

Esta técnica consistió en preparar una solución madre de cada extracto, tomando 4 mg y disolviéndolo en 1 mL de etanol. El ensayo se realizó por triplicado, para tal fin, se prepararon tres tubos para cada extracto, que contenían 700 µL de DPPH• (6×10^{-2} mM) y 300 µL de la solución del extracto, se dejó en reposo en la oscuridad por 30 min. Posteriormente, se procedió a medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 517 nm, y se determinó el porcentaje de inhibición (% I) del radical DPPH• para cada uno de los extractos.

b) Determinación del IC₅₀

Con los extractos que mostraron inhibición superior a 50 % a una concentración de 4 mg/mL, se preparó una solución madre a concentración de 1 mg/mL y a partir de la misma se prepararon varias diluciones (0,50; 0,25; 0,1; 0,05; 0,025 mg/mL) y se procedió a determinar la actividad antioxidante. La curva patrón con ácido ascórbico fue realizada, partiendo de una solución madre con una concentración de 1 mM (17,6 mg en 100 mL de etanol). El porcentaje de inhibición (% I) de radicales libres de DPPH•, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%I = \frac{(A_{DPPH} - A_{Extracto})}{A_{DPPH}} \times 100$$

En función de la concentración del analito, se calculó por regresión lineal para cada muestra la concentración inhibitoria 50 (IC₅₀). Por razones de claridad, los resultados fueron expresados en términos de 1/IC₅₀ o poder antiradicalario (ARP), es decir, a mayor valor de ARP, mayor será la eficiencia del extracto como antioxidante [26-30].

Estudio estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS Statistic editor de datos, versión 21 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Para determinar diferencias estadísticas en cada uno de los analitos evaluados con la actividad antioxidante por el método de DPPH•, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, como valores de media (n=3) y desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor nutricional:

Amaranthus dubius (bledo), es reconocida como una planta de alto valor nutricional [31]. El contenido de proteínas es uno de los indicadores más relevantes para determinar el potencial nutricional de un alimento [32], es por ello que la FAO lo ha posicionado como un superalimento, por ser una fuente crucial de proteínas, vitaminas y minerales, que, mediante su consumo, puede contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y generar nuevas oportunidades económicas para las comunidades agrícolas [33].

En tal sentido, los resultados obtenidos en el análisis proximal en base seca de la harina de *A. dubius*, revelaron un 28,55 % de proteína, 55 % de carbohidratos, 15,72 % de cenizas, 0,54 % de lípidos (Tabla 1). Con respecto al contenido de proteínas, resultó mayor a la reportada por Montero y col. (2011) [2], Arellano y col. (2004) [34] y Acevedo y col. (2007) [3], que fue de 26,34 %, 22,12 % y 24,82 % respectivamente, mientras que fue menor a la conseguida por Olusanya y col. (2023) [35] de 31,56 %. Así mismo, la cantidad de carbohidratos fue elevada al compararla con la reportada por Olusanya y col., (2023) 41,6 % [35] y Arellano y col. (2004) [34] de 53,18 %. En cuanto al contenido de cenizas es bajo si se compara con los valores obtenidos por Olusanya y col. (2023) (17,97 %) [35], Montero y col. (2011) (20,18 %) [2], Arellano y col. (2004) (19,32 %) [34] y Acevedo y col. (2007) (25,85 %) [3]. En relación a los lípidos, el valor obtenido fue menor al compararlo con el de Olusanya y col. (2023) 4,47 % [35], Montero y col. (2011) 1,04 % [2], Arellano y col. (2004) 1,28 % [34] y Acevedo y col. (2007) 1,32 % [3].

TABLA 1
Composición nutricional de la harina de *Amaranthus dubius*

Muestra	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Cenizas (%)
Harina de <i>Amaranthus dubius</i>	28,55 ± 0,30	0,54 ± 0,06	55,00 ± 0,14	15,72 ± 0,07

Los datos son expresados como el promedio de las observaciones ± su desviación estándar con n=3.

Estudio fitoquímico:

Los extractos hexanoico (EHH), diclorometanoico (EDH) y etanólico (EEH) obtenidos de las hojas de *A. dubius* fueron sometidos a evaluación química cualitativa, donde se identificaron ciertos metabolitos secundarios (Tabla 2). El análisis fitoquímico preliminar reveló la

presencia de esteroides en todos los extractos. En EDH y EEH se observó la presencia de polifenoles y saponinas, el EEH mostró además la presencia de alcaloides, terpenos y taninos. Por otra parte, los ensayos correspondientes demostraron la ausencia de quinonas y flavonoides.

TABLA 2
Estudio fitoquímico de los extractos de las hojas de *A. dubius*

Metabolitos Secundarios	Ensayos	Extractos		
		EHH	EDH	EEH
Alcaloides	Wagner	-	-	+
Esteroides	Liebermann-Burchard	+	++	+
Terpenos	Liebermann-Burchard	-	-	+
Polifenoles	FeCl ₃	-	+	+
Flavonoides	Shinoda	-	-	-
Saponinas	Prueba de la Espuma	-	+	+
Taninos	Prueba de la Gelatina	-	-	+
Quinonas	Prueba de NH ₄ OH	-	-	-

Extractos hexanoico de las hojas (EHH), Extracto diclorometanoico de las hojas (EDH) y extracto etanólico de las hojas (EEH) +++ Muy abundante, ++ abundante, + presente en poca concentración, - ausente no detectado.

Estos resultados coinciden parcialmente con los reportes de Montero y col. (2011) [2], Molina y col. (2016) [4], Escobar y col. (2023) [36] y Hyoung y col. (2021) [37] quienes realizaron estudios fitoquímicos a través de extractos en las hojas de *A. dubius* y determinaron cualitativamente la presencia de alcaloides, quinonas, flavonoides, ácidos grasos, azúcares reductores, compuestos grasos, polifenoles, taninos y terpenos. El estudio de la presencia de estos metabolitos en el *A. dubius* desde el punto de vista nutricional, ha despertado un creciente interés científico e industrial por ser considerado un alimento funcional (pseudocereales con una doble función: alimento y producto beneficioso para la salud) por su rica composición fitoquímica [38].

Los esteroides son compuestos de provecho en la salud humana por estar asociados a la disminución de colesterol sanguíneo [32], los polifenoles poseen propiedades antioxidantes que pueden mitigar el estrés oxidativo, eliminar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo que afecta el rendimiento reproductivo en rumiantes como las vacas.

Las saponinas regulan el metabolismo del colesterol y la producción de hormonas esteroideas [39] y los terpenos favorecen al sistema inmunológico reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares [40]. Es importante resaltar, que la discrepancia en los resultados de estos investigadores tanto del valor nutricional como del estudio fitoquímico comparados con los de este trabajo, se podrían atribuir a las variadas condiciones agroclimáticas de cada región, a los procesos de obtención de la harina de las hojas de *A. dubius* y los tipos de solventes utilizados para la elaboración de los extractos [4, 31, 36, 41].

Toxicidad del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *A. dubius* frente a *A. salina*.

La actividad ecotóxica fue evaluada mediante el porcentaje de letalidad que presentaron los nauplios de *A. salina*, frente a diferentes concentraciones del extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* donde se logró determinar la DL₅₀ del extracto etanólico (Tabla 3).

TABLA 3

Cuantificación de la DL₅₀ del EEH de *A. dubius* y los controles sobre *A. salina*

Analito	DL ₅₀ (ppm)	Límite de confianza (95%) ppm		Categoría según el CYTED
		Límite inferior	Límite superior	
EEH	2741,82	1872,67	8636,11	Relativamente inocuo
DMSO	-	-	-	Inocuo
DDSS	23,37	13,51	28,03	Altamente tóxico

EE: Extracto etanólico. DL₅₀: dosis letal 50; (-): valores muy altos; DMSO: dimetilsulfóxido; DDSS: dodecilsulfato de sodio

De acuerdo con la clasificación de toxicidad según el CYTED [22, 24, 25] y los intervalos de confianza allí establecidos, el EEH de *A. dubius* se categoriza como relativamente inocuo, ya que la concentración a la cual murieron el 50 % de nauplios de *A. salina*, fue de 2741,82 µg/mL. Este valor indica una toxicidad significativamente menor (mayor DL₅₀) en comparación con lo reportado por Ortiz-Encalada (2015) [42], quien trabajó con el extracto lipídico de *Amaranthus caudatus* L variedad Alegría y Perucho con DL₅₀ 1000 µg/mL (prácticamente no tóxico) [42]. En este contexto, algunos investigadores han determinado que la presencia de alcaloides, polifenoles, taninos, saponinas en distintas especies vegetales están relacionadas con el efecto tóxico sobre el crustáceo *A. salina*, observando que, a mayor concentración de alcaloides en los extractos estudiados, mayor toxicidad, por lo que la letalidad sobre *A. salina* no solo depende de la concentración de los metabolitos secundarios antes mencionados sino también a la posible interacción entre los mismos [13]. En contraste, Jaramillo y col. (2016) [43], afirmaron que los alcaloides favorecen de manera significativa a la toxicidad aguda contra *A. salina*, mientras que a mayor contenido de polifenoles dicha toxicidad disminuye significativamente el nivel de toxicidad de las plantas. Por otra parte, Zhao y col (1999) [44], indicaron que las saponinas pueden ser letales para la *A. salina* incluso a bajas concentraciones.

Cabe destacar, que son muy pocos los trabajos que se han publicado sobre la toxicidad del *A. dubius* con respecto a los compuestos tóxicos presentes en las hojas de la planta, pero no se han encontrado investigaciones relacionadas con la categorización de toxicidad de la planta. Por lo tanto, este estudio representa un avance en la investigación de la toxicidad de esta especie, ya que los ensayos con *A. salina* son utilizados como vía inicial de tamizaje ecotóxico *in vivo* de extractos, fracciones y compuestos depurados, con el fin de discriminar aquellas muestras de elevada toxicidad, debido a que presenta buena correlación con la ecotoxicidad *in vitro*. Además, los resultados obtenidos en este trabajo representan un nuevo aporte para el campo agroalimentario, debido a que esta planta posee bajas concentraciones de sustancias tóxicas y puede convertirse en una materia prima alternativa para la formulación de alimentos en países tropicales y subtropicales donde esta planta está ampliamente distribuida [45].

Actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante realizada con el método de la capacidad secuestrante de radicales libres sobre el reactivo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•) de las diferentes concentraciones del extracto etanólico, obtenidos de las hojas de la especie

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. revelaron un porcentaje de inhibición de estos radicales de 73 % a la concentración de 4 mg/mL (Figura 1).

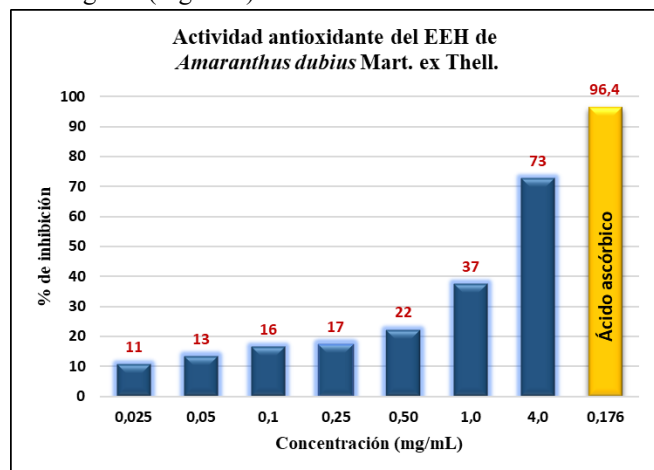


Fig. 1. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• del EEH de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell

En la Tabla 4 se muestra la actividad antioxidante del EEH de *A. dubius*, que mostró 37 % de inhibición del radical DPPH•, con un IC₅₀ de 2,23 mg/mL y ARP 0,45 mL/mg a la concentración (1,0 mg/mL) en comparación de 96,4 % (0,176 mg/mL) del ácido ascórbico utilizado como control positivo.

TABLA 4

Actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius*

Analito	% I	IC ₅₀ (mg/mL)	ARP (1/IC ₅₀) mL/mg
EEH de <i>A. dubius</i> (1,0 mg/mL)	37,0	2,23	0,45
Ácido Ascórbico (0,176 mg/mL)	96,4	0,047	21,27

Existen diferencias estadísticamente significativas entre datos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza de 95,0 %.

Los compuestos con actividad antioxidante desempeñan un papel esencial en alimentos y productos farmacéuticos, debido a su función defensiva contra las especies reactivas de oxígeno producidas durante las reacciones metabólicas en todos los organismos vivos. Estas especies químicas se han identificado como la causa de enfermedades crónicas mediadas por estrés oxidativo [46].

En este estudio (Tabla 4) el extracto etanólico de hojas (EEH) de *A. dubius* mostró un % I de 37,0 % a la concentración de 1,0 mg/mL y un IC₅₀ de 2,23 mg/mL. Al comparar estos resultados con la literatura, el valor de IC₅₀ obtenido es superior (indicando menor potencia) al reportado por House y col. (2020) [46] quienes obtuvieron un IC₅₀ de 0,1015 mg/mL frente a DPPH para el extracto metanólico de

las partes aéreas de *A. dubius*. Asimismo, el % I encontrado es inferior al obtenido por Ochoa-Camarillo y Reyes-Becerril (2025) [47] para el extracto metanólico de *A. hybridus* (60 % a 1 mg/mL).

Por otro lado, Bang y col (2021) [48] reportaron una actividad antioxidante de 64,4 mg AAE/g (mg equivalentes de ácido ascórbico/g) para el liofilizado de las hojas de *A. dubius*. En esta investigación el EEH de la especie estudiada mostró una actividad moderada en comparación con el estándar de ácido ascórbico IC₅₀ 0,047 mg/mL, los hallazgos coinciden con observaciones previas en variedades de *Amaranthus* que mostraban la presencia de sustancias captadoras de radicales libres (Oboh, 2005) [49].

A pesar de que en el presente estudio se evidenció la ausencia de flavonoides en el EEH, se detectó la presencia de polifenoles y taninos. Estos compuestos potencian la actividad antioxidante gracias a sus propiedades redox, actuando como agentes reductores, donantes de hidrógeno [50]. Varios investigadores atribuyen la capacidad de secuestrar radicales libres de los extractos a estos componentes fenólicos donde cada uno contribuye en diferente proporción [51, 52].

Finalmente, diversos estudios señalan que la familia Amaranthaceae posee un alto valor medicinal debido a su composición fitoquímica [53]. El *Amaranthus sp.*, a menudo es subutilizada a pesar de su valor nutricional y ofrecer una fuente de antioxidantes naturales en comparación con otras especies de cereales [54].

CONCLUSIONES

El análisis proximal realizado a la harina de las hojas de *A. dubius* reveló un alto valor nutricional, demostrando ser un alimento que podría contribuir a un mayor contenido y variedad de nutrientes para la aplicación en diversas formulaciones alimenticias. Asimismo, la presencia de metabolitos secundarios confiere a esta planta propiedades biológicas beneficiosas para la salud. Además, el ensayo de letalidad en *A. salina* evidencia que el extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* es relativamente inocuo sobre los nauplios de este crustáceo, lo cual refleja que esta planta contiene bajas concentraciones de sustancias tóxicas, mostrando también actividad antioxidante. Por estas razones, los resultados de este estudio constituyen al ser una base o incentivo para profundizar en la investigación científica en este campo y promover el desarrollo de tecnologías innovadoras en la industria alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen al Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Nutricional de Alimentos y Bebidas del Departamento Ciencia de Los Alimentos

Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ULA, por haber aportado los recursos para realizar esta investigación y al Dr. Pablo Meléndez, adscrito al Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes por haber realizado la determinación taxonómica de la especie en estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Olivares E, Peña E. Bioconcentración de elementos minerales en *Amaranthus dubius* (bledo, pira), creciendo silvestre en cultivos del Estado Miranda, Venezuela, y utilizado en alimentación. INCI. 2009; 34(9): 604-611. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913149002>
- [2] Montero-Quintero R, Moreno-Rojas R, Molina E, Sánchez-Urdaneta A. Composición química del *Amaranthus dubius*: una alternativa para la alimentación humana y animal. Rev Fac Agron. 2011; 28 (1): 619-627.
- [3] Acevedo I, García O, Acevedo I, Perdomo C. Valor nutritivo del bledo (*Amaranthus spp*) identificado en el municipio Morán, estado Lara: Rev Agrollania. 2007; 4: 77-93.
- [4] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Ferrer R, Sánchez-Urdaneta A. Toxic and antinutritional substances content of *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. Effect of plant part and harvesting season: Rev Fac Agron. (LUZ). 2016; 33: 19-38.
- [5] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Sánchez-Urdaneta A. Effect of the inclusion of *Amaranthus dubius* in diets on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. J Appl Anim Res. 2018; 46 (1): 218-223. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1287078>
- [6] Vargas-Madriz AF, Chávez-Servín JL, Kuri-García A. Procedimiento para la obtención de compuestos fenólicos de quelites mexicanos. Ciencia ergo-sum. 2024; 31(1):1-12. <http://doi.org/10.30878/ces.v31n1a8>
- [7] Ochoa L, Sarmiento A. Estudio fitoquímico de la especie vegetal *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC. (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica. [Tesis de Químico Farmacéutico]. Bogotá. Vicerrectoría de Investigaciones Facultad de Ciencias-Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2018.
- [8] Venskutonis P, Kraujalis P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. Compr Rev Food Sci Food. Saf. 2013; 12 (4): 381-412. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.
- [9] Jackson A, Capper B, Matty A. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. Aquac. 1982; 27 (2): 97-109. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(82\)90129-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(82)90129-6)
- [10] Lara R, Veliz G. Valor nutritivo de una galleta formulada a base de harina de amaranto, y su aceptabilidad en niños y niñas de 7 a 10 años de edad, que asisten a la escuela Fiscal Mixta José Mendoza Cucalón de la Ciudad de Guayaquil. [Tesis de licenciatura en Nutrición, Dietética y Estética]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017.
- [11] Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O. Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022; 62(3): 656-669. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1825323>
- [12] Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* species seed. Food Chem. 2008; 106(2): 760-766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.004>
- [13] Dlamini NR, Moroka T, Mlotshwa L, Reddy J, Botha G. Indigenous edible plants as sources of nutrients and health benefitting components (nutraceuticals) CSIR Biosciences. 2010; 1-11.
- [14] Adetutu A, Ezekiel AA. The nutrient content and antioxidant property of five traditional West African dark green leafy vegetables a preliminary study. Int. J. Recent Sci Res. 2013; 4, 143-147.
- [15] Ashkor-Kumar BS, Lakshman K, Jayaveera KN, Shekar DS, Arun Kumar A, Manoj B. Antioxidant and antipyretic properties of methanolic extract of *Amaranthus spinosus* leaves. Asian Pac. J Trop Med. 2010; 3(9): 702-706. [https://doi.org/10.1016/s1995-7645\(10\)60169-1](https://doi.org/10.1016/s1995-7645(10)60169-1)
- [16] Barku VYA, Opoku-Boahen Y, Owusu-Ansah E, Mensah EF. Antioxidant activity and the estimation of total phenolic and flavonoid contents of the root extract of *Amaranthus spinosus*. Asian J Plant Sci. Res. 2013; 3(1): 69-74.
- [17] Campos-González N, Sosa-Morales M, López-Martínez L. Efecto de tratamientos domésticos de cocción sobre la capacidad antioxidante de quintonil (*Amaranthus hybridus*), un cultivo poco valorado. IDCYTA, 2023; 8(1), 326-330. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.44>
- [18] Dutta S, Sarkar R, Saha N, Suthar MK, Gawdiya S, Choudhury MR, Garai S, Paul D, Das S. Beyond nutrition: a two-decade systematic review of the ethnopharmacological potential and therapeutic promise of *Amaranthus* sp. Phytochem Rev. 2025; 1-33, <https://doi.org/10.1007/s11101-025-10131-8>.
- [19] Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 22nd ed. Washington, D.C., The Association, 2023. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.002.001>
- [20] Marcano D, Hasegawa M. Fitoquímica orgánica. 2da Edición. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: Caracas, Venezuela, 2002.
- [21] Espinoza C, Rojas J, Buitrago-Díaz A, Morillo M, Visbal T. Análisis químico cualitativo y actividad ecotóxica de la especie *Tristerix longibracteatus* (Desr.) Barlow & Wiens (Loranthaceae) colectada en Chimborazo, Ecuador. Rev Fac Farm. 2022; 64(1): 29-

36.

- [22] Castellano G. Estudio fitoquímico y actividad biológica de los extractos de las partes aéreas de *Cnidioscolus aconitifolius* (Mill.). [Tesis de Licenciada en Bioanálisis]. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes; 2021.
- [23] Pérez O, Lazo F. Ensayo de *Artemia*: Útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales. Rev Protección Veg. 2010; 25(1): 34-43.
- [24] Contreras C, Morillo M, Visbal T. Estudio fitoquímico preliminar, evaluación de las actividades antioxidante y ecotóxica de los extractos metanólicos de las partes aéreas de *Physalis peruviana* L (Solanaceae). Rev Fac Farm. 2022; 64(2): 27-37 <https://doi.org/10.53766/REFA/2022.64.02.03>
- [25] Malave MJ, Mendoza Z, Morillo M, Visbal T, Rondón M E, Carmona J. Composición química y actividad biológica de los extractos de las partes aéreas de *Leonurus japonicus* (Houtt.). Rev Fac Farm. 2019; 61 (Número Especial): 25-35.
- [26] Contreras-Moreno B, Díaz L, Celis MT, Rojas J, Méndez L, Rosenzweig LP, Ontiveros J. Actividad antioxidante del aceite esencial de las hojas de *Pimenta racemosa* var. *Racemosa* (Mill.) J.W. Moore (Myrtaceae) de Táchira-Venezuela. Cienc Ing. 2017; 38(3):223-230. <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555085003/html/>
- [27] Plaza CM, Díaz de Torres L, Lücking RK, Vizcaya M, Medina GE. Antioxidant activity, total phenols and flavonoids of lichens from Venezuelan Andes. J Pharm Pharmacogn Res. 2014; 2(5): 138-147. <https://www.redalyc.org/pdf/4960/496050270004.pdf>
- [28] Díaz L, De Monjito S, Medina A, Meléndez P, Laurence V, Marti-Mestres G. Activity of ethanolic extracts leaves of *Machaerium floribundum* against acné inducing bacteria, and their cytoprotective and antioxidant effects on fibroblast, Rev Per Biol. 2011; 18(2),153-158. <https://www.redalyc.org/pdf/1950/195022433004.pdf>
- [29] Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH•) for estimating antioxidant activity, J Sci Technol. 2004; 26(2): 211-219. <https://www.thaiscience.info/journals/article/song/10462423.pdf>
- [30] Goupy P, Hugues M, Boivin P, Amiot M. Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts of isolated phenolic compounds, J Sci Food Agric. 1999; 79(12): 1625-1634. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79)
- [31] Solís E. Determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bleo *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor). [Tesis de Ingeniería de Alimentos]. Centro Universitario del Suroccidente. Universidad de San Carlos de Guatemala, Mazatenango-Suchitupéquez: 2019.
- [32] Vivas O, Vielma R, Matheus D, Rocco V. Valor nutricional y propiedades tecnofuncionales de la harina del fruto completo del chachafruto (*Erythrina edulis*). Rev Fac Farm. 2023; 55(1): 18-25.
- [33] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Promoviendo la transformación de los sistemas agroalimentarios en México: el rol del amaranto. [Página Web]. 2020 [acceso: 23 de agosto 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/mexico/noticias/detailevents/en/c/1681339/>
- [34] Arellano M, Albarracín G, Fernández S, Arce S, Aguilar E, Mucciarelli S. Estudio comparativo agronómico y nutricional de dos especies de amaranto (con 3 tablas). Phytón (B. Aires). 2004; 73: 199-203.
- [35] Olusanya R, Kolanisi U, Ngobese N. Mineral Composition and Consumer Acceptability of *Amaranthus* Leaf Powder Supplemented Ujeqe for Improved Nutrition Security. Foods. 2023; 12(11): 2182. <https://doi.org/10.3390/foods12112182>
- [36] Escobar R, Solís L, Soledispa P. Estudio farmacológico y valor nutricional de las hojas *Amaranthus dubius* Mart (Bledo). HLQL. 2023; 2: 228. doi: 10.56294/hl2023228.
- [37] Jun-Hyoung B, Kyung L, Won J, Seahee H, Ick-Hyun J, Seong Ho Ch, Hyunwoo Ch, Tae H, Jeehye S, Junsoo L, Yoon-Sup S, Jong-Wook Ch. Antioxidant Activity and Phytochemical Content of Nine *Amaranthus* Species. Agronomy. 2021; 11(6), 1032; <https://doi.org/10.3390/agronomy11061032>
- [38] Baraniak J, Dobrowolska M K. The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine. Review Foods. 2022; 11(4), 618; <https://doi.org/10.3390/foods11040618>
- [39] BenSouf I, Saidani M, Maazoun A, Bejaoui B, Larbi MB, M'Hamdi N, Aggad H, Joly N, Rojas J, Morillo M, Martin P. Use of Natural Biomolecules in Animal Feed to Enhance Livestock Reproduction. Int J Mol Sci. 2025; 26(5): 2328. <https://doi.org/10.3390/ijms26052328>
- [40] Vélez-Terranova M, Campos R, Sánchez-Guerrero H. Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. Trop Subtrop Agroecosyst. 2014; 17(3). <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2061>
- [41] Jimoh MO, Afolayan AJ, Lewu FB. Antioxidant and phytochemical activities of *Amaranthus caudatus* L. harvested from different soils at various growth stages. Sci Rep. 2019; 9(1): 12965. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-49276-w>.
- [42] Ortiz-Encalada D I. Análisis de los efectos de extracto lipídico del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) sobre los niveles de perfil lipídico y glucemia en ratones de experimentación en condiciones normales y con obesidad inducida. [Tesis de Ingeniería Industrial]. Universidad Nacional de Chimborazo, 2015
- [43] Jaramillo C, D'Amas H, Troccoli L, Rojas L, Jaramillo A. Concentraciones de alcaloides, glucósidos cianogénicos, polifenoles y saponinas en plantas medicinales seleccionadas en Ecuador y su relación con la toxicidad aguda contra *Artemia salina*. Rev biol trop [online]. 2016; 64(3): 1171-1184. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i3.19537>.
- [44] Zhao WM, Qin GW, Lou LG. Evaluation of toxicity of some saponins on brine shrimp. J Asian Nat Prod Res. 1999;1(4):307-11. <http://dx.doi.org/10.1080/10286029908039879>.
- [45] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Chirinos-Quintero N, Sánchez-Urdaneta A. Evaluation of haematological, serum

- biochemical and histopathological parameters of growing rabbits fed *Amaranthus dubius*. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2018; 102(2): e525-e533. <http://dx.10.1111/jpn.12791>.
- [46] House NC, Puthenparampil D, Malayil D, Narayanankutty A (2020). Variation in the polyphenol composition, antioxidant, and anticancer activity among different *Amaranthus* species. S. African J Bot. 2020; 135: 408-412. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.026>
- [47] Ochoa-Camarillo JA, Reyes-Becerril M. Fitoquímica y actividad antioxidante del quelite (*Amaranthus hybridus*): un forraje con potencial biotecnológico. Cienc. Tecnol. e Innov. para el desarro. de Méx. 2025. <https://pcti.mx/wp-content/uploads/2025/03/PCTI-244-SC-Propiedades-Quelite-Forrajero.pdf>
- [48] Bang JH, Lee KJ, Jeong WT, Han S, Jo IH, Choi SH, Cho H, Hyun TK, Sung J, Lee J, So YS, Chung JW. Antioxidant Activity and Phytochemical Content of Nine *Amaranthus* Species. Agron. 2021; 11: 103. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061032>
- [49] Oboh G. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. J Food Sci Tech. 2005; 38: 513-517.
- [50] Rice-Evans CA, Miller NJ, Pagana G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biol Med. 1996; 20: 933-956.
- [51] Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos, Food Sci. Technol. 2005; 25(4): 726-732.
- [52] Paladino SC. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L). [Tesis de Maestría]. Universidades Nacionales de Cuyo, La Rioja; 2008.
- [53] Adegbola P, Adetutu A, Olaniyi T. Antioxidant activity of *Amaranthus* species from the Amaranthaceae family - A review. South Afr J Bot. 2020; 133: 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.003>
- [54] Park SJ, Sharma A, Lee HJ. A Review of Recent Studies on the Antioxidant Activities of a Third-Millennium Food: *Amaranthus* spp. Antioxidants. 2020; 9(12): 1236. <https://doi.org/10.3390/antiox9121236>

Vielma Rosa Alba: Farmacéutico. Dra. en Ciencias Aplicadas. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesora Titular, adscrita al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: rosalbavielma16@gmail.com. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5139-2804>

Morillo Marielba: Farmacéutico. Dra. en Ciencias Médicas Fundamentales. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesora Asociado, adscrita al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: marielba@ula.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6048-0590>

Visbal Tomas: Farmacéutico. Dr. en Química de Medicamentos. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesor Asociado, adscrito al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: tomas.visbal@ula.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1644-2228>.

Pereira Dennise: Licenciada en Bioanálisis. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: dennisepereira95@gmail.com. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-0106-8962>.

NORMAS EDITORIALES

La Revista de la Facultad de Farmacia (Rev Fac Farm) es una publicación editada por la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela. La revista es arbitrada e indizada y tiene como objetivo publicar Trabajos Originales (inéditos producto de estudios terminados), Revisiones, Reporte de Casos Clínicos, Comunicaciones y Cartas al Editor, que versen sobre las siguientes áreas del conocimiento: Etnobotánica, Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Analítica, Química Medicinal, Fitoquímica, Ciencias de los Alimentos, Galénica, Tecnología Industrial, Análisis de Medicamentos, Física, Fisicoquímica, Estadística Aplicada a las Ciencias de la Salud, Microbiología, Parasitología, Inmunología, Hematología, Farmacología, Toxicología, Fisiología, Citología, Farmacocinética, Mercadotecnia, Historia de la Farmacia y Bioanálisis, Farmacognosia, Nutrición en Salud Pública y Biotecnología. Los manuscritos deben ser concisos, correctos en su estilo y escritos en idioma español, inglés o portugués. El Comité Editorial (CE) tiene prevista la publicación de un volumen y dos números al año, con la extensión que se estime conveniente.

ENVÍO DEL MANUSCRITO

Los autores deben enviar el archivo del manuscrito en programa "Word for Windows" a través de los siguientes correos: revfarm@ula.ve o revfarmacia@gmail.com. Es necesario que el autor principal envíe una comunicación al Editor, en donde solicita la consideración del material adjunto para la publicación en alguna de las secciones de la Revista, con indicación expresa, de tratarse de un trabajo original, de no haber sido publicado excepto en forma de resumen y que sólo ha sido enviado a la Revista de la Facultad de Farmacia. Además, debe incluir la autorización, donde todos los autores aceptan con su firma, que han participado activamente en el desarrollo y ejecución de dicha investigación, y que conocen que está siendo enviado a publicación sin percibir remuneración alguna.

SISTEMA DE ARBITRAJE

Todos los trabajos serán sometidos a consideración del CE de la Revista, el cual decidirá si el trabajo debe ser enviado a arbitraje o es devuelto por no cumplir con las normas editoriales establecidas. El arbitraje de doble ciego será realizado por al menos tres expertos en el área objeto de la comunicación. Se cuenta con la participación de especialistas, provenientes de diferentes instituciones locales, nacionales, así como internacionales. En caso de existir sugerencias por parte de los evaluadores para mejorar la calidad de los trabajos, serán devueltos a sus autores para las debidas correcciones, las cuales deben cumplirse, siendo posible apelar con la debida justificación en cada caso. Para facilitar el proceso de arbitraje, los autores deberán enviar una lista de seis posibles árbitros (Nacionales e Internacionales) con sus respectivas direcciones de correo electrónico.

NORMAS EDITORIALES

Los textos deben estar compuestos por las siguientes secciones:

Revisiones: Según los criterios establecidos por el CE, para incluir revisiones en la Revista de la Facultad de Farmacia se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Al menos uno de los autores debe tener un mínimo de tres trabajos sobre el tema, publicados en revistas indexadas y arbitradas y por lo menos una de esas revistas debe ser Tipo A.
- Las revisiones pueden ser solicitadas al autor (es) por el CE o propuestas por el autor (es) al CE, sobre temas seleccionados. Estructura: Resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, cuerpo o desarrollo, conclusión (es), referencias bibliográficas, de acuerdo a las mismas instrucciones de los trabajos originales.

Trabajos originales: Se les da prioridad a los artículos originales. Estructura: Resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusión (es), agradecimientos (prescindible) y referencias bibliográficas,

REGLAMENTO PARA EL ARBITRAJE

CAPÍTULO 1

Disposiciones Fundamentales

Artículo 1. El presente **REGLAMENTO** tiene por objeto normar los principios rectores del Arbitraje de los Trabajos de Investigación, enviados por autores al Editor para su aceptación en la Revista de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Los Andes.

Artículo 2. La recepción de un Trabajo de Investigación por parte del Editor, no implica por fuerza su aceptación para ser publicado en cualquiera de los volúmenes de la Revista de la Facultad que se editen en un año. Además, no se recibirán trabajos para arbitraje que no estén acompañados de un oficio dirigido al Editor de la Revista, firmado por el autor (o responsable de una publicación en caso de ser colectiva).

Artículo 3. El Editor podrá recibir trabajos de investigación para su Arbitraje de cualquier autor de algunas de las Facultades de la Universidad de Los Andes, en primera instancia. En segundo lugar, de cualquier autor adscrito a cualquier universidad pública o privada del país. En tercer lugar, de autores de universidades extranjeras con preeminencia de América Latina.

Artículo 4. El Editor se reserva el Derecho de Admisión de los trabajos con base en lo establecido en el presente **REGLAMENTO**, y en las Instrucciones para los Autores, publicada en cada volumen editado de la Revista de la Facultad de Farmacia.

Artículo 5. El Editor no recibirá para su consideración de arbitraje trabajos divulgativos en cualquiera de las áreas de competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia.

Artículo 6. El Editor aceptará para su arbitraje trabajos de investigación documental con aportes sustanciales al conocimiento científico de cualquiera de las áreas de competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia, y que se ajusten a lo estipulado en las Instrucciones para los autores.

CAPÍTULO 2

De los Árbitros y de su Competencia

Artículo 7. El número de miembros del Comité de Arbitraje estará supeditado a las áreas de competencia de la Revista de la Facultad de Farmacia. En todo caso, algunos miembros del Comité podrán fungir como representantes hasta de tres áreas del conocimiento,

de acuerdo con su formación y experiencia científica, y será potestad del Editor su designación.

Artículo 8. Los miembros del Comité de Arbitraje podrán ser miembros del personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes, o de cualquier otra universidad pública o privada de la República de reconocida actividad científica y académica, con estudios de cuarto nivel.

Artículo 9. Podrán ser miembros del Comité de Arbitraje reconocidos investigadores de universidades extranjeras, cuyas instituciones mantengan convenios de cooperación y de intercambio con la Universidad de Los Andes.

Artículo 10. Podrán ser miembros del Comité de Arbitraje de la Revista de la Facultad de Farmacia investigadores sin estudios de cuarto nivel, siempre que hayan sido reconocidos por su actividad de investigación dentro o fuera de la institución a la que estén adscritos.

Artículo 11. El Editor seleccionará con base en lo expuesto en los Artículos: 7, 8 y 9 del presente **REGLAMENTO**, a los investigadores que conformarán el Comité de Arbitraje de la Revista de la Facultad de Farmacia por un periodo no mayor de dos años consecutivos, pudiendo solicitar a motu proprio su reinscripción dentro del Comité a algunos de los miembros salientes o por iniciativa de éstos.

Artículo 12. Son funciones de los árbitros, las siguientes:

a) Evaluar los trabajos de investigación de sus áreas de competencia.

b) Enviar al Editor una respuesta por escrito del trabajo considerado, en un plazo no mayor de 30 días, contados a partir de la recepción del texto.

c) Aprobar o improbar los trabajos recibidos, con base a argumentos científicos proclives a ser revisados.

d) No establecer con los autores de los trabajos ninguna comunicación referida al texto que evalúa, que conlleve interferencias y subjetividades en el proceso. Aplicar en la evaluación argumentos científicos objetivos que permita al Editor a posterior iniciar un proceso de retroalimentación positiva con los autores, a los fines de la excelencia y transparencia del trabajo científico, y de la proyección de la Revista de la Facultad de Farmacia.

e) Aplicar en la evaluación los parámetros especificados en la Guía para los Árbitros.

Artículo 13. Los árbitros tienen derecho a recibir a cambio de su trabajo de evaluación, una constancia expedida por el Editor, a los fines de su inclusión en procesos de reconocimiento de los méritos académicos y científicos de los miembros del personal docente y de investigación de las universidades representadas en el Comité de Arbitraje.

CAPÍTULO 3 **Disposiciones Finales**

Artículo 14. El Editor podrá sustituir en cualquier momento a algún miembro del Comité de Arbitraje, cuando éste no haya cumplido con lo dispuesto en el presente **REGLAMENTO**. El Editor procederá de inmediato a sustituir al miembro excluido con base a lo dispuesto en los Artículos: 7, 8 y 9 del presente **REGLAMENTO**, y a notificar de inmediato su remoción al saliente.

Artículo 15. Los autores tendrán derecho a solicitar reconsideración de la evaluación de su trabajo de investigación cuando haya resultado improbadado por un miembro del Comité de Arbitraje. A tales efectos, el Editor enviará el trabajo en cuestión a ser evaluado a otro árbitro. En caso de resultar positiva la segunda evaluación, el Editor se reservará el derecho de publicar o no el trabajo sin más opiniones de expertos, con base a la disponibilidad de espacio en la Revista en el volumen que juzgue conveniente, y así se lo hará saber al autor.}

Artículo 16. Con base en lo dispuesto en el Artículo anterior, las decisiones de los árbitros son inapelables y de obligatorio acatamiento por parte del autor.

Artículo 17. Los miembros del Comité de Arbitraje no percibirán remuneración económica alguna por su trabajo.

Artículo 18. Los trabajos de investigación recibirán respuesta escrita a partir de los 60 días hábiles de su recepción.

Artículo 19. Si el informe de arbitraje es positivo para un trabajo en primera instancia, el Editor se compromete a incluirlo en el volumen inmediatamente próximo de la Revista de la Facultad de Farmacia.

Artículo 20. El Editor se arroga la potestad de realizar observaciones de forma a los trabajos recibidos antes de ser enviados a arbitraje, de tal manera que el autor se compromete a acatarlas sin desmedro de la trascendencia o alcance científico del trabajo.

Artículo 21. El autor se hace responsable de cualquier errata de forma y de fondo que esté incluida en el original enviado al Editor; y éste no se compromete a dar Fe de Errata en tales circunstancias.

Artículo 22. El Editor se compromete a dar Fe de Errata en aquellas circunstancias en que por inadvertencia o fallas técnicas se haya incurrido en un error no incluido en el original (papel y electrónico) enviado para su consideración por el autor. Tal procedimiento se patentizará en el volumen inmediatamente siguiente a la emisión del error, siempre y cuando el autor se lo haga saber al Editor por escrito tres meses antes de la edición del siguiente volumen de la Revista de la Facultad de Farmacia.

Artículo 23. El Editor no se compromete a expedir constancias de trabajos recibidos sin que haya finalizado el proceso de arbitraje y se cuente con un informe escrito y firmado por el árbitro.

Artículo 24. Lo establecido en el presente **REGLAMENTO** será difundido en la Revista de la Facultad de Farmacia, de tal forma, que tanto autores como árbitros se solidaricen con lo aquí expuesto

INDICE ACUMULADO

Volumen 64(1) Año 2022

Actividad antioxidante y composición química del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Benth.) Griseb de Ecuador.

Toaquiiza-Aguagallo Cecilia, Cando-Brito Verónica, †Rojas-Fermín Luis, Pérez-Colmenares Alida, Aparicio-Zambrano Rosa, Obregón-Díaz Ysbelia

Actividad antioxidante de los extractos alcohólicos de los frutos de las especies *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg (níspero); *Averrhoa carambola* L. (tamarindo chino) y *Spondias mombin* L. (jobo).

Tolozza Luis, Ramírez Jesús, Rondón María.

Derivados hemisintéticos del *ent*-kaurenol y evaluación de su actividad antimicrobiana.

Hamdan-Sánchez Mager, †Rojas-Fermín Luis, Obregón-Díaz Ysbelia, Aparicio-Zambrano Rosa, Pérez-Colmenares Alida, Cordero Yndra, Díaz Clara, Da Silva-. Rojas Jossblerys, Usubillaga Alfredo.

Análisis químico cualitativo y actividad ecotóxica de la especie *Tristerix longebracteatus* (Desr.) Barlow & Wiens (Loranthaceae) colectada en Chimborazo, Ecuador.

Espinoza Carlos, Rojas Janne, Buitrago-Díaz Alexis, Morillo Marielba, Visbal Tomas.

Volumen 64(2) Año 2022

Desarrollo y validación de una metodología para el control de calidad microbiológico de fitofármacos y fitomedicamentos.

Rojas-Gelves Clody, Pérez-Colmenares Alida.

Disbiosis cervico-vaginal en la pesquisa citológica de cáncer de cuello uterino.

Erazo-Nieto Greca, Toro de Méndez Morelva.

Estudio fitoquímico preliminar, evaluación de las actividades antioxidante y ecotóxica de los extractos metanólicos de las partes aéreas de *Physalis peruviana* L (SOLANACEAE).

Contreras Carlos, Morillo Marielba, Visbal Tomas.

Distribución del contenido de cadmio en los diferentes componentes de cigarrillos comercializados en Venezuela después de fumados.

Guillén Juan Carlos, Petit de Peña Yaneira, Vicuña-Fernández Nelson, Briceño Luisa Carolina.

Volumen 65(1) Año 2023

Análisis proximal de la semilla de Saní (*Brassica* spp).

Ramírez-Gutiérrez Carmen, Fernández-Rojas Roxana, Ostojich-Cuevas Zoitza, Arraiz-Budovalchew Issis, Balbuena-Guillén José, Quintero-Parra Liandry, Zerpa Sandra.

Especies de *Pseudomonas* y sus perfiles de resistencia a los antibióticos en ecosistemas acuáticos del Ecuador.

Andueza Felix, Araque Judith, Acuña Jessica, Escobar Jessica, González Marco, Escobar Sandra, González-Romero Ana Carolina, Medina Gerardo.

Valor nutricional y propiedades tecnofuncionales de la harina del fruto completo del chachafruto (*Erythrina edulis*).

Vivas Odry, Vielma Rosa, Matheus Dalia, Rocco Valeria.

Breve historia de la medicina herbaria y la flora útil.

Gil Otaiza Ricardo.

Volumen 65(2) Año 2023

Los flavonoides: Su importancia.

Morales-Méndez Antonio.

Plantas de utilidad común del Jardín Botánico de Mérida.

Soto Ciro, Medina José.

Actividad antioxidante, larvicida, acaricida y antimicrobiana de los extractos etanólicos de *Piper marginatum* y *Piper tuberculatum* de Ecuador.

Moncayo Shirley, Rondón María Eugenia, Cornejo Xavier.

Calidad bacteriológica del aire en ambientes académicos administrativos de la Universidad Central del Ecuador.

González-Escudero Marco, Chavez-Chamorro Andrea, Araque-Rangel Judith, Andueza-Leal Félix.

Volumen 66(1)
Año 2024

Utilidad de la citología en la pesquisa de cáncer anal.

Toro de Méndez Morelva.

Efecto del procesamiento de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre sus propiedades funcionales y microestructura: potenciales usos en productos horneados.

Silva-Iturriza Adriana, Pérez Suhey.

Distribución de antimonio pentavalente y trivalente posterior a la administración de un leishmanicida experimental.

Briceño-Páez Luisa Carolina, Petit de Peña Yaneira, Vicuña-Fernández Nelson, Guillen Juan Carlos, Vásquez Laura, Scorza-Dagert José Vicente.

Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana del extracto de las hojas de *Espeleptopsis pannosa* (Standl.) Cuatrec.

Aparicio-Zambrano Rosa, Cortez-Pérez María, Obregón-Díaz Ysbelia, Pérez-Colmenares Alida, Cordero Yndra, Salazar-Vivas José, †Rojas- Fermín Luis, Villasmil Thayded, Usubillaga Alfredo.

Volumen 66(2)
Año 2024

Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico de las hojas de *Baccharis prunifolia* Kunt

Buitrago D., Alexis A.; Rojas Vera, Janne; Velasco Carrillo, Judith y Meléndez, Pablo

Comparación de los niveles tisulares de dos antimoniales leishmanicidas

Briceño Páez, Luisa Carolina; Petit de P., Yaneira; Vicuña-Fernández, Nelson; Guillen Cañizares, Juan Carlos; Vásquez, Laura y Scorza-Dagert José Vicente

Frecuencia de enterobacterias en individuos con sinusitis aislados de muestras nasofaríngeas

Hernández Bastidas Vanessa; Rojas Clody; Alviárez Evelyn; Oropeza, Ángel; Montilla, Rafael; Hernández, León

Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Clusia minor* L

Cordero Yndra; Pérez Colmenares, Alida; Obregón Díaz, Ysbelia; Rojas Fermín, Luis; Aparicio Z., Rosa L; Hernández Mejías, Johanna; Palencia, Miguel Eduardo y Salazar Vivas, Emilio

Volumen 67(1)
Año 2025

Género *Staphylococcus* y la producción de biofilm en instrumentos aplicadores de maquillaje.

González Geosvelit, Zambrano María, Cordero Atilio, Alviarez María

Evaluación comparativa del efecto antibacteriano de extractos de *Caesalpinia spinosa*, *Croton lechleri* e hipoclorito de sodio sobre *Enterococcus faecalis*.

Pilco Angela, Tierra Rosa, Reinoso Silvia, Espinoza Carlos.

Los antibióticos, las balas mágicas.

Morales Méndez Antonio.

Evaluación de la toxicidad *in vitro* e *in vivo* del extracto etanólico de las hojas de *Calotropis gigantea* (L.) W. T. Aiton.

Roa Ana, Perozo Maricarmen, Crespo Andrys, Fraile Silvia, Rojas Janne.

Volumen 67(2)
Año 2025

Actividad antimicrobiana y análisis fitoquímico preliminar de los frutos de *Duranta erecta* L.

Pérez-Colmenares Alida, Rosales Angel, Zambrano Milly, Cañizales Eluz, Díaz-Ganaim Clara, Obregón-Díaz Ysbelia, Cordero Yndra, Aparicio-Zambrano Rosa

Importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria.

Morillo Marielba, Visbal Tomas, Araujo Linda, Arenas Zoilo

Los carbohidratos. La gasolina de los organismos.

Morales Méndez Antonio

Evaluación del efecto garrapaticida de las hojas de *Azadirachta indica* contra *Rhipicephalus microplus*

Villasmil-Zerpa Thayded, Daza-Caballero Javier, Cecilio-Escorcía David, Pérez-Colmenares Alida, Obregón-Díaz Ysbelia, Aparicio-Zambrano Rosa



CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO HUMANÍSTICO, TECNOLÓGICO Y DE LAS ARTES CDCHTA



El **CDCHTA** es el organismo encargado de promover, financiar y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos.

Objetivos Generales:

El **CDCHTA**, de la Universidad de Los Andes, desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y su generación de relevo.
- Vincular la investigación con las necesidades del país.
- Fomentar la investigación en todas las unidades académicas de la ULA, relacionadas con la docencia y con la investigación.

Objetivos Específicos:

- Proponer políticas de investigación y desarrollo científico, humanístico y tecnológico para la Universidad. Presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y la evaluación de la investigación.
- Proponer la creación de premios, menciones y certificaciones que sirvan de estímulo para el desarrollo de los investigadores.
- Estimular la producción científica.

Funciones:

- Proponer, evaluar e informar las Comisiones sobre los diferentes programas o solicitudes.
- Difundir las políticas de investigación.
- Elaborar el plan de desarrollo.

Estructura:

Directorio: Vicerrector Académico, Coordinador del **CDCHTA**.

- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Seminarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones técnicas asesoras.

Programas:

- Proyectos.
- Seminarios.
- Publicaciones.
- Talleres y Mantenimiento.
- Apoyo a Unidades de Trabajo.
- Equipamiento Conjunto.
- Promoción y Difusión.
- Apoyo Directo a Grupos (ADG).
- Programa Estímulo al Investigador (PEI).
- PPI-Emeritus.
- Premio Estímulo Talleres y Mantenimiento.
- Proyectos Institucionales Cooperativos.
- Aporte Red Satelital.
- Gerencia.

Alejandro Gutiérrez
Coordinador General

www.ula.ve/cdcht / E-mail: cdcht@ula.ve

Telf. 0274-2402785 / 2402686

AUTORIDADES DE LA FACULTAD FARMACIA Y BIOANÁLISIS

Decano(e)

Dra. Angela Lugo

Director de la Escuela de Bioanálisis

MSc. María Evelyn Alviárez Vargas

Director de la Escuela de Farmacia

MSc. Robert Lobatón

Director del Instituto de Investigaciones

Dra. Diolimar Buitrago

Director de la Oficina de Relaciones Interinstitucionales

Dr. José Nelson Aranguren

La Revista de la Facultad de Farmacia, posee acreditación del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de Los Andes-Venezuela (CDCHTA-ULA).

Esta publicación está indizada en REVENCYT, Sistema de Publicaciones Scielo, Periódica (UNAM-México), IMBIOMED, Base de datos LILACS producida por BIREME y LIVECS, y Latindex México.

Incluida en el Registro de Publicaciones Científicas y Tecnológicas del FONACIT.

ISSN 0543- 517-X Depósito Legal pp 1958 02 ME 1003
ISSN 2244-8845 Electrónico Depósito Legal ppi 2012 02 ME 4102.

La Revista de la Facultad de Farmacia se exime de compromisos con la opinión y enfoques vertidos por los autores de los materiales publicados en ella. Queda prohibida, sin la autorización del Comité Editorial, la reproducción total o parcial de los trabajos incluidos en este volumen, por cualquier medio. La misma asegura que los editores, autores y árbitros cumplen con las normas éticas internacionales durante el proceso de arbitraje y publicación. Del mismo modo aplica los principios establecidos por el Comité de Ética en Publicaciones Científicas (COPE). Igualmente, todos los trabajos están sometidos a un proceso de arbitraje y de verificación por plagio.

COMITÉ EDITORIAL EDITORA

Dra. Janne Rojas

Instituto de Investigaciones

EDITORES HONORARIOS

Dr. Alfredo Usubillaga

Instituto de Investigaciones

Dr. Ricardo Gil Otaiza

Dpto. de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos

Dra. Beatriz Nieves Blanco

Dpto. de Microbiología y Parasitología

CUERPO EDITORIAL

Dra. Marielba Morillo

(Diagramación)

Dpto. de Ciencia de Los Alimentos

Dra. María Eugenia Rondón

Dpto. de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos

MSc. Gina Meccia,

Instituto de Investigaciones

Dr. Richard Nuñez

Dpto. de Toxicología

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Dirección de Canje (Postal address)

Prolongación Av. Humberto Tejera, Sector Campo de Oro, detrás del IAHULA, Facultad de Farmacia y Bioanálisis.

Edificio Carlos Edmundo Salas, 1er piso. ULA. Mérida. República Bolivariana de Venezuela. Código Postal 5101

Teléfono: +58-274-2403561.

Fax: +58-274-2403568

Dirección electrónica:

revfarm@ula.ve o revfarmacia@gmail.com



REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Universidad de Los Andes Facultad de Farmacia y Bioanálisis Biblioteca "Ismael Valero"

Esta versión digital de la revista de la Facultad de Farmacia, se realizó cumpliendo con los criterios y lineamientos establecidos para la edición electrónica en el año 2020.

Publicada en el repositorio institucional SaberULA

Universidad de Los Andes-Venezuela

www.saber.ula.ve, info@saber.ula.ve.



Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/farmacia/>