



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 67, Número 2
julio-diciembre 2025

EDITORIAL

Farmacogenética, la alternativa hacia una medicina más personalizada.

La farmacogenética es una rama de la farmacología que estudia cómo las variaciones genéticas de los individuos afectan su respuesta a los medicamentos. Identifica variaciones genéticas que influyen en la eficacia y seguridad de los fármacos. Su influencia en la terapia personalizada es significativa, ya que permite adaptar los tratamientos de acuerdo con el perfil genético de cada paciente, lo que optimiza la eficacia y minimiza los efectos adversos. La identificación de biomarcadores genéticos puede ayudar a predecir cómo un paciente metaboliza un fármaco específico, lo que facilita elegir la dosis correcta y el medicamento adecuado para cada condición. Esta personalización en la terapia no solo es útil en enfermedades comunes, como la hipertensión o la depresión, sino que también juega un papel crucial en el tratamiento del cáncer, donde los perfiles genéticos de los tumores pueden guiar las decisiones terapéuticas. Sin embargo, la implementación de la farmacogenética en la práctica clínica enfrenta desafíos, como la necesidad de formación específica y actualizada de los profesionales de la salud y la integración de estas pruebas en los sistemas de salud. A medida que la investigación avanza y las tecnologías de secuenciación se vuelven más accesibles, la farmacogenética promete revolucionar el enfoque del tratamiento, transformando la medicina tradicional hacia una estrategia más precisa y centrada en el paciente.

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. 67, N° 2

julio-diciembre 2025

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

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

Antimicrobial activity and preliminary phytochemical analysis of *Duranta erecta* L. fruits.

Autores: Pérez-Colmenares Alida, Rosales Angel, Zambrano Milly, Cañizales Eluz, Díaz-Ganaim Clara, Obregón-Díaz Ysbelia, Cordero Yndra, Aparicio-Zambrano Rosa..... 3

Importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria.

Importance of standardization for food quality and safety.

Autores: Morillo Marielba, Visbal Tomas, Araujo Linda, Arenas Zoilo..... 9

Los carbohidratos. La gasolina de los organismos.

Carbohydrates. The organism's gasoline

Autor: Morales Méndez Antonio.....22

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

Evaluation of the tick effect on the leaves of *Azadirachta indica* vs *Rhipecephalus microplus*.

Autores: Villasmil-Zerpa Thayded, Daza-Caballero Javier, Cecilio-Escorcia David, Pérez-Colmenares Alida, Obregón-Díaz Ysbelia, Aparicio-Zambrano Rosa.....29

Normas Editoriales.....36

Reglamento para el Arbitraje.....37

Índice Acumulado.....39

Artículo original

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

Antimicrobial activity and preliminary phytochemical analysis of *Duranta erecta* L. fruits.

Pérez-Colmenares Alida^{1*}, Rosales Angel², Zambrano Milly², Cañizales Eluz¹, Díaz-Ganaim Clara³, Obregón-Díaz Ysbelia¹, Cordero Yndra¹, Aparicio-Zambrano Rosa¹.

¹Grupo de Productos Naturales y Química Medicinal. Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro”. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

²Escuela de Bioanálisis. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

³Catedra de Micología, Laboratorio de Micología, “Dr. Corrado Capretti” Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

Recibido: 25 de febrero de 2025 –Aceptado: 25 de abril de 2025

RESUMEN

Duranta erecta (Verbenaceae), es una planta usada en la medicina tradicional para el tratamiento de diferentes afecciones. En la presente investigación se determinó la composición química cualitativa y la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos de los frutos de *D. erecta*, mediante pruebas químicas de coloración y/o precipitación y el método de difusión en agar con disco, respectivamente. Los frutos secos y molidos fueron extraídos mediante la técnica de reflujo con hexano y etanol. El tamizaje fitoquímico permitió detectar la presencia de esteroides en el extracto de hexano (EHFDE) y esteroides, triterpenos, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas y alcaloides en el extracto de etanol (EEFDE). La evaluación de la actividad antimicrobiana de EHFDE y EEFDE se realizó a una concentración de 1000 µg/mL y evidenció que ambos extractos fueron activos frente a *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29219), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) y no presentaron actividad contra *Candida albicans* (CDC B385) y *Candida krusei* (ATCC 6258). La concentración inhibitoria mínima (CIM) determinó que la bacteria más sensible fue *E. coli* con una CIM de 62,5 µg/mL. Este es el primer reporte de la composición química y actividad antimicrobiana de los frutos de *D. erecta* de Venezuela.

PALABRAS CLAVE

Verbenaceae, *Duranta*, *Duranta erecta*, actividad antimicrobiana, análisis fitoquímico.

ABSTRACT

Duranta erecta (Verbenaceae) is a shrub 1-3 m tall, its parts are used in traditional medicine for the treatment of different conditions. In the present investigation, the qualitative chemical composition and antimicrobial activity of extracts obtained from the fruits of *D. erecta* were determined by chemical staining and/or precipitation tests and the disk agar diffusion method, respectively. Dried and ground fruits were extracted by refluxing with hexane and ethanol. Phytochemical screening allowed detecting the presence of sterols in the hexane extract (EHFDE) and sterols, triterpenes, phenolic compounds, flavonoids, saponins and alkaloids in the ethanol extract (EEFDE). The evaluation of the antimicrobial activity of EHFDE and EEFDE was performed at a concentration of 1000 µg/mL and showed that both extracts were active against *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29219), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) and showed no activity against *Candida albicans* (CDC B385) and *Candida krusei* (ATCC 6258). The minimum inhibitory concentration (MIC) determined that the most sensitive bacterium was *E. coli* with an MIC of 62.5 µg/mL. This is the first report on the chemical composition and antimicrobial activity of *D. erecta* fruits from Venezuela.

KEY WORDS

Verbenaceae, *Duranta*, *Duranta erecta*, antimicrobial activity, phytochemical analysis.

INTRODUCCIÓN

El género *Duranta* (Verbenaceae), posee 35 especies distribuidas a nivel mundial en las regiones tropicales y subtropicales [1]. *D. erecta* Linn (sin: *Duranta repens* Linn, *Duranta plumieri* Jack) es un arbusto de hoja perenne, o árbol pequeño que puede alcanzar entre 1 y 3 m de altura, los frutos son de color amarillo o amarillo anaranjado cuando maduran, con un diámetro de aproximadamente 5 a 10 mm de ancho. Esta especie es comúnmente conocida como gota de rocío dorada, susurro de ángel o flor del cielo y se encuentra distribuida en África, Asia, América del Sur, Centro América y el Caribe [1,2].

D. erecta es una planta utilizada en la medicina tradicional, las hojas y frutos son usados para el tratamiento de abscesos, como vermífugos, febrífugos, diuréticos y como repelentes de insectos [3]. Diversos estudios indican que posee actividad citotóxica [4,5], antibacteriana [6,7], antifúngica [8,9], antioxidante [10,11], anticancerígena [12], antiurólítica [13], antiplasmódica [14], antihelmíntica [15], antiviral [16], larvicida [17] e insecticida [18].

Reportes previos indican que *D. erecta* contiene como fitoconstituyentes alcaloides, flavonoides, iridoides, glucósidos, compuestos fenólicos, saponinas, esteroides, taninos y terpenoides, los cuales se consideran la base de sus eficaces propiedades terapéuticas. Entre los compuestos bioactivos aislados de esta especie destacan el β -sitosterol, β -amirina, ácido oleoico, ácido ursólico, naringenina, acteósido, lamiido, sucrosa, rafinosa, durantol, escutellareina, pectolinaringenina, repennosido, durantanos I-V, apigenina, luteolina y quercetina [19,20].

En la presente investigación se determinó la composición química preliminar y la actividad antimicrobiana del extracto de etanol de los frutos de *Duranta erecta*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal: Los frutos de la especie en estudio se recolectaron en el sector Santa Eduvigis, Parroquia Matriz, Municipio Campo Elías, del Estado Mérida-Venezuela. Una muestra testigo fue depositada e identificada como *Duranta erecta* L. por el Dr. Pablo Meléndez en el Herbario MERF “Dr. Luis Ruiz Terán” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes (Voucher AZ01).

Obtención de los extractos: Los frutos frescos de la planta se separaron y colocaron en bandejas y se colocaron en una estufa a 40 °C hasta completa sequedad, luego se procedió a moler hasta la obtención de un polvo fino. Posteriormente, se pesaron 100,0 g del material vegetal molido y se realizó la extracción en un sistema de reflujo usando hexano y etanol como solventes. Las soluciones obtenidas se filtraron y concentraron en un rotavapor a presión reducida a una temperatura no mayor a 45 °C hasta completa sequedad, obteniéndose 10,35 g del extracto de hexano (EHFDE) y 16,28 g del extracto de etanol (EEFDE) de los frutos de *Duranta erecta*.

Análisis fitoquímico preliminar: Los metabolitos secundarios de EHFDE y EEFDE fueron identificados cualitativamente mediante una serie de pruebas químicas de coloración y/o precipitación siguiendo la metodología descrita por diversos autores [21,22].

Actividad antimicrobiana: Se determinó mediante el método de difusión en agar con disco [23]. Las cepas utilizadas fueron *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29219), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Candida albicans* (CDC B385) y *Candida krusei* (ATCC 6258) proporcionadas por el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Los inóculos microbianos se prepararon en una solución salina estéril al 0,90 % hasta obtener una turbidez comparable al patrón McFarland N°0,5 (bacterias) y McFarland N°1,0 (levaduras). Los ensayos se realizaron en placas de agar Müller-Hinton (bacterias) y agar de Müller-Hinton suplementado con 2 % de glucosa (levaduras). Cada inóculo se diseminó sobre la superficie de una placa que contenía el respectivo agar. Posteriormente, se colocaron discos de 6 mm de diámetro previamente impregnados con 10 μ L de cada extracto a una concentración de 1000 μ g/mL, el control negativo fue el dimetilsulfóxido (DMSO) y los discos estándar de antimicrobianos (Eritromicina® 15 μ g; Ampicilina® 10 μ g; Piperacilina® 100 μ g; Fluconazol® 25 μ g y Voriconazol® 25 μ g) se usaron como controles positivos. Luego, se incubaron las placas a 37 °C en atmósfera aeróbica por 24 horas (bacterias) y 48 horas (levaduras), luego se realizó la lectura de los halos de inhibición en milímetros (mm). En los microorganismos que mostraron zona de inhibición se determinó la concentración inhibitoria mínima (CIM), disolviendo los extractos en DMSO a concentraciones de 500; 250; 125 y 62,5 μ g/mL. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fitoquímico preliminar: El tamizaje fitoquímico de los extractos obtenidos de los frutos de *D. erecta* (Tabla 1) se realizó mediante pruebas químicas cualitativas, lo que evidenció la presencia de esteroides en el EHFDE, mientras que el EEFDE presentó esteroides, triterpenos, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas y alcaloides. En ambos extractos se determinó la ausencia de lactonas, cumarinas, quinonas y taninos. Estos resultados se relacionan con lo previamente reportado por diversos autores que indican que los frutos de *D. erecta* contienen algunos de estos metabolitos secundarios.

Sugita y cols (2020) [24], mencionan que el extracto de hexano de los frutos de *D. erecta* presenta una mezcla de hidrocarburos que van desde C13-C20, ácidos grasos

(palmítico y ácido linoleico), escualeno, esteroides y vitamina E. Por otra parte, Januar y cols (2015) [25], reportan en el cribado fitoquímico del extracto etanólico de los frutos maduros e inmaduros de *D. erecta* la presencia de taninos, glucósidos, saponinas, flavonoides, triterpenos y esteroides, además mencionan que los frutos inmaduros contienen alcaloides. De igual modo, Donkor y cols (2019) [10], señalan que el extracto metanólico de los frutos contiene taninos, saponinas, flavonoides, alcaloides y esteroides. En este sentido, se presume que la diferencia en los resultados en relación a la presencia o ausencia de algunos metabolitos probablemente se debe a varios factores, como área de cultivo, estrés ambiental, exposición a rayos ultravioleta, edad de las plantas, factores genéticos y factores físicos como clima, humedad, temperatura y tiempo [26].

TABLA 1

Resultados del tamizaje fitoquímico de los extractos de los frutos de *D. erecta*

Metabolitos	Pruebas	Resultados	
		EHFDE	EEFDE
Alcaloides	Mayer	-	++
	Dragendorff	-	++
	Wagner	-	++
Esteroides (verde)	Liebermann-Burchard	+ (verde)	++ (verde)
Triterpenos (rojo)			++ (rojo)
Saponinas	Espuma	-	++
Compuestos fenólicos	FeCl ₃ 1 %	-	++
Taninos	Gelatina 1 %	-	-
Flavonoides	Shinoda	-	++
Quinonas y/o	NH ₄ OH conc.	-	-
Antraquinonas	H ₂ SO ₄ conc.	-	-
Cumarinas	NH ₄ OH conc.	-	-
Lactonas	NaOH al 10 %	-	-

Leyenda: (EHFDE): extracto de hexano de los frutos de *D. erecta*; (EEFDE): extracto de etanol de los frutos de *D. erecta*; (-): ausente; (+): presente; (++) : abundante

Actividad antimicrobiana:

Se evaluó la capacidad antimicrobiana de los extractos de hexano (EHFDE) y etanol (EEFDE) de los frutos de *D. erecta* a una concentración de 1000 µg/mL mediante el método de difusión en agar con disco. Los resultados (Tabla 2) evidencian que ambos extractos inhibieron el crecimiento de todas las cepas bacterianas ensayadas con halos de inhibición que oscilaron entre 7-10 mm, siendo más activos frente a *E. coli* con una CIM de 62,5 µg/mL. Por otra parte, ninguno de los extractos presentó actividad contra las cepas de *C. albicans* y *C. krusei*.

Reportes previos indican que diferentes partes de la especie en estudio poseen actividad antibacteriana, en tal sentido, Nikkon y cols (2008) [5] determinaron por el

método de difusión con disco que los extractos etanólicos de los tallos y frutos de *D. repens* eran activos contra *Shigella boydii*, *Shigella shiga*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri* y *Shigella sonnei* con una CIM en un rango de 32 a 128 µg/mL, asimismo, Ogbuagu y cols (2015) [6], evaluaron la actividad del extracto etanólico de las hojas de *D. erecta* frente a *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi* y *Boletus aereus* a concentraciones de 75, 150, 300 y 600 mg/mL por el método de difusión en agar con disco, reportando una CIM para *P. mirabilis*, *B. subtilis* de 141 mg/mL, *S. typhi* de 81 mg/mL, y *B. aereus* de 100 mg/mL. Adicionalmente, Donkor y cols (2019) [10], indican que el extracto metanólico de los frutos de *D. erecta* fue inactivo frente a *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*,

Salmonella typhi, *Staphylococcus saprophyticus*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* y *Paratyphi B*, por el método de difusión en pozo usando un volumen de 100 µL del extracto.

En el caso de la actividad contra las cepas de *Candida albicans* y *Candida krusei* no se obtuvo inhibición del crecimiento de las mismas, según la revisión realizada no se consiguieron estudios previos de la evaluación de los extractos de los frutos de *D. erecta* frente a las cepas mencionadas anteriormente, sin embargo es importante mencionar que Sharma y cols [8], realizaron un estudio de los extractos etanólicos de las hojas, tallos y raíces de *D. erecta* frente a *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* y *Penicillium* sp usando el método de difusión en disco, reportando que los extractos de las hojas y tallos fueron activos contra *A. niger*, *A. flavus* y *A. fumigatus* a una concentración de 1000 mg/mL con halos de inhibición de 23 mm, 23 mm, y 22 mm, respectivamente. De igual modo, Sikarwar y cols [9], determinaron que el extracto metanólico de hojas de *D. repens* poseía un efecto inhibitor más potente en comparación con el acuoso frente a *A. niger*, *Candida albicans* y *Microsporum gypseum* mediante el

método de difusión en disco y que la actividad era directamente proporcional a la concentración del extracto.

En relación a lo expuesto anteriormente, los resultados obtenidos en la presente investigación en comparación con los estudios previos de *D. erecta*, indican que la actividad antimicrobiana varía de acuerdo al método y concentración del extracto utilizado, de igual modo, es importante acotar que los metabolitos secundarios ejercen la actividad antimicrobiana a través de diferentes mecanismos y en general, están relacionados con cambios en la morfología celular, alteración de la membrana asociada con fuga de iones, reducción de potencial de membrana, alteración de la homeostasis del pH intracelular, cambios en el proteoma y transcriptoma, inhibición de la actividad ATP-asa, entre otros. Así, los compuestos bioactivos de las plantas provocan alteración considerable en las diversas funciones biológicas de la célula que conducen al deterioro de los procesos celulares vitales necesarios para la supervivencia de la célula [27]. Este es el primer estudio de la actividad antimicrobiana y composición química de los frutos de *D. erecta* de Venezuela.

TABLA 2

Resultados de la actividad antimicrobiana de los extractos de los frutos de *D. erecta*

Microorganismos	Halos de inhibición (mm)								
	Extractos (1000 µg/mL)		Antimicrobianos comerciales (Control positivo)					CIM (µg/mL)	
	EHFDE	EEFDE	E 15 µg	AMP 10 µg	PIP 100 µg	FLUC 25 µg	VOR 25 µg	EHFDE	EEFDE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	7	8	32	-	-	-	-	500	125
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	7	7	-	32	-	-	-	500	250
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	9	10	-	-	27	-	-	62,5	62,5
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 23357	7	7	-	-	27	-	-	500	250
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	7	7	-	-	27	-	-	500	250
<i>Candida albicans</i> CDC B385	0	0	-	-	-	50	-	-	-
<i>Candida krusei</i> ATCC 6258	0	0	-	-	-	-	20	-	-

Leyenda: EHFDE: extracto de hexano de los frutos de *D. erecta*; EEFDE: extracto de etanol de los frutos de *D. erecta*; E: Eritromicina® 15 µg; AMP: Ampicilina® 100 µg; PIP: Piperacilina® 100 µg; FLUC: Fluconazol® 25 µg; VOR: Voriconazol® 25 µg; mm: milímetros de los halos de inhibición; CIM: concentración inhibitoria mínima.

CONCLUSIONES

La evaluación de los extractos de hexano y etanol de los frutos de *D. erecta* indica que poseen metabolitos secundarios que les proporcionan actividad antibacteriana frente a cepas grampositivas y gramnegativas. Los resultados obtenidos proporcionan un soporte para el uso de esta planta en la medicina tradicional y como una fuente alternativa para el tratamiento de enfermedades infecciosas causadas por diversas bacterias, sin embargo, es necesario aislar las moléculas bioactivas y realizar estudios toxicológicos para establecer y comprobar la seguridad de las mismas para su posible aplicación clínica en la terapia de enfermedades infecciosas y desarrollar propuestas de interés farmacéutico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de los Laboratorios de Productos Naturales A y Actinomicetos adscritos al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, al Herbario MERF “Ruiz Terán” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, al Cepario del Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes y al Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología a través de la Gran Misión de Ciencia, Tecnología e Innovación Dr. Humberto Fernández-Morán y al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (N° 196-2025).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aymard G, Grande J. *Duranta neblinensis* (Verbenaceae, Duranteae): a new species from Sierra de la Neblina, Amazonas State, Venezuela. *Brittonia*. 2012; 64 (3): 246–250. doi: 10.1007/s12228-011-9227-8.
- [2] Said RM. Response of sky flower (*Duranta erecta* L. var. *Variegata*) transplants as pot-plant to growing media and water amounts. *Middle East J Agric Res*. 2016; 5 (2): 201–207.
- [3] Puri AV. *Duranta repens* Linn. (Verbenaceae): a comprehensive review of pharmacognostic, ethnomedicinal, pharmacological, and phytochemical aspects. *Asian J Pharm Clin Res*. 2018; 11 (11): 91-96. doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i11.28509
- [4] Ahmed W, Mohamed M, El-Dib R, Hamed M. New triterpene saponins from *D. repens* Linn. and their cytotoxic activity. *Molecules*. 2009; 14 (5): 1952-1965. doi: 10.3390/molecules14051952.
- [5] Nikkon F, Habib M, Karim M, Hossain M, Mosaddik M, Haque M. Antishigellosis and cytotoxic potency of crude extracts and isolated constituents from *D. repens*. *Mycobiology*. 2008; 36 (3):173-177. doi: 10.4489/MYCO.2008.36.3.173.
- [6] Ogbuagu A, Okoro K, Akpuaka M, Ogbuagu J, Ekpunobi U, Ohaekenyem E. Quantitative determination of some secondary metabolites and the anti-bacterial effects of the leave extracts of *Duranta erecta*. *Am J Biomed Sci Eng*. 2015; 1 (5): 82-87.
- [7] Jayalakshmi B, Raveesha K, Amruthesh K. Phytochemical investigations and antibacterial activity of some medicinal plants against pathogenic bacteria. *J Appl Pharm Sci*. 2011; 1 (5):124-128.
- [8] Sharma P, Khandelwal S, Singh T, Vijayvergia R. Phytochemical analysis and antifungal potential of *Duranta erecta* against some phytopathogenic fungi. *Int J Pharm Sci Res*. 2012; 3 (8): 2686-2689. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.3(8).2686-89.
- [9] Sikarwar M, Ganie S, Agnihotri R, Sharma R. Evaluation of *D. repens* for its antifungal potential. *Int J Med Plants*. 2014; 106: 390-395.
- [10] Donkor S, Larbie C, Komlaga G, Emikpe, B. Phytochemical, antimicrobial, and antioxidant profiles of *Duranta erecta* L. parts. *Biochem Res Int*. 2019; 2019 (1): 8731595. doi: 10.1155/2019/8731595. Collection 2019.
- [11] Shahat A, Nazif N, Abousetta L, Ibrahim N, Cos P, Van Miert S, Pieters L, Vlietinck A. Phytochemical investigation and antioxidant activity of *D. repens*. *Phytother Res*. 2005; 19 (12): 1071-1073. doi: 10.1002/ptr.1766.
- [12] Wagh A, Butle S. Phytochemical analysis and *in-vitro* anticancer activity of *Duranta erecta* L. (Verbenaceae). *Int J Pharm Sci Rev Res*. 2019; 10 (6): 2941-2949. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.10(6).2941-46.
- [13] Agawane S, Gupta V, Kulkarni M, Bhattacharya A, Koratkar S, Rao, V. Patho-physiological evaluation of *Duranta erecta* for the treatment of urolithiasis. *J Ayurveda Integr Med*. 2019; 10 (1): 4-11. doi: 10.1016/j.jaim.2017.08.001.
- [14] Ijaz F, Ahmad N, Ahmad I, ul Haq A, Wang F. Two new anti-plasmodial flavonoid glycosides from *Duranta repens*. *J Enzyme Inhib Med Chem*. 2010; 25 (6): 773-778. doi: 10.3109/14756360903433365.
- [15] Bhar K, Kanthal L, Manna S, Nagalaxmi P, Eswar K, Satya, C. *In vitro* cytotoxic activity and anthelmintic activity of chloroform extract of *Duranta erecta* L. ripe fruits. *Res J Pharm Biol Chem. Sci*. 2016; 7 (6): 860-865.
- [16] Abou-Setta L, Nazif N, Shahat A. Phytochemical investigation and antiviral activity of *D. repens*. *J Appl Sci Res*. 2007; 3 (11): 1426-1433.
- [17] McConnell M, Balasubramani M, Rajan K, Gerald I. Evaluation of the larvicidal activity of the leaf extracts of *Duranta erecta* Linn. (Verbenaceae) on the larvae of

- Culex quinquefascitatus* (Say) (Culicidae). J Biopest. 2010; 3 (3): 582-585. doi: 10.57182/jbiopestic.3.3.582-585
- [18] Chennaiyan V, Sivakami R, Jeyasankar A. Effect of *Duranta erecta* Linn (Verbenaceae) leaf extracts against armyworm Spodoptera litura and cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Int J Adv Res Biol Sci. 2016; 3 (2): 311-320. doi: 1.15/ijarbs-2016-3-2-41.
- [19] Srivastava M, Shanker K. *Duranta erecta* Linn: A critical review on phytochemistry, traditional uses, pharmacology, and toxicity from phytopharmaceutical perspective. J Ethnopharmacol. 2022; 293: 115274. doi: 10.1016/j.jep.2022.115274
- [20] Subsongsang R, Jiraungkoorskul W. An updated review on phytochemical properties of “golden dewdrop” *Duranta erecta*. Pharmacogn Rev. 2016; 10 (20): 115-117. doi: 10.4103/0973-7847.194042.
- [21] Banu K, Cathrine L. General techniques involved in phytochemical analysis. Int J Adv Res Chem Sci. 2015; 2 (4): 25-32.
- [22] Marcano D, Hasegawa M. Fitoquímica Orgánica. Consejo Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela: Venezuela. 2002.
- [23] Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI). M 100. Performance Standards for antimicrobial susceptibility testing, 30th. 2020. [Página Web] 2020 [acceso: 9 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.nih.org.pk/wpcontent/uploads/2021/02/CLSI-2020.pdf>
- [24] Sugita P, Amilia R, Arifin B, Rahayu D, Dianhar H. The phytochemical screening hexane and methanol extract of Sinyo Nakal (*Duranta repens*). Asian J Pharm Clin Res. 2020; 13 (8): 196-200. doi: 10.22159/ajpcr.2020.v13i8.38165.
- [25] Januar S, Sugita P, Arifin B. Identification of trans-cinnamic acid in Sinyo Nakal (*Duranta repens*) fruits methanol extract. Int Res J Pure Appl. 2015; 8 (2): 73-80. doi: 10.9734/IRJPAC/2015/17616.
- [26] Figueiredo A, Barroso J, Pedro L, Scheffer J. Factors affecting secondary metabolite production in plants: Volatile components and essential oils. Flavour Fragr J. 2008; 23 (4): 213-226. doi: 10.1002/ffj.1875.
- [27] Prakash B, Kumar A, Singh P, Songachan L. Functional and preservative properties of phytochemicals. Academic Press. 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818593-3.00001-4>.
- Pérez Colmenares Alida Alejandra:** Dra. En Química Aplicada. MSc. En Química de Medicamentos, Farmacéutico. Profesora Asociado adscrita al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro”. Correo: alidaperezc@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-8910-4663>.
- Rosales Ángel:** Estudiante de la Escuela de Bioanálisis. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo: angelomarrosales52@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0004-9157-5420>.
- Zambrano Milly:** Estudiante de la Escuela de Bioanálisis. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo: millynicoll07@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0001-1931-4064>.
- Cañizales Eluz:** Ingeniero Químico. Estudiante del Postgrado de Química en Medicamentos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo: eluz.adriana@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0005-9787-5385>.
- Obregón Díaz Ysbelia Miyeli:** Dra. En Química de Medicamentos. Farmacéutico. Profesora Agregado adscrita al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro” Correo: ysbeliaobregon@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6152-6696>.
- Cordero Yndra Elena:** Dra. En Ciencias Aplicadas. MSc. En Biología y Salud. Farmacéutico. Profesora Titular adscrita al Departamento de Bioanálisis Clínico Correo: yndracpdero@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-7015-2796>.
- Aparicio Zambrano Rosa Lizbeth:** Dra. En Química Aplicada. MSc. En Química de Medicamentos, Farmacéutico. Investigador en Ciencias Básicas, Naturales y Aplicadas, adscrita al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro”. Correo: aparicirosa12@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-5020-0954>.
- Díaz Ganaim Clara Azize:** Especialista en Microbiología Clínica, Licenciada en Bioanálisis, Profesora Titular, adscrita a la Catedra de Micología. Correo: claradiaz@ula.ve. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-1287-8326>.

Importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria.

Importance of standardization for food quality and safety.

Morillo Marielba^{1,3}, Visbal Tomas^{1,3}, Araujo Linda^{2,3}, Arenas Zoilo³

¹Departamento de Ciencia de Los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, C.P. 5101 Venezuela.

²Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, C.P. 5101 Venezuela

³Diplomado en Normalización, Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER), Caracas, C.P. 1050 Venezuela.

Recibido: 01 de febrero de 2025 –Aceptado: 15 de mayo de 2025

RESUMEN

La normalización es el proceso de crear y aplicar reglas para realizar una actividad específica, obtener beneficios y maximizar la economía. En Venezuela, el Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER), es el ente encargado de desarrollar los procesos de normalización, a través del Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios, con la finalidad de generar una normativa técnica actualizada y adecuada a los alimentos que se consumen en el país. El objetivo de este trabajo fue determinar la importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria. El tipo de investigación es documental, cualitativa y explicativa, la población de esta investigación fue finita y estuvo constituida de información documental de una variedad de fuentes, la muestra representó la misma población en estudio. Cabe destacar que la implementación de normas, directrices y códigos de prácticas a lo largo de la cadena de suministro de alimentos garantizaría que los alimentos sean seguros y nutritivos cuando lleguen al consumidor, contribuyendo a la confianza en los productos. Una mayor gestión en la normalización en donde se elaboren normas adaptadas a las necesidades del mercado y los consumidores, con la participación de los diferentes sectores, permitiría estimular tanto los mercados locales como internacionales, además de contar con productos seguros, reflejándose en el hecho de que los productores en el área tendrían menores pérdidas en su producción y por ende aumentaría la disponibilidad de productos alimenticios en el país, contribuyendo con la seguridad alimentaria.

PALABRAS CLAVE

Normalización, *Codex Alimentarius*, calidad, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Standardization is creating and applying rules to perform a specific activity, obtain benefits, and maximize economics. In Venezuela, the Decentralized Service for Standardization, Quality, Metrology, and Technical Regulations (SENCAMER) is the entity in charge of developing the standardization processes through the Technical Committee for Standardization CT10 Food Products, to generate updated technical regulations. That is appropriate to the foods consumed in the country. The objective of this work was to determine the importance of standardization for food quality and safety. The type of research is documentary, qualitative, and explanatory. The population of this research was finite and consisted of documentary information from various sources; the sample represented the same population under study. Importantly, implementing standards, guidelines, and codes of practice throughout the food supply chain would ensure that food is safe and nutritious when it reaches the consumer, contributing to product confidence. Greater management in standardization, where standards adapted to the needs of the market and consumers are developed with the participation of different sectors, would allow stimulating both local and international markets, in addition to having safe products, reflected in the fact that producers in the area would have fewer losses in their production and therefore the availability of food products in the country would increase, contributing to food security.

KEY WORDS

Standardization, *Codex Alimentarius*, quality, food safety.

INTRODUCCIÓN

La Organización Internacional de Normalización [1] define la normalización como "una actividad que consiste en establecer, con respecto a problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado" [2].

En las últimas décadas, se ha observado en todos los ámbitos de la vida social y económica la difusión de regulaciones que, bajo la forma de estándares y certificaciones, especifican los requisitos que debe cumplir un producto o servicio y avalan dicho cumplimiento. El sector agroalimentario no ha escapado a esta tendencia y ha surgido una serie de estándares, tanto públicos como privados, que regulan la calidad y la seguridad de los alimentos [3].

Cuando las personas tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos, de calidad y nutritivos en todo momento, existe seguridad alimentaria (Salazar y Gonzalo [4] como se citó en Toro y Rumbo [2]). La industria alimentaria tiene la responsabilidad legal y ética de garantizar que la inocuidad esté presente en todo tipo de alimento, sea manufacturado o fresco [5].

En este sentido, tanto la calidad higiénica como la calidad sanitaria, constituyen un elemento innegociable y de valor absoluto al considerarse que un alimento no debe causar enfermedad en el consumidor [6]. Sin embargo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), casi una de cada diez personas desarrolla enfermedades como resultado de comer alimentos procesados o preparados por otros. Por esta razón, las medidas destinadas a garantizar la seguridad alimentaria han ganado gran importancia [7].

Además de esto, el aumento de la demanda de alimentos por parte del comercio internacional, exige alimentos variados de calidad y que hayan sido procesados a través de tecnologías avanzadas. Así, para poder ingresar a los mercados internacionales, los países en vías de desarrollo deben cumplir con los requisitos legales de los países importadores. Los productos que no cumplan con estos requisitos son rechazados, lo que perjudica las economías nacionales [8]. Existen diferentes normativas internacionales que tienen por objetivo garantizar la excelencia de los productos fabricados en la cadena de producción de cualquier industria agroalimentaria, como son las de la

Comisión del Codex Alimentarius, la IFS (International Food Standard) y la BRC (British Retail Consortium) e ISO 22000:2018 "Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos" [8,9].

En consecuencia, los procedimientos de control sanitario de alimentos están evolucionando hacia un sistema de calidad total donde el éxito requiere tener control sobre el proceso, materias primas, medio ambiente y formación de personal en los procesos de producción. Este sistema preventivo permitiría la fabricación de productos alimenticios con un alto grado de garantía de inocuidad [10].

A nivel nacional, se pueden establecer áreas en las que los responsables de la seguridad y calidad de los alimentos deben concentrar sus esfuerzos, estas son: el marco normativo nacional, la prevención en toda la cadena de alimentos y la creación y gestión del Sistema Nacional de Control de Alimentos. Es necesario que los sistemas nacionales de inocuidad establezcan mecanismos que aseguren la participación, colaboración e interacción entre los actores de la cadena de alimentos, el estado y los consumidores para un mayor y mejor nivel de control. Para proteger a los consumidores y cumplir con los tratados internacionales, se trata de establecer sistemas donde las funciones y competencias estén claramente definidas [11].

En Venezuela, las normas de calidad e inocuidad, que son de obligatorio cumplimiento, están estableciendo líneas institucionales, tecnológicas y organizacionales uniformadoras en la industria de alimentos, dando a los consumidores acceso a alimentos saludables, nutricionalmente adecuados e inocuos [11].

De lo anteriormente expuesto predominaría la importancia de que las normas en Venezuela sean actualizadas periódicamente, de forma que la calidad de producción del país esté al mismo nivel en materia normativa que otros países en Latinoamérica y el resto del mundo, garantizando el acceso a nuevos mercados.

El sector de los alimentos es particularmente sensible a la necesidad de normas y actualizaciones de las mismas que garanticen la calidad e inocuidad para los consumidores; siendo el Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios, adscrito al Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER), adscrito al Ministerio del Poder Popular de Comercio Nacional, el ente encargado de desarrollar procesos de normalización para generar una normativa técnica actualizada y adecuada a los alimentos que se consumen en el país [2].

Esto respondería a la necesidad de los consumidores que están cada vez más informados sobre los beneficios de la

seguridad alimentaria y demandan productos de alta calidad, razón por la cual es necesario generar confianza en el sistema alimentario nacional.

Por lo anterior expuesto, se requiere una investigación científica rigurosa que explore en profundidad las instituciones y los procesos de normalización en el área de los alimentos, mecanismos por los cuales contribuiría a cumplir con los objetivos de calidad e inocuidad, identificando aquellos factores que puedan afectar su efectividad. El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria.

Evolución de la calidad y seguridad alimentaria

El término calidad es difícil de definir, principalmente porque ha cambiado a lo largo del tiempo. Por lo tanto, cualquier definición que se intente hacer debe tener en cuenta la época en que se creó. El término "excelencia", que se traduce como "lo mejor", es el más antiguo y se remonta a los filósofos griegos. Platón consideraba la excelencia como algo absoluto [12].

La calidad es un concepto complejo que considera la satisfacción de las necesidades del consumidor y puede incluir características de diversa naturaleza como la seguridad alimentaria, las características organolépticas, el trato de las materias primas en los procesos de elaboración o transformación, el origen geográfico, la sostenibilidad, el medio ambiente, el bienestar animal y la comodidad [13].

En la actualidad, la calidad no se refiere a la excelencia, sino a un conjunto de características o atributos específicos de un producto que lo distinguen de sus competidores, independientemente de si se logra una supuesta excelencia desde la perspectiva de los expertos [13].

Por otra parte, cuando se habla de seguridad alimentaria, cobra importancia el consumo de alimentos que no sean dañinos para la salud. Al respecto, la FAO dio un concepto más amplio, definiéndola como "la situación en la que todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y desarrollar una vida saludable" [4].

Actualmente, en un contexto en el que la confianza en la calidad de los alimentos se vuelve cada vez más importante, la normativa en seguridad alimentaria es la base fundamental para proteger la salud de los consumidores y garantizar un suministro de alimentos inocuos a lo largo de toda la cadena alimentaria [14]. Asimismo, la política de fomento de la calidad y la competitividad se basa en la normalización y su objetivo es fortalecer tanto la infraestructura técnica de las empresas como la infraestructura legal del Estado, garantizando que los productos y servicios y las empresas u

organizaciones cumplan con las leyes nacionales y actúen con responsabilidad social para obtener beneficios [15].

El cumplimiento de las regulaciones en la industria alimentaria, podría conducir a un aumento de la calidad de los productos, lo que le permitiría a cada país ser más competitivo, enfrentar los desafíos del comercio actual (doméstico e internacional) y satisfacer las expectativas de los consumidores. Además de fomentar la creatividad, promoviendo la investigación y el desarrollo de métodos más seguros de producción y manejo de alimentos [14,15].

Sistemas de gestión de la calidad en la industria alimentaria

Normativa internacional y nacional que deben cumplirse en las cadenas globales agroalimentarias.

En el comercio internacional, las normas de origen son cruciales porque la mayoría de las veces, cuando se importa un producto, es necesario establecer explícitamente su origen. En un mundo globalizado altamente interdependiente, donde una gran cantidad de países aplican preferencias o restricciones a la importación en función de los patrones de producción y la agregación de valor en el país de origen, definir el origen de un producto puede resultar una tarea complicada [16].

Cuando varias empresas participan en forma fragmentada y en distintos eslabones en cadenas de valor globales, la complejidad de definir el origen es aún mayor, ya que influyen múltiples factores para determinar con precisión el país y su rol en la elaboración de un bien. En términos aduaneros, a pesar de su complejidad, los gobiernos pueden establecer reglas y normas que les ayuden a determinar un solo territorio o país de origen para aplicar un arancel, así como restricciones sanitarias y fitosanitarias, impuestos u otras medidas [16].

Normas de origen

Las normas de origen son medidas no arancelarias que se utilizan para conocer de dónde es originario un producto; sin embargo, el ordenamiento multilateral de estas es relativamente reciente. El origen de los bienes no es fijo y puede cambiar debido a que la economía actual se basa en cadenas de valor globales y producción fragmentada. Por lo tanto, es necesario establecer normas que permitan identificar claramente su origen, especialmente para la asignación y aplicación de medidas de política comercial como las arancelarias [16].

Las normas de origen son cruciales porque indican la "nacionalidad" de las mercancías, lo que ayuda a las autoridades aduaneras a determinar si las mercancías pueden recibir un trato preferencial al ser importadas. El país de origen tiene un impacto significativo en las estadísticas

económicas, como las balanzas comerciales, así como en la aplicación de aranceles y salvaguardias especiales.

Debido a que el término "origen" se refiere a un lugar físico o territorial específico, los conceptos de normas de origen y denominaciones de origen se pueden confundir. No obstante, la aplicación de esos conceptos en la política comercial varía en su alcance [16].

La Organización Mundial del Comercio (OMC)

La OMC es la única entidad a nivel global encargada de supervisar las regulaciones que afectan el comercio internacional, está conformada por 160 países. Estas regulaciones se negocian entre sus miembros y llegan a un consenso comercial. La OMC también tiene la responsabilidad de supervisar la implementación de normativa regulatoria y monitorear las políticas comerciales de sus países miembros. El objetivo general de su sistema es ayudar a que los intercambios comerciales tengan lugar de la forma más fluida, previsible y libre posible, lo cual es esencial para el desarrollo económico y el bienestar [17].

Acuerdos del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) y Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la OMC.

Los acuerdos de MSF y OTC equilibran los derechos de los miembros a establecer reglamentos para lograr objetivos legítimos, como la inocuidad de los alimentos o la protección de los consumidores, y garantizan que esos reglamentos no se conviertan en obstáculos innecesarios o discriminatorios al comercio.

El Acuerdo MSF establece reglas sobre la inocuidad de los alimentos y la salud animal y vegetal. En él se reconoce el derecho de los gobiernos a tomar y hacer cumplir las medidas necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y animales o para preservar los vegetales, se establece un marco de normas destinadas a lograr un equilibrio entre los derechos de los Miembros a adoptar medidas para asegurar la inocuidad de los alimentos y el objetivo de limitar los efectos innecesarios que esas medidas pudieran tener sobre el comercio. Las normas dicen que las medidas deben basarse en hallazgos científicos y aplicarse solo en la medida necesaria para salvaguardar la salud, la vida de las personas y los animales o la preservación de los vegetales, y no discriminar injustamente entre países con condiciones similares (Figura 1).

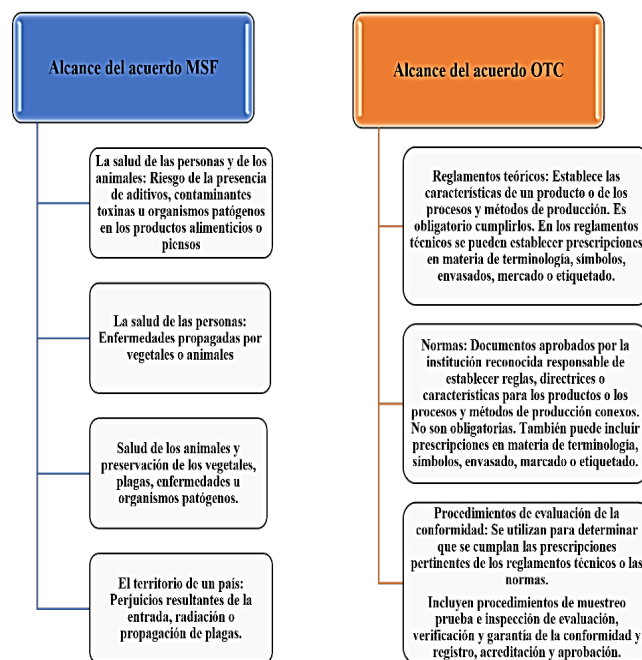


Fig 1. Alcances de los acuerdos MSF y OTC [17].

El acuerdo OTC abarca una variedad más amplia de normas y reglamentos de productos que los gobiernos adoptan para lograr una serie de objetivos de política pública, como proteger la salud y la seguridad de las personas, proteger el medio ambiente, proporcionar información al consumidor y velar por la calidad de los productos (Figura 1).

Es difícil concebir un comercio de alimentos sin reglas. Los consumidores pueden confiar en la inocuidad, calidad y autenticidad de los alimentos gracias a las normas alimentarias. La armonización basada en normas internacionales permite un comercio menos costoso y más inclusivo al reflejar un entendimiento común entre los consumidores, los productores y los gobiernos sobre diversos aspectos de los alimentos. El comercio y las normas alimentarias colaboran para garantizar que los alimentos sean saludables y nutritivos y se produzcan en cantidad suficiente para satisfacer las demandas de una población mundial en constante crecimiento.

La FAO y la OMC colaboran con los gobiernos para establecer un marco que facilite el comercio en función de normas alimentarias internacionalmente acordadas. Los gobiernos crean normas alimentarias globales basadas en

datos científicos a través de la Comisión del Codex Alimentarius, que sirven como base para objetivos de salud pública como la seguridad alimentaria y la nutrición. Los Acuerdos MSF y OTC de la OMC recomiendan encarecidamente a los gobiernos que armonicen sus prescripciones de conformidad con las normas internacionales porque las normas son esenciales para un comercio fluido [17].

La garantía de que todos los grupos sociales tengan acceso a los alimentos es uno de los mayores desafíos de la globalización. En este entorno, la presencia de diversas figuras de calidad, normas y protocolos certificables pueden ser herramientas valiosas para lograr dichos objetivos.

La Organización Internacional de Normalización (ISO)

Es una de las organizaciones internacionales que trabajan en el desarrollo de la normalización. La ISO estableció la familia de estándares ISO 9000 en 1987 y los actualizó en 1994. De esta familia de estándares surgió la más reciente norma certificable ISO 9001 del año 2015. Esta norma tiene que ver con el sistema de gestión de la calidad que aborda problemas que van más allá de la producción, elaboración y distribución del producto, como la política de calidad, el compromiso de la dirección o el enfoque al cliente y la mejora continua [13,18].

Una de las normas más importantes a nivel mundial es la ISO 22000, que se centra en la gestión de la inocuidad de los alimentos proporcionando pautas para abordar los riesgos potenciales en cada etapa de producción "desde la cosecha hasta su conservación", esta norma se destaca principalmente por su enfoque práctico y sus objetivos de proteger los derechos y aumentar la confianza del consumidor [19].

El Codex Alimentarius

El Codex es la institución internacional de normalización alimentaria más importante del mundo. Se basa en el asesoramiento científico actualizado de alta calidad a los diferentes países, a través de un consenso de expertos, de manera transparente e inclusiva. "Codex Alimentarius" es una expresión latina que significa "Código Alimentario"; son normas internacionales creadas por consenso mediante el compromiso de todos los miembros, lo que implica que, si la fabricación de alimentos se basara en estas normas, ayudarían a cumplir con los requisitos impuestos en diferentes países, y la industria mejoraría sus tecnologías, cultura y otros aspectos que conducirían a una mejora de la calidad y seguridad de los productos [20].

El Codex Alimentarius ofrece a todos los países la oportunidad de unirse a la comunidad internacional

para armonizar las normas alimentarias y participar en su aplicación global [21]. En consenso con la OMC establecen un sistema de normas para que los alimentos sean inocuos, de la calidad esperada y puedan comercializarse de forma equitativa. Los principios establecidos en el proceso de normalización tienen como objetivo garantizar que las normas del Codex promuevan el comercio de alimentos y la salud pública [17].

Legislación alimentaria nacional

Es el conjunto de normas generales y particulares que regulan el control de alimentos desde la producción hasta el consumo, que se encuentran en documentos legislativos, reglamentos y normativas [22]. En el ámbito nacional, el artículo 305 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela establece la protección de la seguridad alimentaria para la población, dando legitimidad a los diversos tratados de derechos humanos que la República ha suscrito. Los instrumentos legales existentes establecen medidas específicas para proteger a sectores muy específicos de la población, como los trabajadores y los niños [23].

De acuerdo con los instrumentos internacionales que el Estado venezolano ha reconocido y ratificado, ya sean vinculantes o no, todas las personas tienen derecho a una alimentación adecuada, que busca resolver necesidades. Por lo tanto, es necesario examinar las condiciones y medidas que están siendo utilizadas para garantizar el derecho a la alimentación [24].

El artículo 63 de la Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria: "Para que un alimento sea considerado inocuo y de calidad, debe cumplir con los parámetros físico-químicos y microbiológicos, establecidos en las normas y lineamientos que se dicten al efecto".

En Venezuela, hay controles sanitarios que están vinculados a las leyes, como el trabajo creado por el Instituto Nacional de Higiene, el cual se basa en el Reglamento de los Servicios de Desinfección y Saneamiento, el Reglamento para importación, elaboración y expendio de alimentos y, en especial, el Reglamento General de Alimentos. En su artículo 1, se establece que es responsabilidad del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social conocer y decidir sobre las condiciones de los alimentos. Se debe cumplir plenamente con la regulación de los pequeños y grandes productores de alimentos para prevenir enfermedades, gastos de atención médica, deterioro de la calidad de vida y pérdidas económicas por alimentos contaminados, que incluso pueden causar la muerte [25].

En la Tabla 1, se muestra la evolución de la legislación alimentaria nacional.

TABLA 1
Evolución de la legislación alimentaria nacional.

Año	Evolución de la legislación alimentaria en Venezuela
1909	Creación de la comisión de higiene pública (reglamento de los servicios de saneamiento y desinfección). Decreto No. 10538.
1916	Reglamento o Ley de Sanidad Nacional.
1941	Reglamento General de Alimentos y Bebidas.
1959	Nuevo Reglamento General de Alimentos y Nuevas Resoluciones Especiales.
1961	Resolución sobre normas sanitarias para proyectos, construcciones, reparaciones y reformas de edificios.
1991	Resolución sobre ventas ambulantes.
1995	Normas complementarias del Reglamento General de Alimentos.
1995	Se crea la Dirección de Contraloría Sanitaria, con sus tres direcciones: Drogas y Cosméticos, Higiene de los Alimentos, Regulación de Materiales y Equipos; Establecimientos Profesionales de la Salud.
1996	Normas Complementarias del Reglamento General de Alimentos.
1996	Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento Transporte de Alimentos para el Consumo de Alimentos.
1996	Normas de Buenas Prácticas para el Funcionamiento de Microempresas de Alimentos.
1998	Ley Orgánica de Salud.
2001	Normas de Buenas Prácticas de fabricación, almacenamiento, transporte de envases, empaques y otros artículos destinados a estar en contacto con los alimentos, mayo 2001. N° 38678.
2004	Normas sanitarias para registros y control de productos de aseo, desinfección, mantenimiento y ambientadores de uso doméstico e industrial, gaceta N° 37973, julio 2004.
2007	Normas sobre prácticas para la fabricación, almacenamiento y transporte de envases, empaques y/o artículos destinados a estar en contacto con alimentos. Resolución N° 082 del 4 de mayo de 2007.
2008	Ley Orgánica de Soberanía y Seguridad Agroalimentaria en Venezuela.
2010	Normativa relacionada con la publicidad y su impacto en la alimentación. Ley de INDEPABIS (ante INDECU). Publicación en Gaceta Oficial 39.358.
2014	Ley del Sistema Nacional Integral Agroalimentario. Decreto N° 1405. Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.150
2020	Resolución del Ministerio del Poder Popular para la Salud mediante la cual se regula el etiquetado y consumo de alimentos manufacturados con alto contenido de sodio. Gaceta Oficial N° 41.804, la Resolución N° 01.
2022	Regulación sobre el Etiquetado de Alimentos con Alto Contenido de Azúcar, Grasas Saturadas y Grasas Trans. Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) dictó la Resolución N°137.

Nota: Datos tomados y modificados de Peñalver y Rodríguez (2014) [22], "Legislación alimentaria nacional" y del Ministerio del Poder Popular para la Alimentación (2011) "Marco Legal en la Alimentación". [26]

En Venezuela, el proceso de normalización para la calidad y seguridad alimentaria ha tenido como resultado la generación de normas, que son documentos técnicos de carácter voluntario, elaborados por consenso y aprobados por un organismo oficial [2], y se ejecuta a semejanza de lo establecido por los organismos internacionales como ISO [27, 28].

La normalización en la industria de alimentos ha ayudado a salvaguardar la seguridad alimentaria del país, permitiendo que los alimentos nutritivos e inoocuos circulen entre los consumidores y ayudando técnicamente a los productores y comercializadores mediante la indicación de las especificaciones requeridas para los productos, brindando orientaciones para optimizar los procesos productivos y

creando un lenguaje técnico común para toda la cadena alimentaria, eliminando las barreras existentes [2].

Dirección de normalización en Venezuela

La responsabilidad de la dirección de normalización es elaborar las Normas Venezolanas COVENIN, que faciliten el comercio y satisfagan las necesidades regulatorias y de mercado, con el objetivo de fortalecer el subsistema de normalización, con respaldo en la Ley del Sistema Venezolano de Calidad. Tiene como funciones: Desarrollar y sugerir estrategias para actividades de investigación, análisis y creación de normas que cumplan con la política de calidad del país; supervisar, evaluar y llevar a cabo las actividades del proceso de normalización de acuerdo con el Plan Nacional de Normalización; gestionar la creación de comités

y subcomités técnicos para evaluar, controlar la actividad en los sectores económicos, entre otras [29].

Comités y Subcomités

Los Comités Técnicos de Normalización están compuestos por organizaciones públicas y privadas, comerciantes, consumidores, productores, usuarios y/o estudiantes. Es responsabilidad de ellos revisar, estudiar, actualizar y crear normas técnicas de su competencia, como los proyectos de Normas Venezolanas COVENIN para Venezuela.

Cada Comité está compuesto por varios Subcomités Técnicos que investigan normas según su ramo, utilizando el conocimiento y la experiencia de sus miembros y considerando las referencias regionales e internacionales sobre el tema. Por lo tanto, optimizan el funcionamiento de los Comités para establecer estándares y parámetros de calidad en los procesos de producción comercial de bienes y servicios [29]. En la Figura 2, se muestra el esquema de normalización.

Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios

El Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios está constituido por los siguientes subcomités: SC1 Alimentos para niños, SC2 Aditivos y contaminantes, SC3 Microbiología de los alimentos, SC4 Leche y productos derivados, SC5 Carnes y productos cárnicos, SC6 Frutas, hortalizas y productos derivados, SC7 Pescados, productos marinos y sus derivados, SC8 Alimentos para animales, SC9 Bebidas estimulantes, SC10 Cereales y leguminosas, SC11 Especies y condimentos, SC12 Productos diversos, SC13 Aceites y grasas, SC14 Métodos de ensayo, SC15 Agua potable, SC16 Azúcar y edulcorantes, SC17 Cacao y productos derivados [29,30].

Normalización en seguridad alimentaria en Venezuela

La seguridad alimentaria se refiere a la disponibilidad constante de alimentos saludables y nutritivos para toda la población [4]. Al respecto, el Gobierno de Venezuela pidió al Programa Mundial de Alimentos (WFP) que realizara una evaluación de seguridad alimentaria para evaluar las necesidades y vulnerabilidades de los hogares de Venezuela. Según la evaluación, 2.3 millones de personas en Venezuela sufren de inseguridad alimentaria severa, lo que representa el 7,9 por ciento de la población. Una cantidad adicional del 24,4% (7 millones) se encuentra en inseguridad alimentaria

moderada. Según el enfoque CARI, WFP estima que el 32,3% de las personas en Venezuela se encuentran en situación de inseguridad alimentaria y requieren ayuda. La evaluación muestra que la inseguridad alimentaria es una preocupación a nivel nacional. Incluso en los estados con los índices más bajos de inseguridad alimentaria, incluyendo a Lara (18%), Cojedes (19%) y Mérida (23%), se estima que aproximadamente una de cada cinco personas está en inseguridad alimentaria [31].

Indiscutiblemente, el control de la seguridad de los alimentos es indispensable y requiere leyes, reglamentos y normas sobre su calidad e inocuidad, además de un sistema para su inspección y el seguimiento que garantice el cumplimiento [32]. En este sentido, el ente gubernamental debe dirigir políticas económicas, como priorizar la lucha contra la inflación y los costos de los alimentos en protección de los más vulnerables, aumentando la producción de alimentos y mejorando su distribución [33].

Normalización en calidad e inocuidad alimentaria en Venezuela

La normalización alimentaria ha contribuido en forma considerable a lograr mejoras importantes en la calidad e inocuidad global de los alimentos consumidos en gran cantidad de naciones, sobre todo para los países en desarrollo del mundo entero. Estas normas alimentarias ayudan al comercio internacional de productos alimentarios, pero para que los mismos países cumplan con las medidas que ayudan a garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos, tales normas y códigos se deben considerar como parte de la seguridad alimentaria nacional o local [32].

La normalización en Venezuela brinda ventajas al establecer estándares de calidad e inocuidad para los alimentos que se consumen en el país, así como métodos de ensayo para evaluar dichos estándares. Esto permite identificar y eliminar de la distribución alimentos que no cumplen con los estándares nutricionales o que representan un peligro para la salud de los consumidores [2].

Por su parte, Mercado (2007) [11] señaló que las normas de calidad e inocuidad que son de obligatorio cumplimiento en el país están estableciendo líneas institucionales, tecnológicas y organizacionales uniformadoras en la industria de alimentos, dando a los consumidores acceso a alimentos saludables, nutricionalmente adecuados e ino- cuos.

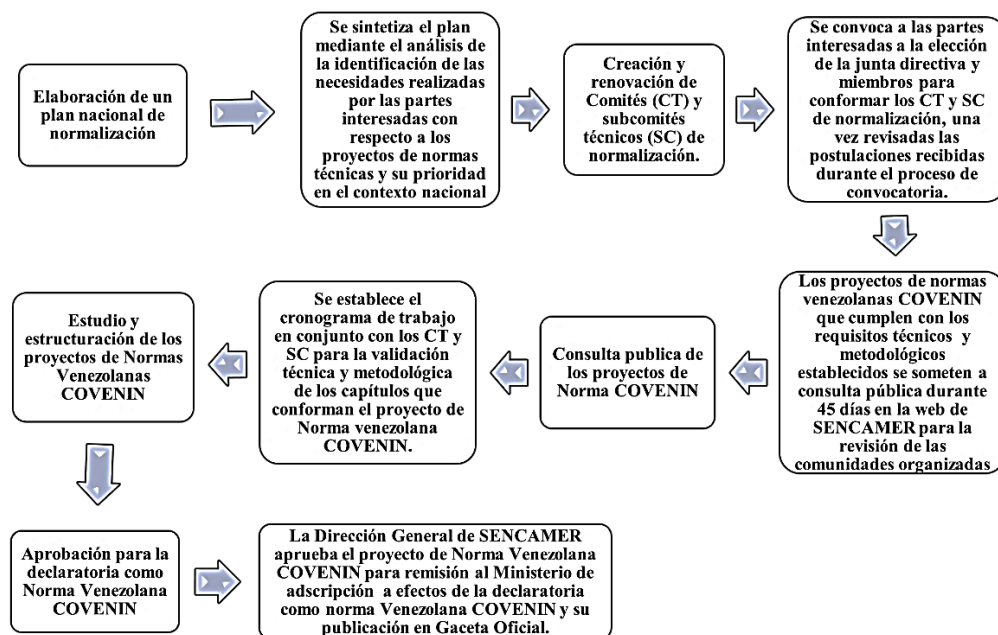


Fig 2. Esquema de normalización (SENCAMER, 2024) [29]

Estrategia nacional de normalización

En Venezuela, la ejecución del Plan de Normalización Nacional comprende cinco fases: 1) Identificación de necesidades normativas; 2) Creación y renovación de Comités y Subcomités Técnicos de Normalización; 3) Estudio y elaboración del proyecto de norma; 4) Consulta Pública; y 5) Publicación en Gaceta Oficial, otorgándole a la norma carácter nacional [29].

Dicho plan de normalización tiene como fundamento la Estrategia Nacional de Normalización (ENN) [27,28], desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2021) [34], la cual contempla las siguientes fases:

Fase 1. Análisis e identificación de prioridades nacionales en lo relativo a economía, comercio, cuestiones sociales o ambientales, frente a condiciones actuales o planes de desarrollo a largo plazo a nivel nacional o sectorial. Este proceso de desarrollo o adopción también tiene en cuenta a los sectores emergentes que se espera que adquieran importancia en el futuro. Esta fase se combina con el involucramiento de partes interesadas ya implicadas en normalización en calidad de usuario de normas o colaboradores para su elaboración, así como con posibles partes interesadas que podrían o deberían estar interesadas en el uso de normas en beneficio de sus actividades.

Fase 2. Identificación de normas específicas necesarias para el desarrollo nacional. Dichas normas pueden ser objeto de adopción nacional, participación en el desarrollo de proyectos de normalización en curso o, de no existir otras

opciones, desarrollo de normas nacionales nativas. Deriva en un plan de normalización con información sobre un plan anual detallado de gestión de proyectos, por ejemplo, con detalles relativos a la gestión de proyectos (tales como plazos, comités técnicos (CT) responsables, fechas iniciales y límite de los proyectos y líderes de los proyectos).

Estas fases contienen un total de 13 pasos, siguiendo un proceso secuencial desde la formación del equipo de trabajo de la estrategia para el desarrollo de la ENN hasta la consulta final del plan, aprobación y publicación oficial de la norma.

En la Tabla 2 se muestran aportes relevantes de algunos investigadores con respecto a la importancia de la normalización para la calidad de los alimentos y la seguridad alimentaria.

En el contexto de un tema tan amplio, es crucial destacar que las normas o estándares se refieren a documentos que contienen especificaciones de calidad, definiciones, métodos de ensayos y otros elementos. Estos son creados y aprobados por consenso entre los diversos actores de la sociedad, lo que permite llevar un proceso lo más transparente posible; varios sectores, incluidos empresas, laboratorios, academias, organismos públicos locales y la población en general, participan en este proceso.

La normalización es la gestión que actúa como soporte fundamental de una política de impulso de la calidad y la libre competencia, para lograr el afianzamiento de la infraestructura técnica de las empresas legalizadas por el Estado. De ahí surge la importancia de la normalización técnica, que brinda ventajas al comercio, previniendo obstáculos y facilitando la cooperación tecnológica internacional [15].

TABLA 2
 Importancia de la normalización para la calidad y seguridad alimentaria

Aporte	Referencia
<p>La normalización en Venezuela tiene como objetivo beneficiar a todos los involucrados en la cadena de producción y comercialización, incluyendo el medio ambiente, la política, las leyes y la economía nacional e internacional, mediante la implementación de normas consensuadas para el bienestar colectivo. Por lo tanto, es imprescindible implementar estándares que aseguren la calidad y es imperativo continuar y mejorar la homologación de criterios para impulsar un sistema de normas y reglamentos técnicos que proyecte al país hacia un progreso y desarrollo sostenido en todas sus áreas. De esta manera, se podrá contar con un sistema de calidad confiable para todos los ciudadanos, tanto en sus productos como en sus servicios, independientemente de si se trata de productos o servicios que la normalización ayuda a la seguridad alimentaria porque permite que los alimentos saludables circulen por todo el país.</p>	[2]
<p>La política de fomento de la calidad y la competitividad se basa en la normalización. El objetivo es fortalecer tanto la infraestructura técnica de las empresas como la infraestructura legal del Estado. Para que una organización alcance la calidad y el éxito, necesita asegurarse de que los productos o servicios que ofrece sean de alta calidad para asegurar la calidad de su empresa; garantizar la calidad de los medios o instrumentos de medición.</p>	[15]
<p>Los estándares mundiales de calidad alimentaria se vuelven cada día más estrictos. Los fabricantes de alimentos invierten en infraestructura y sistemas de calidad para seguir siendo competitivos. Hay diferencias significativas entre diferentes países que dependen de factores locales e internacionales, como también de regulaciones y oportunidades de exportación. Mientras que los estándares GFSI, ISO y HACCP se vuelven más populares en Europa y Estados Unidos, las economías emergentes también siguen las tendencias, aunque en muchos casos la implementación de normas y controles parece ser más problemática.</p>	[35]
<p>Existen dos tipos de normas: normas de producto (especificaciones y criterios para las características de los productos) y estándares de proceso (criterios para la forma en que se fabrican los productos). Las normas de seguridad alimentaria son esencialmente normas de proceso cuyo objetivo es mejorar la seguridad de los productos finales. Los estándares de proceso se pueden dividir aún más en dos categorías: las normas de desempeño establecen requisitos verificables sobre procesos.</p>	[36]
<p>Participar en las actividades de normalización permite a los grupos de interés: Obtener un conocimiento profundo de las normas y, por lo tanto, anticipar las necesidades y tendencias; influir en el contenido de las normas y asegurarse de que se tomen en cuenta sus necesidades específicas; relacionarse con otras partes interesadas, expertos y reguladores a nivel nacional y europeo; contribuir a la creación de normas que mejoren la seguridad, las funciones, la eficiencia y la interoperabilidad de los productos y servicios.</p>	[37]
<p>Garantizar la seguridad y calidad de los alimentos es esencial para proteger la salud de los consumidores, aunque hay algunos desafíos a tomar en cuenta que se pueden superar con educación, cumplimiento de estándares nacionales e internacionales y aplicación de nuevas tecnologías que hacen posible que los productos sean seguros, nutritivos y de alta calidad.</p>	[38]
<p>La implementación de estándares, directrices y códigos de prácticas a lo largo de la cadena de suministro de alimentos garantiza que los alimentos sean seguros y nutritivos cuando lleguen al consumidor, contribuyendo a la confianza del consumidor en los productos. Los gobiernos, productores, procesadores y minoristas desempeñan un papel importante para garantizar que se cumplan las normas alimentarias.</p>	[39]

De acuerdo a lo aportado por Herrera-Vásquez (2007) [15], la normalización permite obtener productos y servicios con altos estándares de calidad, lo que beneficia a la sociedad y la economía del país, al tratarse de un proceso globalizado que requiere que cada nación implemente para cumplir con las exigencias del mercado internacional. La importancia de su aplicación radica en ubicar al país en los primeros lugares, ofreciendo productos que puedan competir en el mercado. Por lo tanto, la normalización es el medio perfecto para lograr la competitividad a nivel nacional e internacional. No obstante, es importante señalar que, para garantizar la seguridad alimentaria en el mundo, es necesario minimizar las restricciones al comercio de alimentos, así como también promover el multilateralismo.

Según la FAO y OMS (2023) [39], la implementación de normas a lo largo de la cadena de suministro de alimentos garantiza que los mismos sean seguros y nutritivos, incrementando la confianza del consumidor. Una empresa de alimentos puede diversificar la competitividad en los mercados si cumple con los cánones de calidad establecidos. La FAO, la OMS y varias entidades gubernamentales están implementando normativas más estrictas para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos en el mercado global, lo que ha ayudado a reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por los alimentos, mejorando la salud pública; la industria alimentaria en Venezuela no escapa de la obligatoriedad de cumplir con estándares de calidad que garanticen que sus productos sean competitivos nacional e internacionalmente.

La normalización en Venezuela brinda ventajas al establecer estándares de calidad e inocuidad para los alimentos que se consumen en el país, así como métodos de ensayo para evaluar dichos estándares. Esto permite identificar y eliminar de la distribución alimentos que no cumplen con los estándares nutricionales o que representan un peligro para la salud de los consumidores. Esto representa un progreso que augura un futuro prometedor. Actualmente, el subsistema de normalización está creando, revisando y actualizando normas técnicas para varios sectores del país con el fin de mejorar la calidad de los productos y servicios, proteger el medio ambiente y facilitar el comercio nacional e internacional [2].

De acuerdo a lo referido por Toro y Rumbo (2023) [2], se infiere que la actualización de las normas ha beneficiado a varios sectores, incluyendo el del café y el cacao, que actualmente están aumentando sus esfuerzos para internacionalizarse, lo que tiene un impacto significativo en la economía del país. De manera similar, existen otros sectores que se benefician de la modernización de las normas ya existentes o la creación de normas nuevas, lo que permite

a la población venezolana obtener productos y servicios de alta calidad.

Por otra parte, es importante destacar que la normalización reduce el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos, lo que protege la salud de los consumidores; garantiza que los productos alimenticios tengan una calidad y seguridad constante; mejora la eficiencia en la gestión de la seguridad alimentaria; es esencial para el comercio global de productos alimenticios e implica la capacitación y educación para productores y empleados, garantizando que todos los involucrados en el proceso de gestión de la seguridad alimentaria entiendan su importancia. La normalización mejora la eficiencia, permite el comercio internacional y protege al consumidor al mantener una calidad y seguridad constantes en los productos alimenticios. Además, permite a los productores tener menos pérdidas en sus procesos y evita el rechazo de productos en mercados internacionales, aumentando la disponibilidad de alimentos para beneficio de los consumidores.

CONCLUSIONES

Son múltiples los beneficios que aporta la normalización en los distintos sectores productivos y de servicios en general, y específicamente en el sector de producción de alimentos. Asimismo, es indiscutible la importancia y la necesidad de la actualización de normativas nacionales, tomando en cuenta los referentes internacionales para garantizar alimentos de calidad, inocuos y seguros a nivel nacional e internacional.

En un mundo globalizado, la competencia en el ámbito de la normalización es común y tener unas normas adaptadas a la realidad actual crea un colchón de oportunidades para la exportación de muchos productos, mejorando así la economía del país y aumentando las oportunidades de bienestar para la población a corto o mediano plazo. Además, los productores en el área tendrían menores pérdidas en su producción y, por ende, aumentaría la disponibilidad de productos alimenticios en el país, contribuyendo con la seguridad alimentaria.

Es importante resaltar a los miembros de la sociedad civil que contribuyen con sus habilidades y tiempo para desarrollar, transformar y mejorar las normas que fortalecen los sistemas de gestión de calidad en Venezuela, con el objetivo de construir un futuro próspero para todos los venezolanos. Además, es crucial reconocer al Organismo de Normalización Nacional y sus funcionarios que trabajan arduamente para lograr los objetivos propuestos, que son mejorar los procesos de calidad del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo reconocen y agradecen al Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad. Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER) y al profesor Fidel Santos León por su aporte en la revisión de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización Internacional de Normalización. ISO/IEC Guide 2:2004(en). Standardization and related activities general vocabulary. [Página Web] 2024 [acceso: 11 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso?c=039976>
- [2] Toro H I de J, Rumbo E. Beneficios de la normalización en Venezuela con enfoque en la seguridad alimentaria. In Situ. 2023; 6(6): 333-340.
- [3] De Castro PC, Gadea E, Sánchez MA. Estandarizadores. La nueva burocracia privada que controla la calidad y la seguridad alimentaria en las cadenas globales agrícola. RES. 2020; 30(1): 1-21. doi:10.22325/fes/res.2021.16.
- [4] Salazar L, Gonzalo M. Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. 2019. doi: 10.18235/0001784.
- [5] Arispe I, Tapia MS. Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. Agroalim. 2007; 12(24): 105-118.
- [6] Prieto M, Mouwen JM, López PS, Cerdeño SA. Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. Interciencia. 2008; 33(4): 258-264.
- [7] Global Food Safety Initiative (GFSI). Una cultura de inocuidad alimentaria. Documento Expositivo De La Iniciativa Global De Inocuidad Alimentaria (GFSI). [Archivo PDF]. Disponible en: <https://mygfsi.com/wp-content/uploads/2019/09/GFSI-Food-Safety-Culture-Full-Paper-SP.pdf>.
- [8] Morón C. Importancia del Codex Alimentarius en la seguridad alimentaria y el comercio de alimentos. RESPYN. 2001; 2(3): 1-5.
- [9] CSA consultores. Las normas internacionales de seguridad alimentaria: IFS, BRC e ISO 22000:2018. [Página Web] 2018 [acceso: 5 de julio de 2024]. Disponible en: <https://csaconsultores.com/las-normas-internacionales-seguridad-alimentaria-ifs-brc-eiso220002018>
- [10] Manteca VV. La normalización de la calidad alimentaria y su regulación. [Memoria Jornadas sobre evaluación de gestión de la calidad]. Configuración del sistema regulador de la calidad agroalimentaria en España. Madrid. [Página Web] 2005 [acceso: 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://ws168.juntadeandalucia.es/revistaselectronicas/raap/article/view/421/420>.
- [11] Mercado CE. Los ámbitos normativos, la gestión de la calidad y la inocuidad alimentaria: una visión integral. Agroalim. 2007; 12(24): 1-19.
- [12] Vázquez PC, Labarca N. Calidad y estandarización como estrategias competitivas en el sector agroalimentario. RVG. 2012; 17(60): 695-708. doi: 10.37960/revista.v17i60.10939.
- [13] Caracuel-García A. Figuras, normas y protocolos de calidad como herramienta de mejora de la seguridad alimentaria. RACVAO. 2004; 17: 229-245.
- [14] Calzadilla C. Importancia de la normativa en Seguridad Alimentaria [Página Web] 2024 [acceso: 01 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.mundoposgrado.com/normativa-en-seguridad-alimentaria/>
- [15] Herrera-Vásquez E L. La normalización: Elemento clave para alcanzar la calidad y enfrentar los retos del comercio actual. Rev Ing Ind. 2007; 25: 87-97.
- [16] Villegas N, Campos A, Monge N, Arias J, French J. Las normas de origen en el comercio agroalimentario. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. [Archivo PDF]. normativa internacional 2017.pdf.
- [17] Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) y Organización Mundial de Comercio (OMC) Comercio y Normas Alimentarias. [Página Web] 2018 [acceso: 5 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/tradefoodfa017_s.pdf
- [18] Organización Internacional de Normalización. ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad. [Página Web] 2024 [acceso: 2 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- [19] Fernández R. ¿Cuáles son las normas ISO de seguridad alimentaria? Labsom cleanroom solutions. [Página Web] 2024 [acceso: 02 de julio de 2024]. Disponible en: <https://labsom.es/blog/cuales-son-las-normas-iso-para-alimentos/>
- [20] Murenzi R. Interview with the director general: Food Standards are the Basis to Promoting Food Quality and Safety. RSJ. 2022; 22: 6-8.
- [21] Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MINCIT) (30 de mayo 2024). Códex Alimentarius. [Página Web] 2024 [acceso: 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/minindustria/estrategia-transversal/regulacion/codex-alimentarius>.
- [22] Peñalver C, Rodríguez J. Legislación Alimentaria

- Nacional. Universidad Central de Venezuela. [Archivo PDF]. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/22158/1/Tema%2014.%20Legislación%20alimentaria%20nacional.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/22158/1/Tema%202014.%20Legislación%20alimentaria%20nacional.pdf).
- [23] Landaeta-Jiménez M, Aliaga C, Sifontes Y, Herrera M, Candel Y, Delgado BY, Díaz-Polanco J, Angarita C, Quintero Y, Bastardo G, Herrera H, Hernández R, Bernal J, Montilva M, Martínez N. El Derecho a la Alimentación en Venezuela. *An Venez Nutr.* 2012; 25(2): 73-84.
- [24] Delgado BA, Herrera CM. El derecho a la alimentación en Venezuela bajo el enfoque de derechos. *Cuad del Cendes.* 2019; 36(100): 57-80.
- [25] Colectivo Docente. Nutriendo conciencias en las escuelas. [Página Web] 2013 [acceso: 30 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://colectivodocenteinn.wordpress.com>
- [26] Ministerio del Poder Popular para la Alimentación. Marco Legal en la alimentación. Colección nutriendo conciencias en la escuela para el buen vivir. [Página Web] 2011 [acceso: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/7.%20Marco%20Legal%20en%20Alimentación.pdf>.
- [27] Briceño A. Establecer e implementar un sistema de gestión de la calidad en la división de apoyo aéreo de la empresa Commerce Services C A. [Tesis de Especialización], Caracas. Universidad Católica Andrés Bello. 2003.
- [28] Gotera y Guevara, CA. Fondonorma y la normalización en Venezuela. GESECA. Gestión de riesgos, seguridad, calidad y ambiente. [Página Web] 2015 [acceso: 30 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://ysraelgotera.blogspot.com/2015/08/fondonorma-y-normalizacion-envenezuela.html>.
- [29] Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). [Página Web] 2024 [acceso: 30 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.sencamer.gob.ve/?page_id=2219.
- [30] Ministerio del Poder Popular de Comercio Nacional (MiPPCoN). (21 de septiembre, 2022). [Página Web] 2022 [acceso: 30 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://mincomercional.gob.ve/?p=12277>.
- [31] Programa Mundial de Alimentos. Venezuela - Evaluación de seguridad alimentaria. [Archivo PDF]. [Página Web] 2020 [acceso: 30 de mayo de 2024]. Disponible en: file:///C:/Users/Dell/Downloads/WFP_VEN_FSA_Main%20Findings_2020_espanol_finalpdf
- [32] Latham MC. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Capítulo 34: Mejoramiento de la calidad y seguridad de los alimentos. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29. [Página Web] 2002 [acceso: 30 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/w0073s/w0073s12.htm>.
- [33] Georgieva K, Sosa S, Rother B. La crisis alimentaria mundial exige medidas de apoyo para las personas, el libre comercio y el aumento de las cosechas locales. [Página Web] 2022 [acceso: 30 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2022/09/30/global-food-crisis-demands-support-for-people-open-trade-bigger-local-harvests>
- [34] Organización Internacional de Normalización ISO. Estrategias nacionales de normalización 2020/Parte II. [Archivo PDF]. [Página Web] 2021 [acceso: 15 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/sp/PUB100450_es.pdf
- [35] Kotsanopoulos KV, Arvanitoyannis IS. The Role of Auditing, Food Safety, and Food Quality Standards in the Food Industry: A Review. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2017; 16(5): 760-775. doi: 10.1111/1541-4337.12293
- [36] Raajeswari P A, Pragatheeswari R. Role of standardisation in food safety and certification important 2019. [Archivo PDF]. [Página Web] 2024 [acceso: 30 de noviembre de 2024]. Disponible en: https://fssai.gov.in/upload/media/FSSAI_news_Role_FN_B_29_05_2019.pdf.
- [37] La Asociación Española de Normalización (UNE). Apoyo de la Normalización a un sector agroalimentario sostenible y digital. Informes de Normalización 2022. [Archivo PDF].
- [38] Chen, Z. Food Safety and Quality: Importance, Challenges, and Solutions. *J Food Microbiol Saf Hyg.* 2023; 8(3): 211. DOI: 10.35248/2476-2059.23.8.211.
- [39] FAO y OMS. A guide to World Food Safety Day 2023: food standards save lives. [Página Web] 2023 [acceso: 06 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/campaigns/world-food-safety-day/2023#:~:text=A%20guide%20to%20world%20Food,%2C%20agricultural%20production%2C>.

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. Miembro de la segunda cohorte del Diplomado en Normalización del Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). Caracas, 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. Miembro de la segunda cohorte del Diplomado en Normalización del Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). Caracas, Venezuela. Correo electrónico: tomas.visbal@ula.ve. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0003-1644-2228>

Araujo Linda: Farmacéutico, Abogado, MSc en Química de Medicamentos, Analista del Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Cándida G. Díaz R”. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Miembro de la segunda cohorte del Diplomado en Normalización del Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). Caracas, Venezuela. Correo electrónico: laraujocastellanos23@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0000-6884-6158>

Arenas Zoilo: Técnico Mecánico, Supervisor de Operaciones de Shell de Venezuela, CA Maraven, SA, Filial de PDVSA. Miembro de la segunda cohorte del Diplomado en Normalización del Centro de Estudios para la Infraestructura de la Calidad Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). Caracas, Venezuela. Correo electrónico: azoiloluis52@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0002-0449-1073>

Artículo original

Los carbohidratos. La gasolina de los organismos

Carbohydrates. The organism's gasoline

Morales Méndez Antonio

Grupo Biomoléculas Orgánicas. Instituto de Investigaciones Alfredo Usubillaga del Hierro. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida CP 5101, Venezuela

Recibido: 09 de septiembre de 2024 –Aceptado: 25 de enero de 2025

RESUMEN

Los carbohidratos son productos primarios biosintetizados por los organismos vivos y se encuentran en forma abundante en la naturaleza. Están formados primordialmente por carbono, hidrogeno y oxígeno cumpliendo con la fórmula $(CH_2O)_n$. Se clasifican en monosacáridos, disacáridos, oligosáridos, y polisacáridos. Forman parte de la estructura de los organismos y son fuente rápida de energía, la cual, se almacena como almidón. Contribuyen con más de la mitad de las calorías necesarias para una buena alimentación. Sus derivados son utilizados comúnmente en la industria alimenticia formando parte de una variedad de productos.

PALABRAS CLAVE

Carbohidratos, sacáridos, energía, almacenamiento, nutrición, utilidad.

ABSTRACT

Carbohydrates are primary products biosynthesized by living organisms. They are the most abundant products in nature. Composed primarily of carbon, hydrogen and oxygen according to the formula $(CH_2O)_n$, are classified in monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and polysaccharides. They form part of the structure of organisms and are a rapid source of energy, which is stored as starch. Contribute with more than half of the calories needed for a healthy diet. Their derivatives are commonly used in the food industry as part of a variety of products.

KEY WORDS

Carbohydrates, saccharides, energy, store, food, usefulness.

INTRODUCCIÓN

Los carbohidratos son metabolitos primarios, al igual que las proteínas y los lípidos. Son biosintetizados por organismos vivos, y están constituidos principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque en algunos casos participen también el azufre, el nitrógeno y el fósforo. Cuando se descubrieron, en los albores de la Química Orgánica a finales del siglo XIX, se les denominaron hidratos de carbono, al considerar que eran moléculas formadas por átomos de carbonos hidratados, manteniendo la relación de un átomo de carbono por molécula de agua según la fórmula $(CH_2O)_n$ [1]. Posteriormente, fue aceptada la denominación de carbohidratos al comprobarse que los enlaces que unían, el hidrogeno y el oxígeno al carbono eran covalentes, de por sí difíciles de romper, y por ello acumuladores de energía que liberan al oxidarse. También se conocen como glúcidos, azúcares, sacáridos y harinas, de acuerdo al aglomerado profesional que los manejen. Su principal función es como reserva nutricional y además desempeñan un rol importante en la estructura de los organismos del que forman parte. Son, sin duda, los compuestos más abundantes en la naturaleza.

Clasificación

De acuerdo a su complejidad y número de carbonos, se clasifican en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Monosacáridos

Corresponden a la fórmula molecular $(CH_2O)_n$ con esqueleto lineal de carbono, poseen un grupo carbonilo $(C=O)$ y grupos hidroxilos (OH) en los carbonos restantes [2]. Por convención, los carbonos se enumeran empezando por el más cercano al carbonilo, por lo que, si este se halla en el carbono número 1, corresponde a un aldehído $H(C=O)$, en ese caso es considerado como una aldosa; de estar en el segundo carbono, sería una cetosa (grupo ceto $C=O$). Un monosacárido de cadena abierta puedes ser: tri, tetra, penta, hexa, hepta, entre otros, dependiendo del largo de la cadena,

con los sufijos aldosas, para los aldehídos y ulosas para las cetosas. Los monosacáridos más sencillos son los tri-, el gliceraldehído y la glicerona (dihidroxi acetona). El gliceraldehído tiene un carbono quiral, pues el C2 se encuentra sustituido por radicales diferentes, convertido en estereocentro, que origina dos estereoisómeros, conocidos como enantiómeros, moléculas que son imágenes especulares entre sí que no pueden superponerse. El otro trisacárido, la glicerona, no posee carbono quiral, por lo tanto, no tiene enantiómero.

Las tetra-aldosas, tienen dos carbonos quirales, dando lugar a 4 estereoisómeros, las penta-aldosas dan lugar a ocho y las hexo-aldosas 16, al tener 3 y 4 carbonos quirales respectivamente, lo que se puede resumir en la fórmula 2, para calcular el número de estereoisómeros de cualquier fórmula química que tenga n centros quirales. Las cetosas correspondientes darían lugar a menos estereoisómeros ya que tienen un estereocentro menos. Muchos de los estereoisómeros se conocen por ser sintetizados, pero la mayoría no se han aislados de fuentes naturales. Estas síntesis llevaron a la conclusión de la imposibilidad de obtener monosacáridos con más de ocho carbonos, por inestables. Con la formulación de Fisher de cadena de carbonos lineales para los monosacáridos, el estereoisómero del gliceraldehído con el grupo hidroxilo (OH) a la derecha gira la luz polarizada a la derecha, mientras que el otro estereoisómero, con el grupo hidroxilo a la izquierda lo hace a la izquierda, lo que hacen que se identifiquen como D-gliceraldehído y L-gliceraldehído, respectivamente. En el caso del resto de los monosacáridos se conviene que aquel que tenga el grupo hidroxilo a la derecha en el carbono más alejado del carbonilo sea considerado el estereoisómero D y el que lo tenga a la izquierda el L. La notación D o L denota solo a la familia a la que pertenece el compuesto, pero no necesariamente el sentido de la rotación a la que la sustancia imprime a la luz polarizada. De por sí la cetohexosa D-fructosa es muy levógira, por lo que también se le conoce como levulosa, en cambio la glucosa dextrógira, se conoce además como dextrosa. Estos detalles tienen importancia biológica, ya que prácticamente los organismos vivos solo utilizan y sintetizan compuestos de la serie D y son excepcionales los de la serie L, solo presentes en estructuras celulares o en humores líquidos del ser humano. Por su naturaleza, las aldosas al ser aldehídos, son reductoras, particularmente en medio alcalino. Las cetosas, al contrario de las cetonas simples, en el mismo medio, también son reductoras, ya que por enolización se pueden convertir en aldosas. Esta capacidad reductora es muy utilizada para la identificación en los análisis rutinarios de laboratorio [3].

Estructuras cíclicas de los monosacáridos

Los monosacáridos con cinco o más carbonos, así como las aldotetrosas, suelen presentarse en forma cíclica [4], formando anillos cuando se encuentran en solución acuosa. Para ello el carbono carbonílico forma un enlace covalente con un hidroxilo establecido en la misma cadena de carbonos, dando lugar a un enlace hemiacetalico si el cierre es con el carbono de un grupo aldehído o a un enlace hemicetalico si es con el carbono de una cetona. En la formación de estos enlaces surge un nuevo carbono quiral, que se conoce como anomérico, que da lugar a dos nuevos estereoisómeros que, de acuerdo a los tipos de fórmulas, si están arriba, a la izquierda, abajo o a la derecha, se les conoce como α o β , de acuerdo a las estructuras lineales de Fisher o cíclicas de Haworth. A estos compuestos se les identifica como isómeros enantiómeros anomeros.

Las estructuras pueden ser piranosas o furanosas, por formar anillos del tipo pirano o furano, donde los sustituyentes pueden estar arriba o abajo del plano. Además, las estructuras pueden presentarse en forma de silla hexagonal [4], donde todos los sustituyentes se presentan como axiales o ecuatoriales, entre ellos los hidroxilos α o β unidos al carbono anomérico. Las estructuras más estables son las de piranosa, menos tensionadas, que para el caso de la glucosa sería el anomero β -glucosa, con los radicales hidroxilos más alejados entre sí.

Derivados de los monosacáridos

Desoxiazúcares. Son aquellos en los que uno de los hidroxilos es sustituido por hidrógeno. Entre estos destaca la 2-Desoxirribosa, que forma parte de la estructura del ADN.

Aminoazúcares. En los que un hidroxilo es sustituido por un grupo amino, generalmente en el carbono 2. Se presenta como acetilado, e.j. *N*-Acetilglucosamina.

Alditoles. Son alcoholes de cadena abierta, por reducción del grupo ceto o aldehído. Son importantes el glicerol y el sorbitol.

Disacáridos

Los disacáridos son carbohidratos compuestos de dos moléculas de monosacáridos, que por hidrólisis dan lugar a las 2 moléculas de monosacáridos libres. Se unen por un enlace covalente glucosídico, mediante la pérdida de un hidrógeno de los hidroxilos de uno de los monosacáridos y de un grupo hidroxilo del otro para provocar la pérdida de una molécula de H_2O , de tal forma que la fórmula molecular de un disacárido no modificado es $C_{12}H_{22}O_{11}$. Son sólidos cristalinos, solubles en agua, poco solubles en alcohol e insolubles en los solventes no polares, dulces y ópticamente activos.

Breve descripción de los disacáridos más comunes

Sacarosa. Es el disacárido más abundante en la naturaleza, está compuesto por una molécula de glucosa y otra de fructosa, cuyo nombre sistemático es *O*- α -D-glucopiranosil-(1 \rightarrow 2)- β -D-fructofuranósido, lo que indica que, la unión de ambas moléculas es entre el carbono anomérico (C1) de la α -D-glucosa y el carbono anomérico (C2) de la β -D-fructosa dando lugar a la sacarosa (fig. 1), perdiendo una molécula de agua en la formación de dicho enlace. El sufijo -ósido indica que los hidroxilos del carbono anomérico participan en el enlace glicosídico, por lo que le hace perder el poder reductor de los dos monosacáridos que constituyen la sacarosa. Se obtiene principalmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L., Poaceae) y de la remolacha (*Beta vulgaris* L., Amaranthaceae).

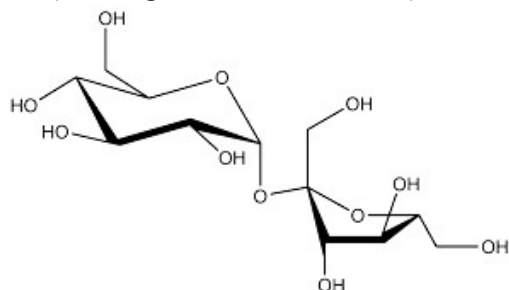


Figura 1. Estructura de la sacarosa

Lactosa. Es el disacárido presente en la leche de los mamíferos (hembras), está formado por una molécula de β -D-galactosa y una de β -D-glucosa. El nombre sistemático es *O*- β -D-galactopiranosil-(1 \rightarrow 4)-D-glucopiranososa (fig. 2). Este disacárido es considerado del tipo reductor ya que el carbono anomérico (C1) de la β -D-glucosa queda libre. Las personas con deficiencia en la formación de la enzima lactasa, encargada de romper el enlace entre la galactosa y la glucosa, son intolerantes a la lactosa por lo que no pueden consumir leche.

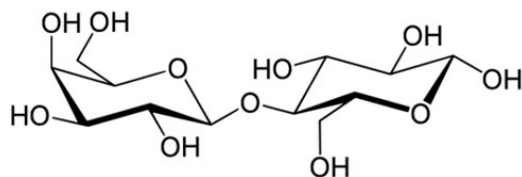


Figura 2. Estructura de la lactosa

Maltosa. Es conocida popularmente como el azúcar de la malta, ya que se encuentra en las semillas de la cebada, que se utiliza en la fabricación de la cerveza. Se obtiene también de la hidrólisis del almidón. Está formada por dos moléculas de glucosa unidas por un enlace α (1 \rightarrow 4), quedando uno de los carbonos anoméricos libre, por lo que es un azúcar del tipo reductor. Su nombre químico es *O*- α -D-glucopiranosil-

(1 \rightarrow 4)- α -D-glucopiranososa (fig. 3) [5].

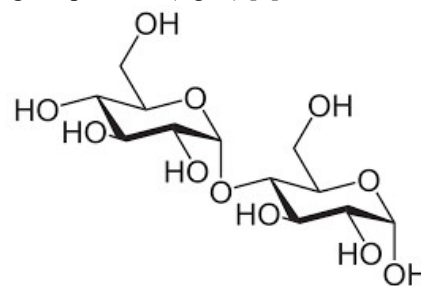


Figura 3. Estructura de la maltosa

Celobiosa. Formado por dos moléculas de glucosa unidas por un enlace β (1 \rightarrow 4), que se obtiene por hidrólisis de la celulosa. Su nombre sistemático es β -D-glucopiranosil-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucopiranososa (fig. 4). La celobiosa presenta poder reductor.

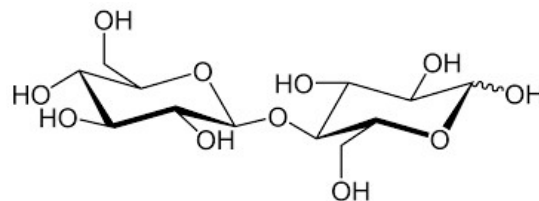


Figura 4. Estructura de la celobiosa

Oligosacáridos

Son carbohidratos formados por la unión de 3 a 10 monosacáridos. Desempeñan funciones biológicas esenciales para el organismo, tales como el reconocimiento celular y la modulación del sistema inmunológico. Se consideran importantes prebióticos, ya que alimentan a las bacterias beneficiosas del intestino, fortaleciendo la microbiota y el sistema inmune, y se encuentran en alimentos como las frutas, verduras y legumbres. Los oligosacáridos se encuentran normalmente unidos a las proteínas formando las glucoproteínas [6].

Polisacáridos

Los polisacáridos son carbohidratos complejos formados por un gran número de monosacáridos (más de 10 unidades), los cuales se unen entre sí mediante enlaces glicosídicos. Cumplen una función muy importante en los organismos vivos en la formación de estructuras orgánicas relacionadas con la reserva de energía, la formación de elementos estructurales y almacenamiento nutricional. Entre los polisacáridos más comunes se tienen el almidón y el glucógeno (reserva energética), la celulosa (soporte vegetal) y la quitina (exoesqueletos de artrópodos). Se diferencian de los lípidos y proteínas, porque las estructuras largas lineales se pueden ramificar por medio de enlaces glicosídicos con

los hidroxilos de los monosacáridos. No obstante, la mayoría son lineales y las ramificaciones son bien definidas [7]. Los polisacáridos se clasifican en homopolisacáridos y heteropolisacáridos.

Homopolisacáridos: Formados por un mismo tipo de monómero, como son los glucanos, los cuales están formados exclusivamente por unidades de glucosa o los galactanos formados por unidades de galactosa. Los más conocidos son el almidón (glucano) y el agar agar (galactano) [8].

Almidón. Es un polisacárido que se deposita en los vegetales en forma de orgánulos conocidos como amiloplastos. Es el principal carbohidrato de la alimentación humana y se encuentra abundantemente en el pan, los cereales, el maíz, papas, yuca, frutas, arroz, ciertas legumbres, y productos lácteos, tales como la leche y los yogurts.

El almidón está compuesto de dos tipos de glucanos, amilosa y amilopectina, uno de estos es lineal y el otro ramificado, en una relación 1/5, que puede variar de acuerdo al origen vegetal. Estas moléculas pueden ser degradadas por medio de las enzimas amilasa y glucosidasa, presentes en la saliva y el jugo pancreático.

La amilosa está compuesta por entre 1000 y 5000 unidades de glucosa, con masas moleculares que van desde 160.000 a 800.000 unidades atómicas. Los enlaces glucosídicos son α (1 \rightarrow 4) en cadenas largas que se disponen en forma helicoidal alrededor de un eje central. Los hidroxilos se encuentran orientados hacia el exterior de la hélice, lo que convierte el interior en un ambiente hidrófobo. En el agua, las moléculas de amilosa tienden a asociarse, convirtiéndola en insoluble lo que causa su precipitación, por tal motivo no forman soluciones acuosas estables. El diámetro interno de la hélice de la amilosa permite que se incruste el yodo y forme un complejo yodo-amilosa de color azul, la llamada prueba del yodo, que desaparece al calentarse debido a que el complejo se dispersa.

La amilopectina, tiene mayor peso molecular que la amilosa, de hasta 100 millones de unidades atómicas de masa, lo que implica la polimerización de más de 600 mil unidades de glucosa. La estructura química es similar a la de la amilosa, formada por ramificaciones de cadenas lineales de 24 a 26 moléculas de glucosa unidas por enlaces α (1 \rightarrow 4), y a su vez incorporadas a la cadena principal por enlaces glucosídicos α (1 \rightarrow 6). Generalmente se insertan en la cadena principal espaciadas por 10 moléculas de glucosa. Los grupos hidroxilo de la macromolécula atraen agua y forman un gel, conocido popularmente como engrudo de almidón. Las diferencias estructurales entre la amilosa y la amilopectina hacen que el color del complejo con el yodo sea

diferente, ya que con la última es violeta.

Glucógeno. Estructuralmente es similar a la amilopectina, pero presenta más ramificaciones sobre la cadena principal en tramos más cortos, entre 8 a 12 unidades de glucosa enlazadas mediante uniones α (1 \rightarrow 4) y α (1 \rightarrow 6), alcanzando un peso molecular de millones de unidades de masa atómica. Al ser la estructura del glucógeno muy compacta, no puede formar geles, pues no tiene espacio para retener el agua, lo contrario de lo que ocurre con la amilopectina, por lo que las soluciones acuosas del glucógeno son opalescentes y dan color rojo-caoba con el yodo. No tiene carácter reductor y se encuentra en forma abundante en el hígado y los músculos.

Funciones estructurales de los homopolisacáridos

Celulosa. Está formada por más de 10.000 unidades lineales de glucosa unidas mediante enlaces β (1 \rightarrow 4), lo que la diferencia de la amilosa que une a las unidades de glucosa mediante enlaces glucosídicos α (1 \rightarrow 4). Esta diferencia permite formar grandes cadenas lineales unidas paralelamente ya que pueden girar y enlazarse levemente mediante puentes de hidrógeno. Los enlaces α (1 \rightarrow 4) de la amilopectina solo permiten la conformación helicoidal. Haces de hebras de celulosas se unen paralelamente mediante puentes de hidrógeno formando microfibrillas de gran resistencia. Los jugos digestivos de los humanos no poseen enzimas que puedan hidrolizar los enlaces β (1 \rightarrow 4), por lo que no se utiliza la celulosa como nutriente en los humanos [9].

Quitina. La quitina es un homopolisacárido formado por moléculas de *N*-Acetilglucosamina unidas por enlaces β (1 \rightarrow 4), se dispone en forma laminar de manera similar a la celulosa y no es digerible por los vertebrados. La quitina forma parte de los exoesqueletos de los artrópodos (incluyendo insectos, arácnidos y crustáceos) y también de la pared celular de los hongos [10]. A nivel industrial la quitina se obtiene a partir de los crustáceos, especialmente de los mariscos, que generan residuos difíciles de destruir por su lenta descomposición.

Quitosano. Biopolímero natural que se encuentra en las paredes celulares de ciertas plantas y hongos, formado por una mezcla de *N*-acetilglucosamina y glucosamina. Tanto la quitina como el quitosano se utilizan para generar productos para el cuidado del cabello y la piel, por sus propiedades humectantes.

Calosa. Polímero compuesto de moléculas de glucosa unidas por enlaces β (1 \rightarrow 4), que se producen en los callos promovidos por daños mecánicos en las plantas.

Laminaria. Se encuentran en las algas pardas y están formadas por mezclas de glucanos con uniones glucosídicas β (1 \rightarrow 4), y β (1 \rightarrow 6), en proporción de 3/1.

Heteropolisacáridos: Son conocidos como hemicelulosas y están formados por mezclas de monosacáridos de diferentes estructuras. Se encuentran de forma abundante en la naturaleza. Entre los heteropolisacáridos más comunes se tienen:

Xilanos. Grupo de hemicelulosas hallados en las paredes celulares de algunas plantas y algas marinas. Están formados por moléculas de xilosa, glucosa y ácido glucurónico, unidos por enlaces glucosídicos.

Galactomananos. Son polisacáridos constituidos por una cadena principal de unidades de manosa y ramificaciones de galactosa. Entre los galactomananos más comunes se tienen la goma tragacanto, goma arábiga, agar agar, tara y garrofin, utilizados para aumentar la viscosidad en los alimentos.

Funciones De Los Carbohidratos

Los carbohidratos presentan una variedad de funciones, entre las que destacan:

Producción de energía

La principal función de los carbohidratos es suministrar energía a las células de los organismos. Muchas prefieren a la glucosa, un monosacárido, como fuente de energía frente a las grasas, ya que la aporta rápidamente. Algunas células, como las de los glóbulos rojos, solo pueden producir energía celular a través de la glucosa y también ocurre lo mismo con el cerebro. La glucosa mantiene la actividad muscular, la temperatura corporal, la presión arterial, el funcionamiento de los intestinos y la actividad neuronal del cuerpo humano.

Almacenar energía

Cuando el organismo posee suficiente fuente de energía para mantener las funciones vitales, el exceso de glucosa se almacena en forma de glucógeno, en su mayoría en los músculos y en el hígado. El glucógeno, un polisacárido ramificado, contiene cientos de miles de moléculas de glucosa, que almacenan en un momento determinado a unas 4.000 calorías, tres cuartas partes de ellas en los músculos y el resto en el hígado. Después de un prolongado ejercicio, el glucógeno se consume, para depender luego de la energía de las grasas y las proteínas. El hígado, al igual que los músculos almacena la energía como glucógeno, pero a diferencia del tejido muscular, sacrifica la energía almacenada en favor de otros tejidos cuando el nivel de glucosa en la sangre baja.

Construcción de macromoléculas

Aunque la mayor parte de la glucosa absorbida se invierte en producir energía, el resto se convierte en ribosa y desoxirribosa, monosacáridos que sirven para la construcción del ARN, el ADN y el ATP, así como en la biosíntesis del NADPH, importante enzima que regula los sistemas de estrés oxidativos en muchas reacciones químicas de los organismos. Satisfechas las necesidades energéticas, de

almacenamiento de glucógeno y construcción de macromoléculas, el exceso de glucosa se convierte en grasas. Una dieta rica en carbohidratos y alta en calorías, se transforma en grasas que se adicionan al tejido adiposo.

Funciones estructurales

Los carbohidratos cumplen con funciones estructurales en las células y se aprecian principalmente en los vegetales [11]. Las paredes de las células de los vegetales son más gruesas que las de los animales, por lo que siempre están erguidas. Entre estas estructuras se encuentran:

Mureína o peptidoglucano. Forma parte de las paredes celulares de bacterias

Lipopolisacáridos. Forman la membrana externa de las bacterias gram-negativas

Celulosa. Participa en la construcción de las paredes de las células vegetales

Quitina. Compone el exoesqueleto de los artrópodos y de la pared celular de los hongos

Mucopolisacáridos. Forman parte de los tejidos conectivos.

Fibras Alimentarias

Las fibras alimentarias son moléculas complejas de hidratos de carbono no digeribles por los organismos y que, además, no aportan energía [12]. Se reconocen las fibras solubles e insolubles.

Fibras solubles

Las aportan principalmente las legumbres, frutas y verduras. Disminuyen el nivel de colesterol y controlan la presión arterial. Además, tienen la propiedad de regular los niveles de azúcar e insulina, evitando picos perjudiciales que pueden dañar la salud de los pacientes con diabetes.

Fibras insolubles

Estas fibras son la celulosa, las hemicelulosas y los lignanos, sustancias que favorecen el movimiento intestinal y dan volumen y textura a los alimentos. Las fuentes más comunes de estas fibras son los cereales integrales y los panes fabricados con ellas, las hortalizas, el germen de trigo y el salvado.

Fuentes de alimentos con abundante presencia de carbohidratos

Cereales. Arroz, trigo, cebada, centeno, avena, maíz y todos los alimentos derivados

Azúcares. Azúcar, miel, caña de azúcar, remolacha y en menor medida la leche

Tubérculos. Contienen almidón y también azúcares simples

Legumbres. Garbanzos, lentejas, guisantes, soja

Frutas y verduras. Son los que presentan la menor cantidad de carbohidratos en comparación con los

anteriormente descritos.

Metabolismo de los carbohidratos

Los vegetales tienen la capacidad de convertir los carbohidratos biosintetizados a través del proceso de fotosíntesis en fuente rápida de energía al ser consumidos. Parte de los no consumidos los almacenan en forma de almidón y en menor proporción como grasas, para usar estos últimos como fuente de energía de larga duración. En el caso de los animales, los almacenan básicamente bajo la forma de triglicéridos y también como glucógeno, especialmente en los músculos y al hígado. Tanto los tejidos como los órganos de los animales pueden usar indiferentemente los carbohidratos y grasas como fuentes de energía, salvo los eritrocitos y el cerebro (tejido nervioso) que solo se abastecen con la energía que captan de la glucosa.

Los polisacáridos, básicamente el almidón, son hidrolizados en el sistema digestivo por las enzimas glucosidasas presentes en los jugos digestivos y convertidos en moléculas de glucosa que son absorbidas por las células del epitelio intestinal y pasan al sistema circulatorio llegando a el hígado, donde son metabolizadas. En el hígado, la glucosa se puede transformar en grasas que posteriormente se incorporan al tejido adiposo. Cuando el tejido muscular realiza actividades físicas, utiliza la energía proveniente del metabolismo aeróbico, esta energía es suficiente para realizar actividades de baja intensidad. Cuando la actividad aumenta de nivel se activa una segunda fuente de energía, que llega de forma rápida por la vía metabólica anaeróbica a cambio de acumular lactato, producto del metabolismo de la glucosa y de las reservas como glucógeno. Es por ello que, en días de esfuerzo, en los músculos aparecen agujetas de lactato, que retornan al hígado para transformarlo en glucosa. La hormona principal que controla el metabolismo de los carbohidratos es la insulina.

Aplicaciones Industriales De Los Carbohidratos

Los carbohidratos se usan para fabricar tejidos, plásticos y otros productos. La celulosa se puede convertir en rayón de viscosa [13] y productos de papel. La nitrocelulosa se emplea en la fabricación de lacas, cemento, pólvora de algodón y películas de celuloideas [14]. El almidón y la pectina se usan mucho en la industria alimenticia. La goma arábiga se usa en la industria de medicamentos y en la alimenticia en la fabricación de gominolas, chicles, en repostería, bebidas efervescentes y hasta en las vinícolas. El agar agar se usa como agente espesante en la industria de los alimentos y medios de cultivos bacterianos y en la preparación de productos adhesivos, encolados y emulsiones. La hemicelulosa se usa para obtener diferentes tipos de papel. Los dextranos, polisacáridos glucanos, se utilizan en

medicina como expansores de volumen del plasma sanguíneo, para contrarrestar las conmociones agudas. Otro carbohidrato, el sulfato de heparina, se utiliza por su propiedad anticoagulante sanguíneo.

CONCLUSIONES

En conclusión, los carbohidratos son macronutrientes esenciales que desempeñan un papel fundamental en la salud y el rendimiento humano. Actúan como la principal fuente de energía para el organismo, facilitando funciones vitales que van desde el metabolismo celular hasta la actividad física. A través de sus diversas formas, como azúcares simples y polisacáridos, los carbohidratos no solo contribuyen a la energía inmediata, sino que también son importantes para el almacenamiento de energía a largo plazo y el adecuado funcionamiento del sistema nervioso central. Sin embargo, el tipo y la cantidad de carbohidratos consumidos puede influir significativamente en la salud. Una dieta rica en carbohidratos complejos y fibra, proveniente de fuentes integrales, es crucial para mantener un equilibrio metabólico y prevenir enfermedades crónicas. Por otro lado, un alto consumo de azúcares añadidos y carbohidratos refinados puede estar asociado con el desarrollo de condiciones como la obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fieser LF, Fieser M. Química Orgánica. Primera Edición. Barcelona (España): Editorial Reverte S.A; 1985. 1-18.
- [2] Dewick PM. Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach. Tercera edición. Great Britain (England): John Wiley & Sons Ltd. 2006. 585-508.
- [3] Macarulla JM, Goñi FM. Biomoléculas. Lecciones de Bioquímica Estructural. Tercera edición. Barcelona (España): Editorial Reverté S.A. 1984. 30-56.
- [4] Marcano D, Cortés L. Química Orgánica. Primera edición. Caracas (Venezuela): Editorial Reverté Venezolana. 1982. 550 p.
- [5] Melo V, Cuamatzi O. Bioquímica de los procesos metabólicos. Segunda edición. México (México): Editorial Reverté S.A. 2007. 41-73.
- [6] Günther B, Stahl B, Jürgen J, Knol J, Miniello V, Moro GE. Prebiotic carbohydrates in human milk and fórmulas. Acta Pediatric Suppl. 2005; 94 (449): 18-21.
- [7] Voet D, Voet, JG. Bioquímica. Tercera edición. Buenos Aires (Argentina): Editorial Médica Panamericana S.A. 2006. 371-384.
- [8] Garrido-Pertierra A, Tejjón-Rivera JM, Blanco-Gaitán D, Villaverde-Gutiérrez C, Mendoza- Oltras C, Ramírez-Rodrigo J. Fundamentos de Bioquímica Estructural.

- Segunda edición. Madrid (España): Editorial Tébar S.L. 2006.
- [9] Blanco A. Blanco G. Química Biológica. Onceava edición. Buenos Aires (Argentina): Editorial El Ateneo. 2000. 57-72.
- [10] Lárez-Velásquez C. Quitina y quitosano: Materiales del pasado para el presente y el futuro. Avd Chem. 2006; 1 (2): 15-21.
- [11] Carpita N, McCann M. The Cell Wall. En: Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL, ed. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Rockville, Maryland (United State): American Society of Plant Physiologists; 2000. 52-108.
- [12] Manninen AH. Efectos metabólicos de las dietas muy bajas en carbohidratos: Villanos incomprendidos del metabolismo humano. JISSN. 2004; 1 (2): 7-11. doi: 10.1186/1550-2783-1-2-7.
- [13] Valerio C, de la Cruz P, Bolio G, Velázquez M. Obtención de rayón a partir de residuos lignocelulósicos no maderables. J Agric Sci Res. 2022; 2 (8): 1-7.
- [14] Area MC. Panorama de la Industria de celulosa y papel en Iberoamerica. Primera edición. Buenos Aires (Argentina): Innovación Digital S.A. de C.V. 2008. 15-60.
- Antonio Morales Méndez:** Licenciado en Ciencias Químicas, Universidad de La Laguna, Sobresaliente Cum Laude, 1963. Profesor Ayudante Clases Prácticas Química Orgánica 1964, Universidad de La Laguna. Doctor en Ciencias Químicas, ULL, Sobresaliente Cum Laude, mayo 1966. Profesor Asistente, contratado, Centro de Ciencias, ULA 1967. Profesor del Postgrado de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, ULA 1968. Profesor fundador Facultad de Ciencias ULA 1970. Profesor Universidad Metropolitana, Caracas, 1971. Profesor Facultad de Farmacia, ULA, desde julio 1971. Doctor of Philosophy (D. Phil), Oxford University, Julio 1977. Representante Principal Facultad de Farmacia, CDCHTA 1978-1984. Promotor y Coordinador de la Comisión Científica, Facultad de Farmacia 1980. Profesor Titular desde marzo 1981. Profesor fundador del Postgrado en Química de Medicamentos, abril 1982. Coordinador del Postgrado en Química de Medicamentos 1990. Asesor de la OEA (Organización Estados Americanos) en El Salvador, abril-mayo 1992. Jubilado desde el 15 de enero de 1994. Autor de la portada que, ganó por concurso, de la Revista de La Facultad de Farmacia en 2008. Honrado con la Distinción Bicentenario, 2008 y Poggioli Chuecos, 2016. lostopes@yahoo.es. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-5923>

Artículo original

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

Evaluation of the tick effect on the leaves of *Azadirachta indica* vs *Rhipicephalus microplus*.

Villasmil-Zerpa Thayded^{1*}, Daza-Caballero Javier², Cecilio-Escorcía David², Pérez-Colmenares Alida³, Obregón-Díaz Ysbelia³, Aparicio-Zambrano Rosa³.

¹Catedra de Tecnología Farmacéutica, Departamento de Farmacia Galénica. Escuela de Farmacia. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

²Escuela de Farmacia. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

³Grupo de Productos Naturales y Química Medicinal. Instituto de Investigaciones "Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro". Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida, CP 5101, Venezuela.

Recibido: 10 de marzo de 2025 –Aceptado: 10 de junio de 2025

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto garrapaticida de los extractos y lociones elaboradas a base de las hojas de *Azadirachta indica* contra *Rhipicephalus microplus*. Los extractos fueron preparados por maceración usando como solventes agua y una mezcla de agua:etanol (7:3). La composición química preliminar se estableció cualitativamente mediante la realización de pruebas químicas de coloración y/o precipitación. Se formularon dos lociones en base a los extractos obtenidos previamente. La actividad garrapaticida se determinó mediante la técnica de inmersión de garrapatas adultas. Los resultados del análisis fitoquímico evidenciaron en el extracto acuoso la presencia de alcaloides y en el extracto hidroalcohólico alcaloides, flavonoides y triterpenos. El mayor efecto garrapaticida fue obtenido en las lociones formuladas, presentando 76,0 % de mortalidad la loción elaborada a base del extracto hidroalcohólico mientras que la loción elaborada con el extracto acuoso presentó un 68 % de mortalidad, valores muy cercanos al control positivo Amitraz que reporto un 80 %. Este es el primer reporte sobre actividad garrapaticida de lociones elaboradas con extractos de hojas de *Azadirachta indica* contra *Rhipicephalus microplus* lo cual constituye un aporte como alternativa natural y biodegradable para el control de ectoparásitos.

PALABRAS CLAVE

Azadirachta indica, Neem, *Rhipicephalus microplus*, actividad garrapaticida, actividad ixodíctica.

ABSTRACT

In the present research it was evaluated the tickicide effect of the extracts and lotions made from the *Azadirachta indica* leaves vs. *Rhipicephalus microplus*. The extracts were prepared by maceration using water and a water:ethanol (7:3) mixture. The preliminary chemical composition was established qualitatively through the conduct of chemical tests of coloration and/or precipitation. Two lotions were made from the extracts previously obtained. The tickicide activity was determined through the dipping technique of adult ticks. The results of the phytochemical analysis showed the presence of alkaloids in the aqueous extract and alkaloids, flavonoids and triterpenes in the hydroalcoholic extract. The biggest tickicide effect was obtained in the formulated lotions, presenting 76.0% of mortality in the lotion made from the hydroalcoholic extract, meanwhile the lotion made with the aqueous extract presented 68% of mortality, very close values to the positive control Amitraz, which reported 80%. This is the first report of tickicide activity of lotions made from extracts of *Azadirachta indica* leaves vs. *Rhipicephalus microplus*, which constitutes a contribution as a natural and biodegradable alternative for the ectoparasites control.

KEY WORDS

Azadirachta indica, Neem, *Rhipicephalus microplus*, tickicide activity, ixodíctica activity.

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son consideradas como ectoparásitos obligados, ya que se alimentan exclusivamente de sangre (hematófagos), ocasionando en los animales afectados daños directos (acción traumática tóxica e infecciosa en los animales) e indirectos (afecciones que ocasionan en la piel) [1]. *Rhipicephalus microplus* es la especie de garrapata con mayor relevancia mundial para la producción pecuaria, es un ácaro ixódido, ectoparásito hematófago que causa daños directos en bovinos a través de laceraciones en la piel, reducción en los niveles de producción, alteraciones reproductivas e indirectos mediante la transmisión de agentes patógenos (*Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, y *Anaplasma marginale*), todo esto conlleva a la disminución en la producción de carne, producción de leche y atraso en el crecimiento de los bovinos [2,3].

La estrategia empleada para el control de *Rhipicephalus microplus* se basa en la aplicación de ixodicidas químicos, sin embargo, el uso indebido e indiscriminado, la rigurosidad en el mecanismo de aplicación de los productos, la frecuencia de aplicación, la selección y rotación de moléculas acaricidas y la falta de una base epidemiológica para el control de los ectoparásitos, ha propiciado la generación de resistencia a los medicamentos en todas las especies de garrapatas, dificultando su control, debido a que la disponibilidad de nuevos antiparasitarios es cada vez más escasa [4-8].

En las últimas décadas, se han desarrollado diversos estudios con la finalidad de encontrar alternativas para controlar las infestaciones de garrapatas, a raíz de esto, se ha presentado un gran interés de investigar las propiedades acaricidas de un gran número de especies de plantas, con el fin de obtener nuevas moléculas o mezclas de sustancias que retrasen el desarrollo de resistencia o reduzcan el problema de los residuos tóxicos por su característica biodegradable [9,10]. La herbolaria tradicional ofrece información valiosa al describir los usos terapéuticos atribuidos empíricamente a las plantas. No obstante, es crucial complementar esta investigación con aspectos fundamentales como la identificación precisa de las plantas, así como el estudio de su farmacología, toxicología y caracterización fitoquímica [11].

En tal sentido, sobre *Azadirachta indica* (Neem) existen diversos reportes científicos que señalan que contiene compuestos con propiedades insecticidas, antisépticas, antivirales, antipiréticas, antioxidantes, antiinflamatorias, antidiabéticas y anticancerígenas en la corteza, hojas y semillas [12]. Investigaciones previas, mencionan el efecto bioinsecticida de los extractos acuosos y etanólicos de las

hojas de Neem sobre larvas de garrapatas *Rhipicephalus microplus*. Estos extractos también fueron probados en la fisiología reproductiva de hembras ingurgitadas, presentando resultados similares [13]. De igual modo, se ha evidenciado la reducción de la carga parasitaria con el uso de hojas secas deshidratadas de Neem incluidas en bloques nutricionales para bovinos [14].

En relación a lo mencionado anteriormente, es necesario encontrar alternativas o potencializadores naturales a los productos químicos convencionales garrapaticidas, por lo cual en esta investigación se evaluó el efecto garrapaticida del extracto acuoso e hidroalcohólico obtenido de las hojas de *Azadirachta indica*, así como de las formulaciones elaboradas en base a dichos extractos sobre *Rhipicephalus microplus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las hojas de *Azadirachta indica* fueron recolectadas en el sector El Rincón, Municipio Libertador, del Estado Mérida. Una muestra testigo fue depositada e identificada como *Azadirachta indica* por el Dr. Pablo Meléndez en el Herbario MERF “Dr. Luis Ruiz Terán” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes (Voucher TV01).

Preparación de los extractos

Las hojas del Neem (*Azadirachta indica*), se sometieron a un proceso de secado en una estufa a 40 °C y posteriormente se molieron. Luego se pesaron dos porciones de 150 g cada una, la primera se colocó con 1,5 L de agua destilada y la segunda con 1,5 L de una mezcla de agua destilada: etanol 96 % en una proporción 7:3, ambas soluciones se dejaron en maceración por 72 horas y se filtraron para obtener el extracto acuoso al 10 % peso/volumen (p/v) (G1) e hidroalcohólico al 10 % p/v (G2), respectivamente. Luego cada extracto fue diluido con agua destilada a una concentración del 5 %, obteniendo el extracto acuoso al 5 % (G3) y el extracto hidroalcohólico al 5 % (G4).

Análisis fitoquímico preliminar

Los extractos obtenidos fueron analizados mediante pruebas químicas de coloración y/o precipitación para la determinación de los metabolitos secundarios presentes en los mismos, siguiendo la metodología descrita por Marcano y Hasegawa (2002) [15].

Formulación de las lociones

Para la elección de la forma farmacéutica tópica y excipientes se tomó en cuenta algunos criterios, tales como factibilidad de fabricación, compatibilidad con el extracto, aspecto, costo, estabilidad y seguridad. Se eligió la forma

farmacéutica de loción para el desarrollo de las formulaciones.

Se realizó la preparación de dos lociones usando el extracto acuoso e hidroalcohólico de las hojas de

Azadirachta indica, éstas fueron obtenidas mediante la mezcla y agitación de cada uno de sus componentes a temperatura ambiente, hasta lograr una mezcla homogénea (Tabla 1).

TABLA 1
Composición cuali-cuantitativa de las lociones elaboradas a partir de los extractos obtenidos de las hojas de *A. indica*

Producto	Composición	%
Loción G5	Extracto acuoso al 10 % de las hojas de <i>A. indica</i>	63,3
	Glicerina	10
	Paragón	0,2
	Etanol 96 % c.s.p	100
Loción G6	Extracto hidroalcohólico al 10 % de las hojas de <i>A. indica</i>	63,3
	Glicerina	10
	Paragón	0,2
	Etanol 96 % c.s.p	100

Recolección y mantenimiento de los especímenes de *R. microplus*

Las garrapatas adultas de *R. microplus*, se colectaron de los animales parasitados naturalmente en una finca “La Esperanza”, ubicada en el sector Santa Rosa, Parroquia Antonio Spinetti Dini, Municipio Libertador del estado Mérida. Se escogió ganado bovino adulto de ambos sexos (hembras y machos), tomando en cuenta la cabeza, cuello, tórax, ingle, etc., como principales zonas de influencia. El proceso para la colecta de garrapatas se realizó en el lado derecho, área expuesta a la manga, el cual consistió en tomar manualmente cada garrapata, sustrayéndola suavemente al girarla y tirarla en dirección opuesta (contrapelo) hasta desprenderla por completo evitando no dañar el hipostoma. Se colectaron ectoparásitos adultos, no repletos, sin considerar el sexo. La homogeneización del material biológico constó en seleccionar las garrapatas de entre 0,5–1,0 cm de tamaño, evitando individuos malformados, que tuvieran alguna alteración de consistencia o color. Posteriormente se colocaron en envases de vidrios para ser transportados al Laboratorio “A” de Productos Naturales, adscrito al Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. La identificación se llevó a cabo utilizando las claves taxonómicas descritas por Nava y Simonato (2019) [16].

Evaluación del efecto garrapaticida

Para evaluar la actividad garrapaticida, se eliminaron las garrapatas que presentaron alteraciones físicas y solo se dejaron aquellas que presentaron vitalidad y movimiento al momento de iniciar el tratamiento. Las garrapatas previamente seleccionadas se dividieron al azar teniendo en cuenta el tamaño entre 0,5 a 1,0 cm, para conformar grupos de 8 y el ensayo de realizó por triplicado. La exposición de los ectoparásitos, se realizó mediante la técnica de inmersión de garrapatas adultas descrita por Drummond [17]. Las garrapatas se colocaron en cápsulas de Petri (n = 8) con la ayuda de una aguja punta roma, evitando el daño en la cutícula, posteriormente se adicionó 3 mL de cada extracto (G1, G2, G3, G4) y 3 mL de cada loción (G5, G6) y se dejaron sumergidas durante 15 minutos. Al terminar este periodo de tiempo, se retiraron los extractos y lociones en su totalidad, dejando así, las garrapatas en un medio seco. Las cápsulas fueron tapadas con un lienzo, rotuladas exteriorizando el nombre del extracto y/o loción y hora de exposición. Se contó con cinco controles negativos, un grupo no expuesto a sustancias (G7), otro empleando agua (G8), uno con etanol al 96 % (G9) y con etanol diluido al 50 % (G10) y finalmente un grupo con la base de la loción (G11). El control positivo fue el Amitraz® al 20,8 % (1 mL/L) (G12); para la evaluación de estos grupos controles se siguió el mismo procedimiento descrito para las muestras.

La mortalidad se evaluó a las 24, 48 y 72 horas post aplicación de las muestras, en donde se consideró como garrapatas muertas, aquellas que mostraron ausencia de movimiento en sus patas. Se tomó como valor mínimo de eficacia, una mortalidad del 60 %, valores por debajo de este rango fueron catalogados como ineficaces. El porcentaje de mortalidad aceptado fue no mayor al 10 % en los controles negativos [18].

Se realizaron observaciones diarias y se llevó un seguimiento de los datos; hasta lograr calcular la eficacia de los extractos y de las formulaciones en la supervivencia de las garrapatas, tanto de los grupos control como de los grupos experimentales, de la siguiente manera:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Garrapatas muertas}}{\text{Total de garrapatas}} \times 100$$

Análisis estadístico

La media y la desviación estándar de los extractos ensayados se calcularon por triplicado utilizando Microsoft Excel Profesional Plus 2016. Para evaluar su importancia, todos los resultados se sometieron a una prueba de Tukey ($p < 0,05$) para análisis unidireccional (ANOVA) [19].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fitoquímico preliminar

El análisis químico cualitativo de los extractos de las hojas de *Azadirachta indica* (Tabla 2) se realizó mediante pruebas químicas específicas, los extractos obtenidos se colocaron en contacto con diversos reactivos y se observaron las reacciones de coloración o precipitación que determinaron la presencia de ciertos metabolitos secundarios. En el extracto acuoso se determinó la presencia de alcaloides, mientras que el extracto hidroalcohólico presentó alcaloides, flavonoides y triterpenos. Estos resultados se correlacionan con lo reportado previamente para el extracto acuoso y etanólico de las hojas de *Azadirachta indica*, donde se señala que posee alcaloides, esteroides, terpenoides, flavonoides, compuestos fenólicos y taninos, sin embargo, se observó que solo hay diferencia por la ausencia de compuestos fenólicos y taninos en los extractos evaluados en el presente estudio [20,21]. La discrepancia determinada por la ausencia o presencia de metabolitos secundarios puede atribuirse a las polaridades de los solventes y los métodos de extracción usados. Además, debido a factores geográficos y ambientales a los que está expuesta la planta puede variar la composición química [22].

TABLA 2
Resultados del tamizaje fitoquímico de los extractos de las hojas de *Azadirachta indica*

Pruebas	Metabolitos	Resultados	
		Extracto acuoso (G1)	Extracto hidroalcohólico (G2)
Mayer Dragendorff Wagner	Alcaloides	+	+
Liebermann-Burchard	Esteroides (verde) Triterpenos (rojo)	-	++ (rojo)
Espuma	Saponinas	-	-
FeCl ₃ 1 %	Compuestos fenólicos	-	-
Gelatina 1 %	Taninos	-	-
Shinoda	Flavonoides	-	-
NaOH al 10 %	Flavonoides	-	+
NH ₄ OH conc. H ₂ SO ₄ conc.	Quinonas y/o Antraquinonas	-	-
NH ₄ OH conc.	Cumarinas	-	-
NaOH al 10 %	Lactonas	-	-

Leyenda: (-): ausente; (+): presente; (++) : abundante

Evaluación del efecto garrapaticida

Las muestras fueron evaluadas a las 24, 48 y 72 horas, los resultados obtenidos evidencian que a las 72 horas (Tabla 3), se obtuvo el mayor efecto garrapaticida sobre *R. microplus*, siendo las lociones (G5, G6) las que presentaron mejor porcentaje de mortalidad con 68 % y 76 %, se presume que este efecto se relaciona con las formulaciones elaboradas, ya que las mismas se adhieren de manera eficiente a la superficie de la piel o a la cutícula de los parásitos sin eliminarse fácilmente, permitiendo la penetración y absorción del producto, llegando al sistema nervioso del parásito interrumpiendo el ciclo biológico al inhibir la producción de la hormona que promueve la ecdisis [23,24].

Asimismo, se observó que las concentraciones de los extractos influyeron en la eficacia de los mismos, ya que G1 y G2 (extractos al 10 %) produjeron una mortalidad de 20 % y 40 %, mientras que con G3 y G4 (extractos al 5 %) fue de 8 % y 12 %, respectivamente. Para el caso del Amitraz® (control positivo) se visualizó una mortalidad del 80 % y para los grupos de control negativo, se estableció una mortalidad no mayor al 10 %, esto indica que no intervinieron factores ambientales en la mortalidad de las garrapatas de los grupos tratados.

TABLA 3

Porcentaje de mortalidad de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* tratadas con los extractos y lociones elaboradas a base de los extractos de las hojas de *A. indica*

Muestras	Promedio en porcentaje (%) de mortalidad post aplicación (t: 72 h)
G1	20
G2	40
G3	8
G4	12
G5	68
G6	76
G7	10
G8	8
G9	8
G10	4
G11	4
G12	80

Leyenda: G1: extracto acuoso. G2: extracto hidroalcohólico. G3: extracto acuoso al 50 %. G4: extracto hidroalcohólico al 50 %. G5: loción formulada a base de G1 al 10 %. G6: loción formulada a base de G2 al 10 %. G7: grupo no expuesto a sustancias. G8: agua. G9: etanol al 96 %. G10: etanol diluido al 50 %. G11: Base loción. G12: Amitraz 20,8% (1 ml/L). t: 72 h: tiempo de post aplicación a las 72 horas. Las determinaciones se realizaron por triplicado (n=3).

El árbol de *Azadirachta indica* (Neem), contiene componentes biológicamente activos como los triterpenoides, conocidos como limonoides, entre los que destacan la azadiractina, salanina, meliantrol, nimbina y nimbidina, los cuales ejercen efectos insecticidas mediante diversos mecanismos como la interrupción del crecimiento de huevos, larvas y pupas; impiden que las larvas se muden a ninfas; repelen a las larvas y adultos, repelen a las hembras para ovipositar, esterilizan a los adultos, envenenan a las larvas y adultos, impide que los insectos se alimenten, confunde a los insectos para realizar la metamorfosis e impide la formación de quitina [25].

En general, las actividades insecticidas de *A. indica* están asociadas con la azadiractina A, que es el compuesto más conocido de esta planta y su función no es provocar la muerte de organismos dañinos ya sean estos insectos, ácaros, hongos y ectoparásitos si no detener el desarrollo fenológico de los mismos [26]. El contenido de azadiractina varía a través de las distintas etapas de desarrollo del árbol durante el año. Al respecto, el mayor contenido de este principio activo se encuentra durante el periodo vegetativo o de producción de hoja (2,7 µg de AZA/g), disminuyendo durante la floración (2,1µg de AZA/g) y casi desaparece durante la formación y madurez del fruto (0,5µg de AZA/g), el nivel alcanzado en esta última etapa varía de 4,7 a 9,0 µg de AZA/g de semilla o sea 2 a 4 veces más que la contenida en las hojas [27, 28].

En tal sentido, se presume que los bajos porcentajes de mortalidad de las garrapatas expuestas a los extractos obtenidos de las hojas de *A. indica* se debe a una disminución en la concentración de azadiractina influenciada probablemente por la época de recolección de la planta. De igual modo, la formulación de las lociones debido a los excipientes que poseen, favorece la fijación de los extractos sobre las garrapatas aumentando la actividad garrapaticida consecuencia de un posible efecto residual de los metabolitos activos sobre los especímenes en estudio.

CONCLUSIONES

La evaluación de la actividad garrapaticida de los extractos y lociones obtenidas de las hojas de *Azadirachta indica* frente a *Rhipicephalus microplus* evidenció que las hojas poseen metabolitos secundarios de origen terpénico como la azadiractina, que actúa contra ectoparásitos regulando las funciones reproductivas de los mismos. Las lociones formuladas a base del extracto acuoso al 10 % (G5) y a base del extracto hidroalcohólico al 10 % (G6), fueron las más activas con un porcentaje de mortalidad similar al control positivo (Amitraz 20,8 %), lo cual sugiere que la utilización de biopreparados a base de *Azadirachta indica* son efectivos

para el control de garrapatas, constituyendo una alternativa terapéutica de bajo costo de producción y con nula incidencia contaminante al ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del Laboratorio de Productos Naturales “A” adscritos al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usbillaga del Hierro” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, al Herbario MERF “Ruiz Terán” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes y a la finca “La Esperanza”, ubicada en el sector Santa Rosa, Parroquia Antonio Spinetti Dini, Municipio Libertador del estado Mérida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Santos D, Perdomo D, García D, Torre A. Programa control integral de garrapatas (pcig) del ganado bovino en el estado Trujillo. Inia divulga. 2010; 33-36.
- [2] Zajac M, Conboy G, Little S, Reichard M. Veterinary Clinical Parasitology. Novena Edición. Wiley-Blackwell. 2021.
- [3] Cabaña N, Segovia L, Gómez V, Rossner M, Nava S. Comportamiento de larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* durante la fase no parasitaria sobre pasturas. Cien Basic. 2023; (43): 1-3
- [4] FAO. Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants-Guidelines, Module 1-Ticks: Acaricide Resistance: Diagnosis, Management and Prevention. Food and Agriculture Organization, Animal Production and Health Division, Rome. 2004: 25-77.
- [5] Cuore U, Trelles A, Sanchis J, Gayo V, Solari M. Primer diagnóstico de resistencia al fipronil en la garrapata común del ganado *Boophilus microplus*. Bio Vet. 2007; 42(165-166): 35-41.
- [6] Saporiti T, Losiewics S, Trelles A, Miraballes C, Correa F, Cuore U. Análisis del perfil de susceptibilidad de la garrapata *Rhipicephalus microplus* para cinco grupos químicos y factores asociados en poblaciones de campo del norte de Uruguay. Vet Montv. 2021; 57(215): 1-11. doi:10.29155/VET.57.215.5.
- [7] Castro-Saines E, Lagunes-Quintanilla R, Hernández-Ortiz R. Microbial agents for the control of ticks *Rhipicephalus microplus*. Parasitol Res. 2024; 123(7): 275. doi: 10.1007/s00436-024-08291-1.
- [8] Moreno-Linares S, García-Ponce R, Hernández-Escareño J, Rodríguez-Ramírez H, Villarreal-Villarreal J. Resistencia a la ivermectina en *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) en el noreste de México y factores de riesgo asociados. Rev Mex Cienc Pecu. 2024; 15(3): 584-601. doi:10.22319/rmcp.v15i3.6502.
- [9] Ferreira L, Dias L, Da Silva C. Perspectives for the use of plant extracts to control the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Rev Bras Parasitol. Vet. 2011; 20(2): 89–96. doi:10.1590/S1984-29612011000200001.
- [10] Aponte J, Rodríguez J, Velásquez A, Jaramillo D. Revisión sistemática de extractos de plantas y sus metabolitos secundarios de interés garrapaticida para *Rhipicephalus microplus* en bovinos. Rev Sist Prod Agroecol. 2024; 15(2): e-1180
- [11] Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas M, Ver-Star M. Investigación en plantas de importancia médica Barcelona, España. OmniaScience. 2016; 1-40. doi:10.3926/oms.315
- [12] Isla J, Acosta E, Buentello Z, Delgado-Gallegos J, Moreno-Treviño M, Escalante B, Moreno-Cuevas J. An overview of Neem (*Azadirachta indica*) and its potential impact on health. J Funct Foods. 2020; 74: 104171-104184. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104171>.
- [13] Castelblanco L, Sanabria O, Carrillo A, Rodríguez A. Reporte preliminar del efecto ixodicida de extractos de algunas plantas sobre garrapatas *Boophilus microplus*. Tunja. CO. Rev Cubana Plant Med. 2013; 18(1): 118-130.
- [14] Barrabí-Puerta M, Arece-García J. Actividad antihelmíntica in vitro de extracto acuoso de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica*). I. Inhibición de la eclosión de huevos y del desarrollo larvario. La Habana. CU. Rev Salud Anim. 2013; 35(2): 103-108.
- [15] Marcano D, Hasegawa M. Fitoquímica Orgánica. Consejo Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela: Venezuela. 2002.
- [16] Nava S, Mangold AJ, Simonato GE, Puntin E, Sproat DC. Guía para la identificación de las principales especies de garrapatas que parasitan a los bovinos en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Ediciones INTA. 2019. 4-9
- [17] Drummond R, Ernst S, Trevino J, Gladney W, Graham O. *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory Test of Insecticides. J Econ Entomol. 1973; 66(1):130-133.
- [18] FAO. Requisitos de efectividad biológica para los ixodicidas de uso en bovinos y método de prueba. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. 1993.
- [19] Bewick V, Cheek L, Ball J. Statistics review 9: one-way analysis of variance, Critical Care. 2004; 8(2): 130. Doi: <https://doi.org/10.1186/cc2836>
- [20] Saleem S, Muhammad G, Hussain M, Bukhari N. A comprehensive review of phytochemical profile,

- bioactives for pharmaceuticals, and pharmacological attributes of *Azadirachta indica*. *Phytother Res.* 2018; 32(7): 1241-1272. doi: 10.1002/ptr.6076
- [21] Hikaambo C, Kaacha L, Mudenda S, Nyambe M, Chabalenge B, Phiri M, Lundua L, Akapelwa T, Mufwambi W, Chulu M, Kampamba T. Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Azadirachta indica* leaf extracts against *Escherichia coli*. *Pharmacol Pharm.* 2022 13(1): 1-10. doi: 10.4236/pp.2022.131001
- [22] Figueiredo A, Barroso J, Pedro L, Scheffer J. Factors affecting secondary metabolite production in plants: Volatile components and essential oils. 2008. *Flavour Fragr J.* 2008; 23(4): 213-26. doi: 10.1002/ffj.1875.
- [23] Rodríguez-Ordaz R. Compendio de Fórmulas Magistrales y sus Técnicas de Manufactura. Compograf, SRL. Venezuela. 1989.
- [24] Paredes V. Farmacología Veterinaria II. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 2010.
- [25] Irigaray F, Moreno-Grijalba F, Marco V, Pérez-Moreno I. Acute and Reproductive Effects of Align®, an Insecticide Containing Azadirachtin, on the Grape Berry Moth, *Lobesia botrana*. *J Insect Scienc.* 2010; 10(33): 1-11. <https://doi.org/10.1673/031.010.3301>
- [26] Sosa-Rueda J, Villarauz F, Domínguez-Meléndez V, Soto-Rodríguez I, López-Fentanes F, Martínez-Herrera D, Peniche-Cardena A, Cen-Pacheco F. Acción ixodocida de productos naturales de plantas nativas mexicanas. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2023; 14(2): 292-308. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i2.6245>
- [27] Cruz, FM. Dinámica de la azadiractina en arboles de nim (*Azadirachta indica* a Juss) de México y su efecto contra dos insectos de almacén. [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Nuevo León. D. Retrieved from 1998. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080110341.PDF>
- [28] Angulo-Escalante M, Gardea-Bejar A, Vélez R, García-Estrada R, Carrillo-Fasio A, Chaidez-Quiroz C, Partida-López J. Contenido de Azadiractina A en semillas de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) colectadas en Sinaloa, México. *Rev Fitotecn Mex.* 2004; 27(4): 305-311.
- Villasmil Zerpa Thayded Oleyda.** Dra. En Química Aplicada. Farmacéutica. Profesora Asistente adscrita a la Catedra de Tecnología Farmacéutica. Departamento de Farmacia Galénica. Escuela de Farmacia. Correo: thayded@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0006-8563-2067>.
- Pérez Colmenares Alida Alejandra:** Dra. En Química Aplicada. MSc. En Química de Medicamentos, Farmacéutico. Profesora Asociado adscrita al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro”. Correo: alidaperezc@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-8910-4663>.
- Daza Caballero Javier Augusto:** Estudiante de la Escuela de Farmacia. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo: davidcecilio25@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0000-7967-550X>.
- Cecilio Escorcía David Alexander:** Estudiante de la Escuela de Farmacia. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo: javierau2014@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0002-5736-151>.
- Obregón Díaz Ysbelia Miyeli:** Dra. En Química de Medicamentos. Farmacéutico. Profesora Agregado adscrita al Instituto de Investigaciones “Dr. Alfredo Nicolás Usubillaga del Hierro” Correo: ysbeliaobregon@gmail.com. **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6152-6696>.

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 Ecuado.

Toaquiza-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).

Tolosa 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 longibracteatus* (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 antimonias 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.



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/>