

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias

Exactas,

Naturales

y de la Salud

79
ANIVERSARIO

Año 17 N° 49
Mayo - Agosto 2026
Tercera Época
Maracaibo-Venezuela

Efecto del veneno de *Bothrops spp* y *Bothrocophias spp* sobre células adenocarcinoma colorrectal

Juan David León-Rojas*
Tonny Williams Naranjo-Preciado**
Jaime Andrés Pereañez-Jiménez***
Adriana Ximena Muñoz-Bravo****
Sara Ramírez-Restrepo*****
José Fernando Gómez-Marín*****
Lyz Jenny Gómez-Rave*****

RESUMEN

El cáncer colorrectal se ha convertido en un desafío global de salud por sus altas cifras de prevalencia y mortalidad. Los tratamientos actuales carecen de selectividad terapéutica, afectando a células sanas y malignas, además representan altos costos para el sistema de salud, es por esto que en los últimos años se han incrementado estudios de sustancias con capacidad antitumoral. Algunas investigaciones han demostrado la presencia de componentes con potencial anticancerígeno en el veneno de víboras. Por lo tanto, en esta investigación se evaluó el efecto del veneno completo de especímenes *Bothrocophias myersi*, *Bothrops rhombeatus*, *Bothrops punctatus* y dos fracciones del veneno de *Bothrops asper* sobre líneas celulares de adenocarcinoma colorrectal SW480, SW620 y células no malignas HaCaT. Se realizó una caracterización electroforética por SDS-PAGE de cada veneno completo o fracción y posteriormente se realizaron ensayos de citotoxicidad utilizando Sulforodamina B, con tiempos de exposición de 24 y 48 horas. En general, todos los venenos presentaron efectos citotóxicos fuertes, excepto la fracción BaV del veneno de *B. asper*. El veneno de *B. punctatus* exhibió diferencias estadísticamente significativas en su efecto citotóxico entre células sanas y tumorales, especialmente sobre la línea SW480 ($p=0.00$), por lo que se proponen nuevas investigaciones que permitan perfilar sus componentes y estudiar su selectividad aparente sobre estas células tumorales.

PALABRAS CLAVE: Cáncer, Sustancia Bioquímica, Enzima, Reptil.

*Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Facultad de Ciencias de la Salud Postal. Semillero SIFACS, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4772-9865>

**Unidad de Micología Médica y Experimental- Corporación para Investigaciones Biológicas - Universidad de Antioquia- Universidad de Santander- Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4667-6391>

***Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias. Grupo de Investigación Alternativas Terapéuticas y Alimentarias, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9612-2827>

****Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación Biociencias, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-6754>

*****Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación Biociencias, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6688-3104>

*****Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Facultad de Ciencias de la Salud Postal. Semillero SIFACS, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9395-1427>

***** Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación Biociencias, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7055-4103>. Autor de correspondencia. E-mail: liz.gomez@colmayor.edu.co

Recibido: 21/01/2026

Aceptado: 17/03/2026

Effect of *Bothrops spp* and *Bothrocophias spp* Venom on Colorectal Adenocarcinoma Cells

ABSTRACT

Colorectal cancer has become a global health challenge due to its high prevalence and mortality rates. Current treatments lack therapeutic selectivity, affecting both healthy and malignant cells, and represent high costs for the healthcare system. For this reason, studies of substances with antitumor capacity have increased in recent years. Some research has demonstrated the presence of components with anticancer potential in viper venom. Therefore, this study evaluated the effect of the complete venom of *Bothrocophias myersi*, *Bothrops rhombeatus*, and *Bothrops punctatus* specimens, as well as two fractions of *Bothrops asper* venom, on SW480 and SW620 colorectal adenocarcinoma cell lines and HaCaT non-malignant cells. Electrophoretic characterization by SDS-PAGE was performed on each complete venom or fraction, and subsequently, cytotoxicity assays were conducted using Sulforodamine B, with exposure times of 24 and 48 hours. In general, all the venoms exhibit strong cytotoxic effects, except for the BaV fraction of *B. asper* venom. *B. punctatus* venom showed statistically significant differences in its cytotoxic effect between healthy and tumor cells, especially on the SW480 cell line ($p=0.00$), so further research is proposed to profile its components and study its apparent selectivity on these tumor cells.

KEYWORDS: Cancer, Biochemicals, Enzymes, Reptiles.

Introducción

En 2020, el cáncer colorrectal (CCR) representó más de 1,9 millones de casos nuevos y más de 900 000 muertes, convirtiéndose en el tercer cáncer más común y la segunda causa principal de mortalidad relacionada con el cáncer a nivel mundial. El abordaje terapéutico del CCR es multimodal e incluye cirugía, quimioterapia, radioterapia, inmunoterapia y terapias dirigidas, cuya elección depende del estadio tumoral y del estado de salud general del paciente (Siegel et al., 2020; Sung et al., 2021; Benson et al., 2021). A pesar de los avances, la quimioterapia basada en 5-Fluorouracilo (5-FU) y las combinaciones con Oxaliplatino o Irinotecán siguen siendo un pilar fundamental del tratamiento, aunque con frecuencia se asocian a efectos adversos como toxicidad gastrointestinal, mielosupresión, neuropatía y desarrollo de resistencia, lo que

limita su eficacia y afecta la calidad de vida de los pacientes (Martinelli et al., 2021; Han et al., 2024).

Dadas estas limitaciones, la búsqueda de agentes terapéuticos más selectivos y menos tóxicos ha impulsado el interés en productos naturales, incluidos compuestos derivados de venenos animales, como fuentes prometedoras de nuevas moléculas bioactivas con potencial anticancerígeno (Fernández et al., 2025; da Silva et al., 2025). En particular, los venenos de las víboras de los géneros *Bothrops* y *Bothrocophias* constituyen mezclas complejas de proteínas — fosfolipasas A₂ (PLA₂), metaloproteinasas (SVMP), serina proteasas y L-aminoácido oxidasas (LAAO)— muchas de las cuales han demostrado efectos citotóxicos y antiproliferativos en líneas celulares tumorales (Bezerra et al., 2019; Hiu et al., 2020; Kisaki et al., 2021; Proleón et al., 2022; Offor et al., 2024; da Silva et al., 2025). Análisis proteómicos recientes han revelado una considerable variabilidad inter e intraespecífica en la composición de estos venenos, lo que puede influir en su actividad biológica y potencial terapéutico. Por ejemplo, estudios comparativos en *Bothrops rhombeatus* (*B. rhombeatus*), *Bothrops punctatus* (*B. punctatus*) y *Bothrocophias myersi* (*B. myersi*) revelan perfiles proteómicos únicos, aunque su aplicación en modelos de cáncer colorrectal sigue siendo limitada (Fernández et al., 2014; Bezerra et al., 2019; Scovino et al., 2021). En este estudio, algunas fracciones, como las obtenidas mediante intercambio catiónico (BaNoU), del veneno de *Bothrops asper* (*B. asper*), mostraron citotoxicidad diferencial en modelos preliminares de cáncer colorrectal. Sin embargo, existe una laguna en la literatura científica respecto a la caracterización sistemática de los perfiles proteómicos de los venenos de *B. punctatus*, *B. rhombeatus* y *B. myersi*, así como de las fracciones obtenidas por intercambio catiónico de *B. asper*, y sus efectos citotóxicos y antiproliferativos sobre líneas celulares de cáncer colorrectal y células humanas no tumorales. Abordar esta carencia es crucial para correlacionar la composición de cada veneno con su actividad biológica y, por lo tanto, identificar nuevas moléculas con potencial terapéutico en el cáncer colorrectal. Por consiguiente, este estudio evalúa *in vitro* el efecto de los venenos completos de *B. punctatus*, *B. rhombeatus* y *B. myersi*, así como de las fracciones BaNoU y BaV de *B. asper*, sobre líneas celulares de adenocarcinoma colorrectal (SW480 y SW620) y células epiteliales humanas sanas (HaCaT), con el objetivo de contribuir al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas para el cáncer colorrectal.

1. Materiales y métodos

1.1. Obtención de veneno crudo

Los venenos se obtuvieron de ejemplares de *Bothrocophias myersi*, *Bothrops rhombeatus*, *Bothrops punctatus* y *Bothrops asper*, mantenidos en cautiverio en el Serpentario de la Universidad de Antioquia. Se extrajeron manualmente presionando la glándula venenosa de las serpientes. Posteriormente, se centrifugaron, liofilizaron y almacenaron a -40°C hasta su uso. El veneno de *B. asper* fue purificado utilizando una columna de intercambio catiónico, para la obtención de las fracciones BaNoU y BaV.

1.2. Caracterización de proteínas

Las muestras de veneno liofilizadas y un estándar con proteínas de peso conocido, se diluyeron en buffer reductor hasta una concentración de $1,5\mu\text{g}/\mu\text{L}$. Las proteínas contenidas en $20\mu\text{L}$ de muestra preparada se separaron mediante electroforesis, en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE) al 12%, en Tris Glicina y bajo condición desnaturalizada, usando una corriente inicial de $150\text{ mV}/10\text{min}$ y luego de $120\text{ mV}/50\text{min}$, en un equipo para electroforesis. Terminado el proceso, el gel se tiñó con azul de Coomassie R-250.

1.3. Ensayo de citotoxicidad

Las líneas celulares SW480 (de adenocarcinoma de colon), SW620 (derivada metastásica de adenocarcinoma de colon) y HaCaT (de queratinocitos humanos), luego de ser cultivadas, fueron tratadas con solución de tripsina 1X hasta su desprendimiento de los pozos de incubación. Posteriormente, se adicionó medio de cultivo DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium), suplementado con suero bovino fetal (SBF) y tripsina. Tras centrifugar la suspensión, se ajustó hasta lograr una concentración de 10^4 células/mL. Para la evaluación de la citotoxicidad, se utilizaron células cultivadas, con una viabilidad superior al 90%. Pasadas de 48 horas de incubación, se les añadió $10\mu\text{L}$ de las muestras de veneno, hasta lograr tiempos de exposición de 24 y 48 horas, para proceder con la evaluación de su viabilidad.

Después de añadir ácido tricloroacético (TCA) y Sulforodamina B a los pozos de tratamiento, se determinó por absorbancia a 559nm la cantidad de proteína celular, proporcional al colorante unido.

1.4. Análisis estadístico

Antes de realizar los análisis, se verificó la normalidad y homocedasticidad de las distribuciones mediante la prueba Shapiro-Wilk (`shapiro.test`) y Levene (`leveneTest`). Debido a que dichos supuestos no se cumplieron, se optó por realizar la Transformación Alineada por Rangos con análisis de varianza. Adicionalmente, se efectuaron pruebas univariadas no paramétricas. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en R (versión 4.4.2; R Core Team, 2024).

2. Resultados y discusión

2.1. Caracterización de proteínas

Mediante electroforesis SDS-PAGE en Tris-Glicina para proteínas, se exploró el contenido proteico de los venenos crudos y las fracciones estudiadas (Figura 1, Tabla 1). Se utilizó SBF como vehículo para la suspensión de las muestras.

Para todas las toxinas puede decirse que están constituidas por proteínas entre 48 y 10 kDa, presentando bandas comunes alrededor de 23, 15, 10 y 30 kDa. Se puede hipotetizar, según lo reportado por otros autores, la presencia de metaloproteinasas de tipo P-III (SVMP-III) y de tipo P-II (SVMP-II), que presentan pesos ligeramente inferiores a 40 kDa. Bandas \approx 36 kDa podrían ser consistentes con serina proteasas (SVSP) y bandas entre 20–25 kDa con metaloproteinasas de tipo P-I (svMP-I). Las bandas comunes \approx 14 kDa, podrían corresponder a fosfolipasas A_2 (PLA₂). Bandas \approx 10–12 kDa u otras inferiores, se podrían relacionar con la presencia de desintegrinas, factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF) y péptidos potenciadores de bradicinina. Este espectro enzimático, puede conferirles a los venenos capacidad para inducción de hemorragia, la degradación de la matriz extracelular, respuesta inflamatoria, modulación de canales iónicos y miotoxicidad. Estas asignaciones, están basadas en rangos moleculares y perfiles comparativos de los géneros y deben considerarse hipotéticos hasta que sean validados mediante espectrometría de masas o secuenciación de péptidos (Massimino et al., 2018; Lomonte et al., 2020; Pereañez et al., 2020; Scovino et al., 2021; Uribe et al., 2021; Ferreira et al., 2022; Sarmiento et al., 2024; Chacón et al., 2025; Espín et al., 2025).

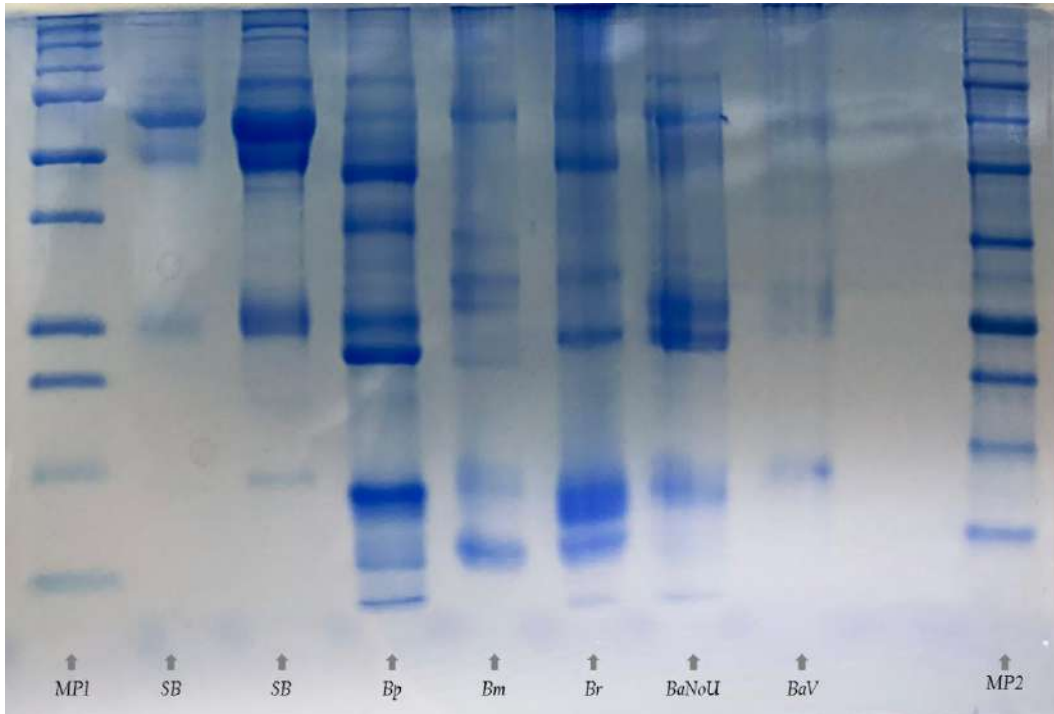


Figura 1. Electroforesis SDS-PAGE en Tris-Glicina 12%, de venenos y fracciones. Convenciones: MPI: marcador de peso l; SB: suero bovino; Bp: veneno *B. punctatus*; Bm: veneno de *B. myersi*; Br: veneno de *B. rhombeatus*; BaNoU: fracción no unida de veneno de *B. asper*; BaV: fracción V de veneno de *B. asper*.

Tabla 1. Caracterización de proteínas presentes en los venenos estudiados

Tipo de muestra	Concentración (µg/µL)	Bandas de proteínas (kDa)
Veneno completo de <i>B. punctatus</i>	48,75µg/uL	48*, 36, 23*, 14*, 10*, <10
Veneno completo de <i>B. rhombeatus</i>	4,19µg/uL	48*, 36, 23*, 14*, 10, <10
Veneno completo de <i>B. myersi spp</i>	39,24µg/uL	35, 31, 28, 23, 15, 10*
Fracción de veneno de <i>B. asper</i> BaNoU	5,87µg/uL	28*, 24*, 14
Fracción de veneno de <i>B. asper</i> BaV	2,5µg/uL	28, 16

Convenciones: *: bandas de mayor intensidad

2.2. Ensayo de citotoxicidad

Efecto sobre células HaCaT (Figura 2): se observaron porcentajes de citotoxicidad entre el 90% y el 100% para todas las concentraciones utilizadas de venenos de *B. myersi spp.* y *B. rhombeatus*. La fracción de veneno BaNoU de *B. asper* mostró una citotoxicidad del 61,3 % y del 83,8% para concentraciones de 12,5 y 25µg/mL, respectivamente, mientras que, para las demás concentraciones, la citotoxicidad superó el 90%. El veneno de *B. punctatus* mostró un efecto citotóxico reducido a concentraciones de 12,5 y 25µg/mL (34,0 % y 59,8 %, respectivamente). A las demás concentraciones, la citotoxicidad superó el 80%. La fracción de veneno BaV de *B. asper* no mostró citotoxicidad significativa en ninguna de las concentraciones utilizadas (<3,0 %), excepto a 12,5 µg/mL (30,3 %).

Efecto sobre células SW480 (Figura 2): todas las toxinas evaluadas en esta línea celular mostraron citotoxicidad superior al 80%, excepto la fracción BaV de veneno de *B. asper*, que no presentó citotoxicidad significativa en ninguna de las concentraciones utilizadas (<12,0%).

Efecto sobre células SW620 (Figura 2): se observaron porcentajes de citotoxicidad entre el 90% y el 100% para todas las concentraciones utilizadas de los venenos de *B. myersis spp.* y *B. rhombateus*. La fracción de veneno BaNoU de *B. asper*, mostró una citotoxicidad del 77% a una concentración de 12,5 µg/mL, mientras que, en otras concentraciones, la citotoxicidad superó el 90%. El veneno de *B. punctatus* mostró un efecto citotóxico moderado a concentraciones de 12,5 y 25 µg/mL (68,6% y 84,8%, respectivamente); en otras concentraciones, la citotoxicidad superó el 90%. La fracción de veneno BaV de *B. asper* no mostró citotoxicidad en ninguna de las concentraciones analizadas.

Se realizó una comparación de la inhibición entre células sanas (HaCat) y tumorales (líneas SW620 y SW480) utilizando la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Los resultados indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ($W = 19356$, $p = 0.015$). Logró evidenciarse que las células tumorales muestran una inhibición mayor que las células sanas, tanto en media como en mediana (Figura 3).

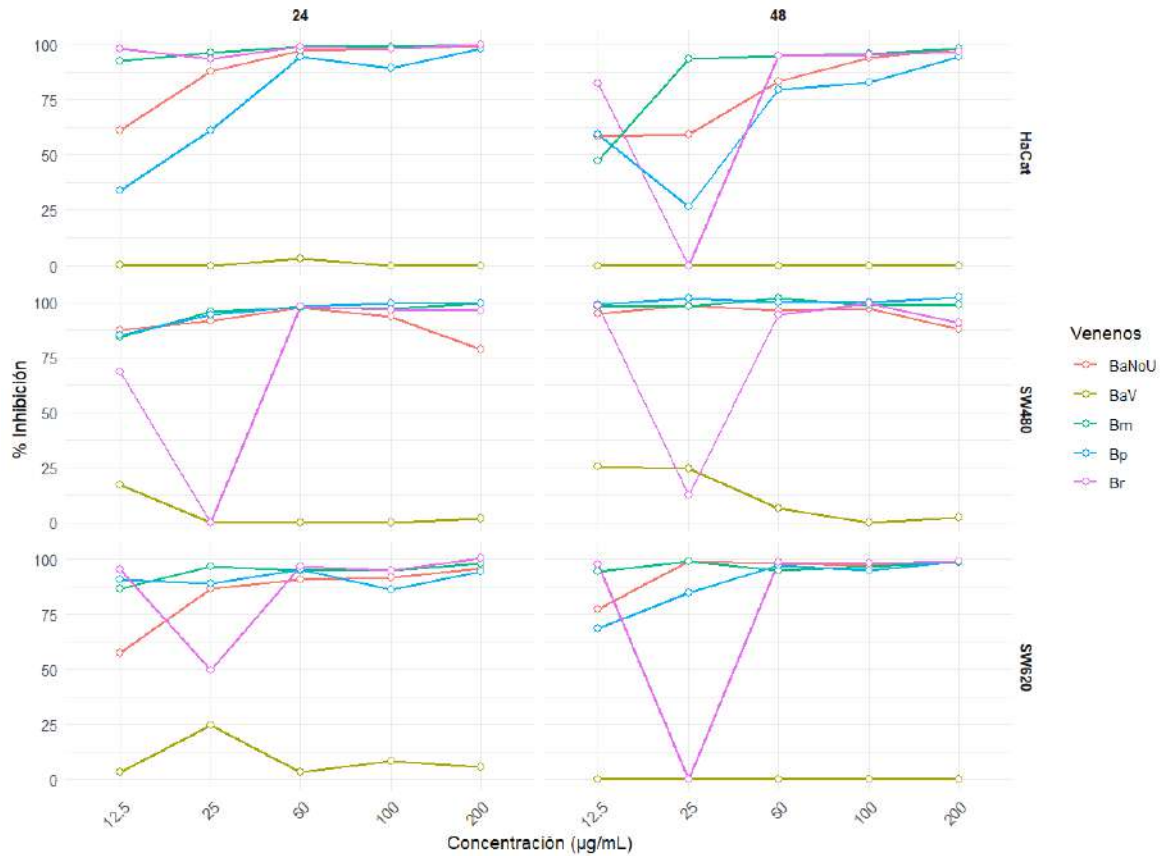


Figura 2. Porcentaje de inhibición del crecimiento celular por tipo de toxina, línea celular, concentración y tiempo. Convenciones: 24: 24 horas de exposición al tratamiento; 48: 48 horas de exposición al tratamiento; BaNoU: fracción no unida de veneno de *B. asper*; BaV: fracción V de veneno de *B. asper*. Bm: veneno de *B. myersi*; Bp: veneno *B. punctatus*; Br: veneno de *B. rhombeatus*.

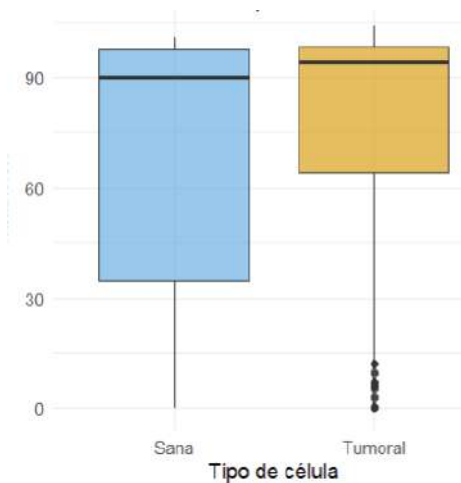


Figura 3. Comparación de la inhibición del crecimiento entre células sanas y tumorales ($p = 0.015$)

Bp es el único veneno que presenta diferencias estadísticamente significativas en su efecto inhibitorio entre células sanas y tumorales. En particular, Bp tiene un efecto fuertemente diferencial, en la inhibición del crecimiento de SW480 ($p < 0.00$) cuando se compara con células sanas HaCaT bajo el mismo tratamiento. La citotoxicidad observada podría deberse a la sobreexpresión de receptores específicos en células malignas que las hace más susceptibles a la actividad de las toxinas, y a un aumento en las especies reactivas de oxígeno (ROS) (Hiu et al., 2020; Offor et al., 2024). También se observó un efecto citotóxico específico de la fracción BaNoU sobre células cancerosas, aunque no fue significativo. Esta fracción es rica en proteínas de mediano peso molecular, que, de acuerdo a la literatura, podrían ser fosfolipasas. Es necesario perfilar y caracterizar las proteínas de estas toxinas para nuevas investigaciones en relación a la selectividad aparente sobre células tumorales.

Conclusión

Los venenos de las serpientes *Bothrocophias myersi*, *Bothrops rhombeatus*, *Bothrops punctatus* y la fracción del veneno de *Bothrops asper*, BaNoU, tienen fuerte efecto citotóxico sobre células cancerosas y células sanas. Este efecto es dependiente de la concentración y del tiempo de exposición al tratamiento. El veneno de *Bothrops punctatus* y la fracción de veneno de *Bothrops asper*, BaNoU, podrían perfilarse como anti proliferativos con selectividad sobre las líneas celulares tumorales de adenocarcinoma de colon SW480 y SW620.

Referencias

Benson, A., Venook, A., Al-Hawary, M., et al. (2021). NCCN Guidelines Insights: Colon Cancer, Version 2. 2021. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, 19(3), 329-339. <http://dx.doi.org/10.6004/jnccn.2021.0012>

Bezerra, P., Ferreira, I., Franceschi, B., Bianchini, F., Ambrósio, L., Cintra, A., et al. (2019). BthTX-I from *Bothrops jararacussu* induces apoptosis in human breast cancer cell lines and decreases cancer stem cell subpopulation. *The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 25, e20190010. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-9199-JVATITD-2019-0010>

Chacón, J., Chaves, S., Mena, G., Chang, A., Díaz, C., Bonilla, F., et al. (2025). Snake venomomics of the arboreal Talamancan palm-pitviper, *Bothriechis nubestris*, provides clues on the origin of a

phenotypic dichotomy between type-I and type-II venoms. *Journal of Proteome Research*, <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jproteome.4c00811>

da Silva, J., Castro, J., Mukherjee, A., Ramos, M., & Fernandes, P. (2025). The application of snake venom in anticancer drug discovery: an overview of the latest developments. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 20(3), 317–335. <http://dx.doi.org/10.1080/17460441.2025.2465364>

Espín, J., Vela, D. (2025). Computational Modeling of Low-Abundance Proteins in Venom Gland Transcriptomes: *Bothrops asper* and *Bothrops jararaca*. *Toxins*, 17(6):262. <https://dx.doi.org/10.3390/toxins17060262>

Fernandez, K., Sánchez, C., Meraz, M., Reyes, J., Pérez, E., Ortiz, M., et al. (2025). Natural Alternatives in the Treatment of Colorectal Cancer: A Mechanisms Perspective. *Biomolecules*, 15(3), 326. <http://dx.doi.org/10.3390/biom15030326>

Fernández, M., Pereañez, J., Núñez, V., Lomonte, B. (2014). Snake venomics of *Bothrops punctatus*, a semiarboreal pitviper species from Antioquia, Colombia. *PeerJ*, 2 (e246). <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.246>

Ferreira, N., Sachetto, A., Santoro M. (2022). Two-dimensional blue native/SDS polyacrylamide gel electrophoresis for analysis of Brazilian *Bothrops* snake venoms. *Toxins (Basel)*, 14(10):661. <http://dx.doi.org/10.3390/toxins14100661>

Han, C., Ning, X., Burd, C., Spakowicz, D., Tounkara, F., Kalady, M., et al. (2024). Chemotoxicity and Associated Risk Factors in Colorectal Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 16(14), 2597. <http://dx.doi.org/10.3390/cancers16142597>

Hiu, J., Yap, M. (2020). Cytotoxicity of snake venom enzymatic toxins: phospholipase A2 and L-amino acid oxidase. *Biochemical Society Transactions*, 29,48(2),719-731. <http://dx.doi.org/10.1042/BST20200110>.

Kisaki, C., Arcos, S., Montoni, F., da Silva, W., Calacina, H., Lima, I., et al. (2021). *Bothrops Jararaca* Snake Venom Modulates Key Cancer-Related Proteins in Breast Tumor Cell Lines. *Toxins*, 13(8), 519. <http://dx.doi.org/10.3390/toxins13080519>

Lomonte, B., Díaz, C., Chaves, F., Fernández, J., Ruiz, M., Salas, M., et al. (2020). Comparative characterization of Viperidae snake venoms from Perú reveals two compositional patterns of phospholipase A₂ expression. *Toxicon X*, 7(100044). <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxcx.2020.100044>

Martinelli, E., Ciardiello, F., Troiani, T. (2021). Toxicity of 5-fluorouracil: mechanisms and management. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 159,103243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.critrevonc.2021.103243>

Massimino, M., Simonato, M., Spolaore, B., Franchin, C., Arrigoni, G., Marin, O., et al. (2018). Cell surface nucleolin interacts with and internalizes *Bothrops asper* Lys49 phospholipase A₂ and mediates its toxic activity. *Scientific Reports*, 8(1):10619. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-28846-4>

Offor, B., & Piater, L. (2024). Snake venom toxins: Potential anticancer therapeutics. *Journal of Applied Toxicology*, 44(5), 666-685. <http://dx.doi.org/10.1002/jat.4544>

Pereañez, J., Preciado, L., Fernández, J., Camacho, E., Lomonte, B., Castro, F., et al. (2020). Snake venomomics, experimental toxic activities and clinical characteristics of human envenomation by *Bothrocophias myersi* (Serpentes: Viperidae) from Colombia. *Journal of Proteomics*, 220, 103758. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jprot.2020.103758>

Proleón, A., Torrejón, D., Urra, F., Lazo, F., López, C., Fuentes, S. (2022). Functional, immunological characterization, and anticancer activity of BaMtx: A new Lys49-PLA2 homologue isolated from the venom of Peruvian *Bothrops atrox* snake (Serpentes: Viperidae). *International Journal of Biological Macromolecules*, 206, 990-1002. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.03.111>

Sarmiento, K., Zambrano, J., Galvis, C., Molina, Á., Villadiego, M., Ramírez, J., et al. (2024). Immunochemical Recognition of *Bothrops rhombeatus* Venom by Two Polyvalent Antivenoms. *Toxins*, 16(3), 152. <http://dx.doi.org/10.3390/toxins16030152>

Scovino, S., Sarmiento, K., Galvis, C., Castiblanco, A., & Aristizabal, F. (2021). Analysis of the protein profile of the venoms of snakes *Bothrops asper*, *Bothrocophias myersi* and *Crotalus durissus* from the Colombian Andean Region obtained by RP-HPLC. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 23(1), 24-31. <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v23n1.94211>

Siegel, R., Miller, K., Goding, S., et al. (2020). Colorectal Cancer Statistics, 2020. *CA Cancer J Clin*, 70(3), 145-164. <http://dx.doi.org/10.3322/caac.21600>

Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R., et al. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209-249. <http://dx.doi.org/10.3322/caac.21660>

Uribe, A., Acosta, H., Martínez, V., Correa, D., Rodríguez, A., Gómez, L., et al. (2021). Toxicological, enzymatic, and immunochemical characterization of *Bothrops asper* (Serpentes: Viperidae) reference venom from Panama. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 127-138. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i1.39502>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891