

Vidsupra visión científica

Vol. 16 Núm. 1
enero - junio 2024



Órgano de difusión científica y tecnológica del
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Durango

Vidsupra visión científica

Órgano de difusión científica y tecnológica del Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional Durango CIIDIR-IPN



DIRECTORIO

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- Arturo Reyes Sandoval. Director General
- Mauricio Igor Jasso Zaranda. Secretario General
- Ismael Jaidar Monter. Secretario Académico
- Ana Lilia Coria Páez. Secretaria de Investigación y Posgrado
- Yessica Gasca Castillo. Secretaria de Innovación e Integración Social
- Marco Antonio Sosa Palacios. Secretario de Servicios Educativos
- Javier Tapia Santoyo. Secretario de Administración
- Noel Miranda Mendoza. Secretario Ejecutivo de la COFAA
- José Alejandro Camacho Sánchez. Secretario Ejecutivo del POI
- Marx Yazalde Ortiz Correa. Abogado General
- Modesto Cárdenas García. Presidente del Decanato
- Orlando David Parada Vicente. Coordinador General de Planeación e Información
- Leonardo Rafael Sánchez Ferreiro. Coordinador General del CENAC
- Marco Antonio Ramírez Urbina. Coordinador de Imagen Institucional

CIIDIR UNIDAD DURANGO

- Eduardo Sánchez Ortiz. Director
- Diana Carolina Alanis Bañuelos. Subdirectora Administrativa
- César Arturo González Hernández. Subdirector de Servicios Educativos y de Integración Social.
- Mayra Edith Burciaga Siqueiros. Subdirectora Académico y de Investigación.
- Amelia Quezada Díaz. Jefa del Departamento de Posgrado
- Denise Martínez Espino. Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social
- Claudia Elia Soto Pedroza. Jefa de la UTEyCV
- Flor Isela Retana Rentería. Jefa del Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- Alejandra del Campo González. Jefa del Dpto. de Recursos Financieros y Materiales
- Adán Villarreal Márquez. Jefe de la Coordinación de Enlace y Gestión Técnica
- Lidia Marisa Hernández Estrada. Jefa del Departamento de Servicios Educativos
- Víctor Daniel Ríos García. Jefe de la Unidad de Informática
- Sara Silva Haro. Jefa del Departamento de Capital Humano

Vidsupra visión científica Vol. 16, No. 1, ENERO-JUNIO 2024, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Calle Sigma Núm. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: 618 8142091 y 618 8144540. <http://www.ciidirdurango.ipn.mx/vidsupra.html>. Editor responsable: Dr. Eduardo Sánchez Ortiz. Certificado de reserva de derechos No. 04-2023-122013590600-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN: en trámite. Responsable de la última actualización de este número, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Dr. Eduardo Sánchez Ortiz. Fecha de última modificación 30 de junio de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

* Fotografía de portada: Camino Durango a El Mezquital, Durango. Autor: M. en C. Daniel Ochoa García.

ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

CONTENIDO

2

IMPORTANCIA DE LA FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINAMIA DE LA VINCRISTINA EN EL TRATAMIENTO DE LA LEUCEMIA EN NIÑOS

María Fernanda Monroy Baroja, Ismael Lares-Asseff, Martha Sosa Macías, Jesús Alonso Gándara-Mireles

9

GLIFOSATO: TRENDING TOPIC EN EL MUNDO VERDE ¿SÍ O NO?

Felipe de J. Silerio-Vázquez, Erick A. Navarrete-Bueno, José B. Proal-Nájera

17

VICENTE GUERRERO, CUNA DEL CIIDIR-IPN UNIDAD DURANGO

Agustín Ángel Meré Rementería

IMPORTANCIA DE LA FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINAMIA DE LA VINCRISTINA EN EL TRATAMIENTO DE LA LEUCEMIA EN NIÑOS

María Fernanda Monroy Baroja¹, Ismael Lares-Asseff¹, Martha Sosa Macías¹, Jesús Alonso Gándara-Mireles¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) - Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220.

RESUMEN

La leucemia linfoblástica aguda (LLA) es el cáncer pediátrico más común a nivel mundial. Para el tratamiento de la LLA se emplean diversos medicamentos quimioterapéuticos, uno de estos es la vincristina (VCR). VCR inhibe la polimerización de los microtúbulos durante la división celular, causando la muerte de las células leucémicas. Sin embargo, el principal efecto adverso del uso de VCR es la neuropatía periférica inducida por VCR (NPV) que afecta la calidad de vida de los pacientes. Mediante el cálculo de los parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos se puede mejorar la eficacia terapéutica, reducir la toxicidad y mejorar la calidad de vida de los pacientes. El objetivo de este trabajo fue describir los datos fundamentales de la farmacocinética y farmacodinamia de VCR, así como sus efectos adversos en pacientes pediátricos con LLA.

ABSTRACT

Acute lymphoblastic leukemia (ALL) is the most common pediatric cancer worldwide. Various chemotherapeutic drugs are used in its treatment, one of these is vincristine (VCR). VCR inhibits the polymerization of microtubules during cell division, causing death of leukemic cells. However, the main adverse effect of this drug is vincristine-induced peripheral neuropathy (VIPN) which affects the quality of life of patients. By calculating pharmacokinetic and pharmacodynamic parameters, therapeutic efficacy and quality of life can be improved, while toxicity can be reduced. The objective of this article was to report the fundamental data on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of VCR, as well as its adverse effects in pediatric patients with ALL.

PALABRAS CLAVE:

Vincristina,
farmacocinética,
farmacodinamia

KEY WORDS:

V i n c r i s t i n e ,
pharmacokinetics,
pharmacodynamics

INTRODUCCIÓN

La leucemia linfoblástica aguda (LLA) es el cáncer pediátrico más común a nivel mundial, representa aproximadamente el 25% del diagnóstico de cáncer entre los niños menores de 15 años (Instituto Nacional del Cáncer, 2022). En el estado de Durango fue el cáncer más frecuente en pacientes pediátricos de ambos sexos (26-34%) durante el periodo de 2018 – 2021 (Gándara-Mireles *et al.*, 2023). La LLA es una proliferación maligna de células linfoides inmaduras que invaden la médula ósea, sangre y sitios extramedulares (Malard y Mohty, 2020); tiene una etiología multifactorial que incluye la interacción de factores ambientales, genéticos y nutricionales (Rivera-Luna *et al.*, 2015).

El tratamiento de LLA incluye las fases de inducción a la remisión, consolidación y mantenimiento a largo plazo, con profilaxis del sistema nervioso central (SNC) administrada en intervalos a lo largo de la terapia (Terwilliger y Abdul-Hay, 2017). El objetivo de la inducción a la remisión es disminuir la carga leucémica para que la enfermedad ya no sea detectable y reestablecer la hematopoyesis normal. Por lo general tiene una duración de 4 semanas y usualmente se utiliza una combinación que incluye un glucocorticoide, vincristina, L-asparaginasa y una antraciclina (Terwilliger y Abdul-Hay, 2017; Malard y Mohty, 2020). En la consolidación, el tratamiento se intensifica para reducir el número de células leucémicas que permanecen en el cuerpo y así aumentar las posibilidades de mantener el estado de remisión (Narayanan y Shami, 2012; Terwilliger y Abdul-Hay, 2017). La consolidación consiste en varios cursos secuenciales cortos de quimioterapia cada 2 semanas, generalmente con citarabina, metotrexato en dosis altas (>500 mg/m²), vincristina, asparaginasa, mercaptopurina y glucocorticoides, durante un periodo de 12 semanas (Malard y Mohty, 2020). Por lo general, la terapia de mantenimiento consiste en la administración de mercaptopurina y metotrexate semanal, con o sin vincristina, y pulsos de glucocorticoide cada 1-3 meses.

Esta terapia es administrada durante 2-3 años para prevenir que las células leucémicas proliferen y mantener la remisión (Childhood ALL Collaborative Group, 1996; Terwilliger y Abdul-Hay, 2017). Como se mencionó anteriormente, vincristina (VCR) es un medicamento que forma parte esencial de la quimioterapia utilizada en el tratamiento de los pacientes con LLA. Es un alcaloide de la vinca aislado de las hojas de la planta de bígaro de Madagascar, *Catharanthus roseus* (Agrawal, 2007). Se usa principalmente en LLA, enfermedad de Hodgkin, linfoma no Hodgkin, neuroblastoma, sarcoma y otros tipos de cáncer (Gaman *et al.*, 2020). El objetivo de este trabajo fue reportar los datos fundamentales de la farmacocinética y farmacodinamia de VCR, así como sus efectos adversos en pacientes pediátricos con LLA.

ESTRUCTURA QUÍMICA

La fórmula química de VCR es C₄₆H₅₆N₄O₁₀, tiene un peso molecular de 825.0 g/mol y contiene un núcleo de indol (porción de catarantina) y un núcleo de dihidroindol (porción de vindolina) conectados por un anillo de carbono-carbono y una función aldehídica unida al nitrógeno del resto indol central (Gaman *et al.*, 2020). El sulfato de VCR es un polvo blanco a blanquecino, debe almacenarse a 4°C y protegerse de la luz. Es estable durante al menos 6 meses a temperatura ambiente y es fácilmente soluble en agua y metanol, pero solo ligeramente soluble en etanol al 95% (Agrawal, 2007).

DOSIS

La dosis de VCR empleada en pacientes neonatos e infantes (<1 año o ≤ 12 kg) es de 0.02-0.05 mg/kg o 0.75-1.5 mg/m², mientras que en niños mayores se usa una dosis de 1.5 mg/m² una vez a la semana durante la fase de inducción a la remisión, con una dosis máxima de 2 mg por dosis, establecida principalmente de manera empírica relacionada con la neurotoxicidad (Moore y Pinkerton, 2009; Barnett *et al.*, 2022).

FARMACOCINÉTICA

La farmacocinética es el estudio de los medicamentos en el cuerpo después de su administración, en otras palabras, estudia lo que le sucede al fármaco una vez que ingresa en el organismo. Los cuatro procesos fundamentales que influyen en la farmacocinética de un compuesto son la absorción, distribución, metabolismo y excreción (Benet y Zia-Amirhosseini, 1995). Es importante considerar los parámetros farmacocinéticos de los medicamentos que reciben los pacientes debido a que nos pueden ayudar a reducir los efectos adversos y optimizar la eficacia terapéutica, lo que mejora el pronóstico del tratamiento.

Específicamente, VCR es administrada vía intravenosa y se distribuye rápidamente a través del cuerpo, se ha descrito que alrededor del 75% se une a proteínas séricas (Donigian y Owellen, 1973). En pacientes pediátricos se ha referido un área bajo la curva (ABC) de 78 ng/ml*h, un aclaramiento de 17.2 l/h/m² y una vida media de 14.6 horas (Skolnik et al., 2021). Su patrón de eliminación es trifásico, la fase alfa corresponde a un rápido descenso (5 minutos), la fase beta es una región intermedia angosta (2.3 horas) y la fase gamma es la región terminal más larga (85 horas), con un rango de vida media de eliminación de 19 a 155 horas (Nelson, 1982). La ventana terapéutica para neonatos e infantes (≤ 12 kg) es 33.6 – 130 $\mu\text{g/l*h}$, mientras que para pacientes mayores a 2 años es de 41.0 – 110 $\mu\text{g/l*h}$ (Barnett et al., 2022).

La VCR puede ser distribuida y acumulada en diferentes tejidos como el páncreas, hígado, mucosa intestinal, bazo, médula ósea, tiroides, glándula adrenal, riñón y pulmón. Esto limita su eficacia clínica debido a su capacidad de unión alta a tejido normal y limita la exposición a tejido tumoral (Said y Tsimberidou, 2014). VCR es metabolizada en el hígado por las enzimas del citocromo P450 (CYP), CYP3A4 y CYP3A5, que la transforman en el metabolito principal inactivo designado como M1.

El metabolito M1 surge como resultado de una escisión oxidativa del anillo de piperidina de la unidad dihidro-hidroxycatarantina, y en otros dos metabolitos secundarios, M2 y M4 (Dennison et al., 2006; 2007). Los transportadores de membrana del casete de unión a ATP (ABC), ABCB1, ABCC1, ABCC2, ABCC3, ABCC4, ABCC5, ABCC10 y RALBP1 juegan un papel importante en el transporte y eliminación de VCR. La excreción biliar de VCR es mediada por ABCB1 y ABCC2, mientras que este fármaco es transportado hacia la sangre por ABCC1 (Huang et al., 2006; Drake et al., 2007; Leveque y Jehl, 2007; Hopper-Borge et al., 2009; Lopez-Lopez et al., 2016; Pozzi et al., 2021).

Aproximadamente el 80% de la dosis administrada es excretada en las heces, el resto en la orina. Hasta el 33% de la dosis administrada se recupera en las heces a las 24 horas y 67% dentro de 72 horas (Agrawal, 2007; Jackson et al., 1978).

FARMACODINAMIA

La farmacodinamia es el estudio de las acciones bioquímicas y fisiológicas o los efectos de los fármacos en organismos vivos, es decir el mecanismo de acción del medicamento dentro del cuerpo (Vetterly y Howrie, 2020).

Con respecto a la farmacodinamia de VCR, ésta penetra en las células a través de varios mecanismos, incluyendo difusión pasiva y sistemas de transporte activo dependientes de energía y temperatura (Zhou y Rahmani, 1992). Una vez en el interior de las células, VCR inhibe la polimerización de los microtúbulos, al unirse a la subunidad α de heterodímeros de tubulina, por lo que detiene el crecimiento celular al interferir en la mitosis. Esta inhibición causa un arresto del ciclo celular en la metafase al interrumpir la organización mitótica particularmente en las fases M y S (Figura 1) (Diouf et al., 2016; Li et al., 2020; Shirazi-Tehrani et al., 2022).

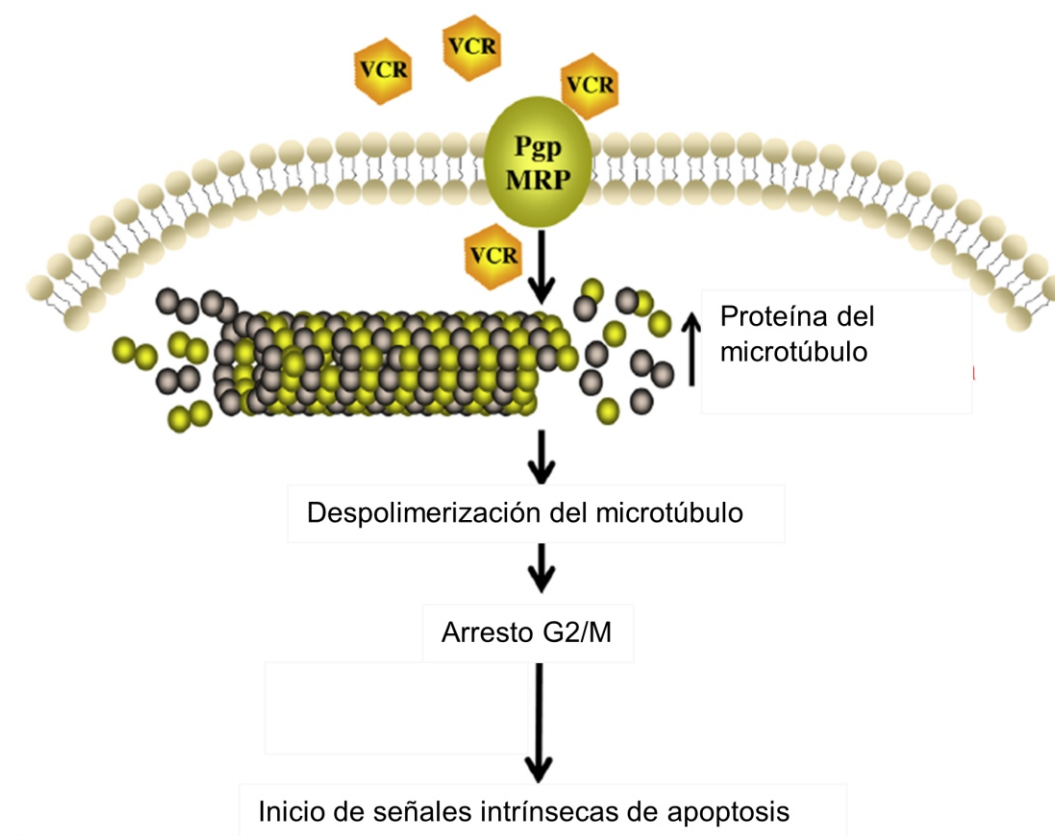


Figura 1. Mecanismo de acción de vincristina (VCR). Pgp: glicoproteína P; MRP: proteína de resistencia a multidrogas (Li *et al.*, 2020).

EFFECTOS ADVERSOS

El principal efecto adverso que limita la dosis de VCR es la neuropatía periférica inducida por vincristina (NPIV), que es una toxicidad acumulativa, esto significa que existe más riesgo de presentarla a medida que el paciente recibe más dosis a lo largo del tratamiento, aunque también se puede desarrollar en las primeras semanas del tratamiento (Kumar, 2016). La NPIV puede manifestarse de forma sensorial, motora y/o autonómica. La neuropatía sensorial por lo general incluye entumecimiento, hormigueo, y dolor neuropático experimentado bilateralmente en las extremidades superiores e inferiores.

Los pacientes pierden la habilidad de detectar toques ligeros, sensaciones de pinchazos, vibraciones y diferencias de temperatura cuando objetos fríos o calientes se aplican sobre la piel. Algunos individuos pueden experimentar ronquera y dolor en la mandíbula debido a los efectos dañinos de la VCR sobre los nervios craneales. La presencia de hiporreflexia y la reducción del reflejo del tendón profundo, son evidencia de NPIV sensorial y motora (Mora *et al.*, 2016). Otros síntomas motores son las anomalías en la motricidad gruesa como caída del pie o muñeca, o disminución de las habilidades de motricidad fina como escribir.

La neuropatía autonómica se presenta con constipación, íleo paralítico, disfunción de la vejiga e impotencia (Kumar, 2016). La mayoría de los síntomas se resuelven dentro de semanas o meses después de la interrupción del tratamiento, sin embargo, se han reportado secuelas a largo plazo (Hartman *et al.*, 2008).

La NPIV afecta la parte distal de los nervios largos (pies y manos) y tiene el riesgo de progresar más proximal cuando la condición empeora. Lo anterior es debido a que vincristina puede unirse fuertemente a los microtúbulos en los nervios periféricos que realizan un papel importante en el transporte axoplásmico (van de Velde *et al.*, 2021). Esta patología puede provocar la reducción de la dosis, retraso o interrupción de la quimioterapia, además de causar dolor, discapacidad, disminución de la calidad de vida de los pacientes y aumento de los costos médicos (Pozzi *et al.*, 2021; Triarico *et al.*, 2021).

Otros efectos adversos que se han reportado con el uso de VCR son neutropenia leve y anemia, el desarrollo de alopecia y sarpullido que dependen de la dosis y duración del tratamiento; los efectos secundarios a nivel gastrointestinal son constipación, calambre abdominal, náusea y vómito (Kumar, 2016). Asociación entre los parámetros farmacocinéticos y NPIV

De acuerdo con van de Velde *et al.* (2020), mediante el uso de dos instrumentos para evaluar prospectivamente la NPIV, ambas puntuaciones tanto para los Criterios Terminológicos Comunes para Eventos Adversos (CTCAE) y para el Puntaje Total de Neuropatía modificada pediátrica (ped-mTNS) se asociaron significativamente con el aclaramiento intercompartamental (CI-IC), con un CI-IC más alto asociado con NPIV. Mientras que los demás parámetros como aclaramiento, volumen de distribución del compartimento central (V_1) y volumen de distribución del compartimento periférico (V_2), así como los parámetros post-hoc (área bajo la curva (AUC) en plasma y concentración máxima (C_{max}) y AUC periférica y C_{max}) no se asociaron con ninguno de los resultados de NPIV.

CONCLUSIÓN

Al conocer los parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos de la VCR en pacientes pediátricos con LLA, es posible asociarlos con la presencia de efectos adversos ocasionados por la aplicación del medicamento como lo es la neurotoxicidad. Dichos parámetros pueden ser de gran utilidad para obtener la dosis de forma personalizada y precisa para cada paciente, con el objetivo de alcanzar la eficacia terapéutica, disminuir la toxicidad e incrementar la calidad de vida de los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, K. 2007. Vincristine. En: xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference (Eds: Enna, S.J., Bylund, D.B.). Elsevier. Países Bajos, pp.1-4.
- Barnett, S., Hellman, F., Parke, E., Makin, G., Tweddle, D., Osborne, C., *et al.* 2022. Vincristine dosing, drug exposure and therapeutic drug monitoring in neonate and infant cancer patients. *Eur J Cancer* 164:127-136.
- Barnett, S., Hellman, F., Parke, E., Makin, G., Tweddle, D., Osborne, C., *et al.* 2022. Vincristine dosing, drug exposure and therapeutic drug monitoring in neonate and infant cancer patients. *Eur J Cancer* 164:127-136.
- Benet, L., Zia-Amirhosseini, P. 1995. Basic Principles of Pharmacokinetics. *Toxicology Pathology* 23:115-123.
- Childhood ALL Collaborative Group. 1996. Duration and intensity of maintenance chemotherapy in acute lymphoblastic leukaemia: overview of 42 trials involving 12 000 randomised children. *Lancet* 347:1783-1788.
- Dennison, J., Jones, D., Renbarger, J., Hall, S. 2007. Effect of CYP3A5 expression on vincristine metabolism with human liver microsomes. *J. Pharmacol. Exp. Ther* 321:553-563.

- Dennison, J., Kulanthaivel, P., Barbuch, R., Renbarger, J., Ehlhardt, W., Hall, S. 2006. Selective metabolism of vincristine in vitro by CYP3A5. *Drug Metab Dispos* 34:1317-1327.
- Diouf, B., Crews, K., Evans, W. 2016. Vincristine pharmacogenomics: 'winner's curse' or a different phenotype? *Pharmacogenetics and Genomics* 26:51-52.
- Donigian, D., Owellen, R. 1973. Interaction of vinblastine, vincristine and colchicine with serum proteins. *Biochem. Pharmacol* 22:2113-2119.
- Drake, K.J., Singhal, J., Yadav, S., Nadkar, A., Pungaliya, C., Singhal, S.S., Awasthi, S. 2007. RALBP1/RLIP76 mediates multidrug resistance. *International Journal of Oncology* 30:139-144.
- Gándara-Mireles, J., Lares-Asseff, I., Reyes, E., Córdova, L., Carrete, F., Escamilla, L., Loera, V., Grijalva, J., Molina, J., Patrón, L., *et al.* 2023. New Insights into the Epidemiology of Cancer at the State Center of Cancerology of Durango, Mexico. *Biomed J Sci & Tech Res.* 50:41197-41202.
- Gaman, A.M., Egbuna, C., Gaman, M.A. 2020. Natural bioactive lead compounds effective against haematological malignancies. En: *Phytochemicals as Leads Compounds for New Drug Discovery* (Eds: Egbuna, C., Kumar, S., Ifemeje, J., Ezzat, S., Kalivaperumal, S.). Elsevier. Países Bajos, pp. 95-115.
- Hartman, A., van den Bos, C., Stijnen, T., Pieters, R. 2008. Decrease in Peripheral Muscle Strenght and Ankle Dorsiflexion as Long-Term Side Effects of Treatment for Childhood Cancer. *Pediatr Blood Cancer* 50:833-837.
- Hopper-Borge, E., Xu, X., Shen, T., Shi, Z., Chen, Z., Kruh, G.D. 2009. Human Multidrug Resistance Protein 7 (ABCC10) is a Resistance Factor for Nucleoside Analogs and Epothilone B. *Cancer Res* 69:178-184.
- Huang, R., Murry, D.J., Kolwankar, D., Hall, S.D., Foster, D.R. 2006. Vincristine transcriptional regulation of efflux drug transporters in carcinoma cell lines. *Biochemical Pharmacology* 71:1695-1704.
- Instituto Nacional del Cáncer. 2022. Surveillance, Epidemiology, and End Results Program: SEER Cancer Stat Facts: Childhood Leukemia (Ages 0–19). Bethesda, Md: DCCPS, Surveillance Research Program.
- Jackson, D., Mandford, M.D., Castle, C., Bender, R. 1978. Biliary excretion of vincristine. *Clin. Pharmacol. Ther* 24:101-107.
- Kumar, A. 2016. Vincristine and vinblastine: A review. *IJMPS* 6:23-30.
- Leveque, D., Jehl, F. 2007. Molecular Pharmacokinetics of Catharanthus (Vinca) Alkaloids. *Journal of Clinical Pharmacology* 47:579-588.
- Li, G., Hu, Y., Li, D., Zhang, Y., Guo, H., Li, Y., *et al.* 2020. Vincristine-induced peripheral neuropathy: A mini-review. *Neurotoxicology* 81:161-171.
- Lopez-Lopez, E., Gutierrez-Camino, A., Astigarraga, I., Navajas, A., Echebarria-Barona, A., Garcia-Miguel, P., *et al.* 2016. Vincristine pharmacokinetics pathway and neurotoxicity during early phases of treatment in pediatric acute lymphoblastic leukemia. *Pharmacogenomics* 17:731-741.
- Malard, F., Mohty, M. 2020. Acute lymphoblastic leukaemia. *Lancet* 395:1146-1162.
- Moore, A., Pinkerton, R. 2009. Vincristine: Can Its Therapeutic Index Be Enhanced? *Pediatr Blood Cancer* 53:1180-1187.
- Mora, E., Lavoie, E., Donohoe, C., Hertz, D. 2016. Vincristine-induced peripheral neuropathy in pediatric cancer patients. *Am J Cancer Res* 2016:2416-2430.
- Narayanan, S., Shami, P. 2012. Treatment of acute lymphoblastic leukemia in adults. *Crit Rev Oncol Hematol.* 81:94-102.
- Nelson, R. 1982. The comparative clinical pharmacology and pharmacokinetics of vindesine, vincristine, and vinblastine in human patients with cancer. *Med. Pediatr. Oncol* 10:115-127.

- Pozzi, E., Fumagalli, G., Chiorazzi, A., Canta, A., Cavaletti, G. 2021. Genetic factor influencing the development of vincristine-induced neurotoxicity. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology* 2:215-226.
- Rivera-Luna, R., Cárdenas-Cardos, R., Olaya-Vargas, A., Shalkow-Klincovstein, J. 2015. El niño de población abierta con cáncer en México. Consideraciones epidemiológicas. *An Med (Mex)* 60:91-97.
- Said, R., Tsimberidou, A. 2014. Pharmacokinetic evaluation of vincristine for the treatment of lymphoid malignancies. *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol.* 10:483-494.
- Shirazi-Tehrani, E., Vafadar, A., Keshavarzi, M., Firouzabadi, N. 2022. Anticancer properties of vincristine is modulated by microRNAs in acute lymphoblastic leukemia Nalm6 cell line. *Anti-Cancer Drugs* 33:e680-e685.
- Skolnik, J., Hall, D., Barkauskas, D., Moorthy, G., Larson, T., Fox, E., *et al.* 2021. Toxicity and Pharmacokinetics of Actinomycin-D and Vincristine in Children and Adolescents: Children's Oncology Study ADVL06B1. *Cancer Chemother Pharmacol* 88:359-365.
- Terwilliger, T., Abdul-Hay, M. 2017. Acute lymphoblastic leukemia: a comprehensive review and 2017 update. *Blood Cancer Journal* 7:e577.
- Triarico, S., Romano, A., Attina, G., Capozza, M., Maurizi, P., Mastrangelo, S., *et al.* 2021. Vincristine-Induced Peripheral Neuropathy (NPIV) in Pediatric Tumors: Mechanisms, Risk Factors, Strategies of Prevention and Treatment. *Int. J. Mol.* 22:4112.
- Vetterly, C., Howrie, D. 2020. A Pharmacokinetic and Pharmacodynamic Review. En: *Critical Care of Children with Heart Disease*. (Eds: Munoz, R.A., Morell, V.O., DaCruz, E.M., Vetterly, C.G., DaSilva, J.P.). Springer. Suiza, pp. 97-100.
- van de Velde, M., Panetta, J., Wilhelm, A., van den Berg, M., van der Sluis, I., van den Bos, C., *et al.* 2020. Population Pharmacokinetics of Vincristine Related to Infusion Duration and Peripheral Neuropathy in Pediatric Oncology Patients. *Cancers* 12:1789.
- van de Velde, M., van de Berg, M., Kaspers, G., Abbink, F., Twisk, J., van der Sluis, I., *et al.* 2021. The association between vincristine-induced peripheral neuropathy and health-related quality of life in children with cancer. *Cancer Medicine* 10:8172-8181.
- Zhou, X., Rahmani, R. 1992. Preclinical and Clinical Pharmacology of Vinca Alkaloids. *Drugs* 44:1-16.

GLIFOSATO: TRENDING TOPIC EN EL MUNDO VERDE ¿SÍ O NO?

Felipe de J. Silerio-Vázquez¹, Erick A. Navarrete-Bueno¹ y José B. Proal-Nájera¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Código Postal 34220 Durango Dgo, México.

RESUMEN

La controversia sobre el glifosato, un herbicida muy usado en la agricultura global, ha generado un intenso debate en México. Este herbicida, eficaz para controlar malezas y aumentar rendimientos, también plantea preocupaciones de salud y medio ambiente. Estudios lo asocian con riesgos de cáncer y trastornos hormonales, y su toxicidad afecta a organismos acuáticos y la biodiversidad. A favor del glifosato, se destaca su rol en la labranza mínima y siembra directa, prácticas que conservan el suelo y la humedad. Es más económico que otros herbicidas y, bien manejado, es seguro para los trabajadores agrícolas. Sin embargo, su uso excesivo ha generado malezas resistentes, complicando el manejo de cultivos y aumentando costos. El debate en México requiere equilibrar beneficios económicos y riesgos ambientales y de salud. Regulaciones en muchos países establecen límites de residuos en alimentos para seguridad, pero la presión pública y evidencia científica sugieren reevaluar estas políticas. Una solución podría ser regular más estrictamente el glifosato y promover prácticas agrícolas sostenibles, basándose en evidencia científica y un diálogo abierto. El artículo examina los argumentos a favor y en contra del uso del glifosato, así como las perspectivas sobre cómo abordar esta cuestión de manera equilibrada y basada en evidencia científica.

Palabras clave:

Riesgos para la salud, impacto ambiental, prácticas agrícolas.

ABSTRACT

The controversy over glyphosate, a widely used herbicide in global agriculture, has sparked intense debate in Mexico. This herbicide, effective for controlling weeds and increasing yields, also raises health and environmental concerns. Studies link it to cancer risks and hormonal disorders, and its toxicity affects aquatic organisms and biodiversity. On the pro-glyphosate side, its role in minimum tillage and no-till farming is highlighted, practices that help conserve soil and moisture. It is more economical than other herbicides and, when properly managed, is considered safe for agricultural workers. However, its excessive use has led to resistant weeds, complicating crop management and increasing costs. The debate in Mexico requires balancing economic benefits with environmental and health risks. Regulations in many countries set residue limits in food for safety, but public pressure and scientific evidence suggest a need to reassess these policies. One solution could be stricter regulation of glyphosate and the promotion of sustainable agricultural

Keywords:

Health risks, environmental impact, agricultural practices.

practices, based on scientific evidence and open dialogue. This article examines the arguments for and against glyphosate use, as well as perspectives on how to address this issue in a balanced and evidence-based manner.

INTRODUCCIÓN

La controversia en torno al uso del glifosato, un herbicida ampliamente utilizado en la agricultura mundial, ha generado un intenso debate que divide a la sociedad. En México, este debate ha cobrado relevancia en los últimos años, desencadenando discusiones encendidas y llamados tanto a su prohibición total como a su regulación más estricta (Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2021). Este herbicida, eficaz en el control de malezas, ha captado la atención no solo de la comunidad científica y las autoridades reguladoras, sino también del público en general, que demanda transparencia y acción en materia de protección ambiental y salud pública (Rezende *et al.*, 2021).

El glifosato ha sido objeto de atención por sus posibles efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. Diversos estudios científicos han señalado preocupaciones sobre su toxicidad y su potencial carcinogénico, así como su impacto en la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos y terrestres (Singh *et al.*, 2024; Vasseur *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). Por otro lado, existen argumentos a favor de su uso regulado, destacando los beneficios económicos para la agricultura y la necesidad de mantener la producción para garantizar la seguridad alimentaria. En la Figura 1 se resumen los principales argumentos que apoyan ambas posturas. Es fundamental analizar de manera objetiva y exhaustiva los aspectos relacionados con el uso del glifosato, considerando tanto sus riesgos como sus beneficios. Esta discusión involucra a expertos, autoridades, agricultores, consumidores y la sociedad en su conjunto, que se ven directamente afectados por las decisiones al respecto. Este artículo ofrece una visión equilibrada sobre el uso del glifosato, un tema de actualidad en el ámbito de la agricultura sostenible.

A través de una revisión de la literatura existente, se presentan las ventajas y desventajas de este herbicida ampliamente utilizado, proporcionando al lector no especializado una perspectiva informada para comprender mejor la controversia que rodea su uso. Esta síntesis accesible busca fomentar un debate más informado sobre el papel del glifosato en la agricultura moderna y sus implicaciones para el medio ambiente y la salud pública.

En este artículo, examinaremos los argumentos a favor y en contra del uso del glifosato, así como las perspectivas sobre cómo abordar esta cuestión de manera equilibrada y basada en evidencia científica.

ARGUMENTOS A FAVOR DE LA PROHIBICIÓN

Una de las principales preocupaciones sobre el uso del glifosato es la presencia de residuos en los alimentos y su posible impacto en la salud humana. Estudios han detectado trazas de glifosato en productos alimenticios como cereales, frutas y verduras, lo que genera inquietud sobre la seguridad de los consumidores. La ingesta continuada de alimentos con residuos de glifosato podría estar vinculada a problemas de salud. A pesar de que las autoridades reguladoras han establecido límites máximos de residuos para garantizar la seguridad, la falta de consenso científico sobre los efectos a largo plazo del glifosato alimenta el debate. Los consumidores demandan una mayor transparencia y controles más rigurosos para minimizar la exposición a este herbicida (Soares *et al.*, 2021). Estas preocupaciones han llevado a algunos países a reevaluar sus políticas sobre el uso de glifosato, y a considerar la implementación de medidas más estrictas para proteger la salud pública (Meftaul *et al.*, 2020).



Figura 1. Principales argumentos a favor de la prohibición del glifosato y de la regulación del glifosato.

Varios estudios han relacionado la exposición al glifosato con un mayor riesgo de desarrollar cáncer, problemas reproductivos, trastornos hormonales y otras afecciones de salud. En particular, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (CIRC, por sus siglas en francés; IARC, por sus siglas en inglés), una rama de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha clasificado al glifosato como "probablemente cancerígeno para los humanos" basándose en evidencias de estudios en animales y en seres humanos. Este herbicida ha sido asociado con el linfoma no Hodgkin, un tipo de cáncer del sistema inmunológico. Además, investigaciones han señalado que el glifosato puede actuar como un interruptor endocrino, alterando el equilibrio hormonal y afectando el sistema reproductivo. También se ha observado que la exposición crónica al glifosato puede llevar a problemas hepáticos y renales (Singh *et al.*, 2024). La creciente evidencia científica ha suscitado preocupaciones significativas sobre la seguridad del glifosato, impulsando llamados a su prohibición o a la implementación de

regulaciones más estrictas para proteger la salud pública.

El uso excesivo y continuado del glifosato ha llevado al desarrollo de malezas resistentes, un problema agrícola significativo. Las malezas resistentes al glifosato son capaces de sobrevivir y proliferar a pesar de las aplicaciones del herbicida, lo que obliga a los agricultores a emplear dosis mayores o a utilizar herbicidas adicionales. Este fenómeno, conocido como resistencia de malezas, complica el manejo de los cultivos y puede incrementar los costos de producción.

Los agricultores también pueden verse obligados a recurrir a métodos de control de malezas más intensivos y menos sostenibles, como el arado frecuente, lo que puede exacerbar la erosión del suelo y reducir su fertilidad a largo plazo (Müller, 2021). La resistencia de malezas no solo pone en riesgo la eficiencia de los métodos de control actuales, sino que también amenaza la viabilidad económica de las explotaciones agrícolas (Gage *et al.*, 2019). Abordar este problema requiere un enfoque integrado que

combine prácticas de manejo de malezas sostenibles con la investigación continua sobre alternativas al glifosato.

El glifosato es conocido por su toxicidad para organismos acuáticos y su capacidad de contaminar fuentes de agua. Cuando se aplica en grandes cantidades, el glifosato puede escurrirse a ríos, lagos y acuíferos subterráneos, poniendo en riesgo la vida acuática. Organismos como peces, anfibios y microorganismos acuáticos son particularmente vulnerables a su toxicidad. Además, el glifosato no es selectivo, lo que significa que puede eliminar plantas no objetivo, afectando la biodiversidad de los ecosistemas terrestres. Esto tiene un impacto en las cadenas alimenticias y en el equilibrio de los hábitats naturales. La eliminación de plantas nativas y la alteración de los hábitats pueden llevar a la pérdida de especies locales y a la reducción de la diversidad genética (Meftaul *et al.*, 2020). El impacto ambiental del glifosato es una preocupación creciente, ya que su uso extensivo y prolongado puede tener consecuencias duraderas y difíciles de revertir para los ecosistemas (Arshad *et al.*, 2024).

Algunos estudios sugieren que el glifosato puede ser perjudicial para las abejas y otros insectos polinizadores, esenciales para la polinización de muchos cultivos y plantas silvestres (Farina *et al.*, 2019; Tan *et al.*, 2022). Las abejas, en particular, son vitales para la producción agrícola y la biodiversidad. El glifosato puede afectar a las abejas de diversas maneras, incluyendo la reducción de su capacidad para buscar alimento y la alteración de su microbiota intestinal, lo que puede debilitar su sistema inmunológico y hacerlas más susceptibles a enfermedades. La exposición al glifosato también puede afectar el desarrollo larval de las abejas y reducir su tasa de supervivencia. Estos efectos negativos sobre los polinizadores pueden tener repercusiones amplias en la producción de alimentos y en la salud de los ecosistemas naturales. La disminución de las poblaciones de polinizadores es una preocupación global, y el uso de glifosato es uno de los muchos factores que contribuyen a esta tendencia alarmante (Battisti *et al.*, 2021).

La protección de los polinizadores requiere una revisión cuidadosa de los herbicidas utilizados y la promoción de prácticas agrícolas que sean seguras para estos insectos cruciales.

El glifosato puede persistir en el suelo durante períodos prolongados, afectando la fertilidad del suelo y la actividad microbiana (Singh *et al.*, 2020a). Aunque se considera que el glifosato se descompone en el suelo, su residuo puede permanecer y acumularse, alterando las propiedades físicas y químicas del suelo (Singh *et al.*, 2020b). Esta acumulación puede inhibir el crecimiento de las plantas y reducir la disponibilidad de nutrientes esenciales (Sang *et al.*, 2021). Además, el glifosato puede afectar negativamente a los microorganismos del suelo, como bacterias y hongos, que desempeñan roles cruciales en la descomposición de la materia orgánica y en la recirculación de los nutrientes (Zabaloy *et al.*, 2022). La alteración de estas comunidades microbianas puede tener efectos cascada sobre la salud del suelo y la productividad de los cultivos (Ojelade *et al.*, 2022). La preocupación por la contaminación del suelo con glifosato ha llevado a una mayor investigación sobre sus efectos a largo plazo y la búsqueda de prácticas agrícolas que minimicen su impacto negativo (Marques *et al.*, 2021).

PERSPECTIVAS A FAVOR DEL USO REGULADO

El glifosato es ampliamente reconocido por su eficacia y economía en el control de malezas, lo que contribuye significativamente a aumentar los rendimientos de los cultivos. Algunos argumentan que no existen alternativas igualmente efectivas y asequibles al glifosato para el control de malezas en ciertos cultivos (Beckie *et al.*, 2019; Parven *et al.*, 2024). El glifosato es valorado por su amplio espectro de acción y su capacidad para eliminar una gran variedad de malezas con una sola aplicación, lo que simplifica las prácticas de manejo agrícola. Alternativas como los herbicidas biológicos, la rotación de cultivos, y el manejo integrado de plagas pueden

ser menos eficaces, más costosas o más laboriosas de implementar. En particular, en cultivos como la soja, el maíz y el algodón, que son extensamente cultivados en sistemas de agricultura a gran escala, el glifosato ha sido fundamental para mantener la eficiencia y la rentabilidad (Beckie *et al.*, 2020).

Este herbicida no selectivo actúa sobre una amplia gama de especies de malezas, incluyendo tanto hierbas anuales como perennes. Al inhibir una enzima esencial para el crecimiento de las plantas, el glifosato elimina eficazmente las malezas, permitiendo que los cultivos crezcan sin competencia por recursos como nutrientes, agua y luz. La eficiencia del glifosato facilita la gestión agrícola, ya que una sola aplicación puede controlar múltiples especies de malezas, reduciendo la necesidad de múltiples tratamientos con diferentes productos. Además, su uso ha sido integral en la adopción de cultivos transgénicos resistentes al glifosato, lo que ha optimizado aún más la producción agrícola (Gage *et al.*, 2019). La falta de alternativas viables presenta un desafío significativo, ya que los agricultores podrían enfrentarse a una mayor complejidad en el manejo de malezas y a un aumento en los costos operativos, afectando la productividad general de la agricultura (Monteiro and Santos, 2022).

El uso de glifosato ha facilitado la adopción de prácticas de labranza mínima o siembra directa, que son métodos agrícolas clave para la conservación del suelo. Estas prácticas reducen la necesidad de arar la tierra, lo que a su vez disminuye la erosión del suelo y contribuye a la conservación de la humedad. La labranza mínima también favorece la salud del suelo al mantener su estructura y proporcionar un entorno adecuado para que los microorganismos beneficiosos prosperen (Angon *et al.*, 2023; Wynn and Webb, 2022). Además, al evitar la alteración constante del suelo, se preserva el contenido de materia orgánica, lo que mejora la fertilidad a largo plazo. La siembra directa, en particular, permite plantar cultivos directamente sobre los restos de la

cosecha anterior, creando una capa protectora que reduce la evaporación de agua y mejora la retención de humedad (Beckie *et al.*, 2020). Estas prácticas no solo son beneficiosas para el medio ambiente, sino que también pueden mejorar la rentabilidad de las explotaciones agrícolas al reducir los costos asociados con la preparación del terreno (Neve *et al.*, 2024).

El glifosato es relativamente barato en comparación con otros herbicidas, lo que permite a los agricultores reducir significativamente los costos de producción (Rivas-Garcia *et al.*, 2022). La accesibilidad económica del glifosato lo ha convertido en una herramienta clave para los agricultores, especialmente en contextos de agricultura a gran escala. Su costo reducido, combinado con su eficacia en el control de una amplia gama de malezas, permite a los agricultores maximizar sus rendimientos sin incurrir en gastos elevados. Esto es particularmente importante en regiones donde los márgenes de ganancia son estrechos y el control de costos es crucial para la viabilidad económica de las explotaciones agrícolas. Además, el ahorro en costos de herbicidas permite a los agricultores invertir en otras áreas de la producción, como mejoras en la tecnología agrícola, prácticas de sostenibilidad o diversificación de cultivos (González-MoscOSO *et al.*, 2023). Sin embargo, es esencial equilibrar estos beneficios económicos con las consideraciones de seguridad y sostenibilidad a largo plazo.

Cuando se maneja adecuadamente, el glifosato es considerado menos tóxico para los trabajadores agrícolas que algunos otros herbicidas. Las prácticas de manejo seguro y el uso de equipo de protección personal adecuado pueden minimizar significativamente los riesgos asociados con su aplicación. A diferencia de algunos herbicidas que tienen altos niveles de toxicidad aguda, el glifosato presenta un perfil de seguridad más favorable bajo condiciones de uso correcto. Las normativas de seguridad laboral y las capacitaciones específicas sobre el

uso seguro del glifosato contribuyen a proteger la salud de los trabajadores agrícolas, reduciendo la exposición a productos químicos peligrosos. Sin embargo, es crucial seguir monitoreando y revisando las prácticas de aplicación para asegurar que los trabajadores no estén expuestos a niveles perjudiciales de glifosato (Gillezeau *et al.*, 2019). La educación continua y el cumplimiento de las regulaciones de seguridad son esenciales para mantener un entorno laboral seguro en la agricultura.

En muchos países, el uso de glifosato está regulado y se establecen límites máximos de residuos en los alimentos para garantizar la seguridad del consumidor. Estas regulaciones son implementadas por agencias gubernamentales que evalúan la seguridad y los riesgos potenciales del glifosato mediante estudios científicos rigurosos. Los límites máximos de residuos son diseñados para proteger la salud pública, asegurando que los niveles de glifosato en los alimentos estén por debajo de los umbrales considerados seguros (Vicini *et al.*, 2021). Las normativas también suelen incluir directrices sobre la correcta aplicación del herbicida, tiempos de carencia antes de la cosecha y métodos de monitoreo y evaluación continuos. Además, las regulaciones a menudo requieren la revisión y actualización periódica de los datos de seguridad a medida que surgen nuevas investigaciones (Novotny, 2022). Este marco regulatorio es crucial para equilibrar los beneficios agronómicos del glifosato con la necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente, asegurando que su uso sea seguro y sostenible.

CONCLUSIONES

El debate en torno al uso del glifosato es complejo y multifacético, involucrando consideraciones sobre seguridad alimentaria, salud pública, impacto ambiental y viabilidad económica de la agricultura.

La decisión sobre el futuro del glifosato en México requiere un análisis exhaustivo y objetivo, que considere tanto los aspectos económicos como los ambientales y de salud. Existen preocupaciones respaldadas por diversos estudios sobre los posibles riesgos del glifosato para la salud humana, incluyendo su potencial carcinogénico, efectos sobre el sistema endocrino y reproductivo, y presencia de residuos en alimentos.

Estas inquietudes han llevado a algunos países a reevaluar y restringir su uso. El uso indiscriminado y prolongado del glifosato puede tener impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación de fuentes de agua, la reducción de la biodiversidad y la afectación de organismos como abejas y otros polinizadores esenciales. Es crucial adoptar prácticas agrícolas sostenibles para minimizar estos impactos.

Sin embargo, el glifosato también presenta ventajas significativas en términos de eficacia en el control de malezas, facilitación de la labranza mínima y conservación del suelo, accesibilidad económica para los agricultores, y un perfil de seguridad favorable cuando se maneja adecuadamente. Además, en algunos cultivos no existen alternativas igualmente efectivas y asequibles. En muchos países, el uso de glifosato está regulado con límites máximos de residuos y directrices para garantizar la seguridad del consumidor y proteger la salud pública y el medio ambiente.

Una solución equilibrada para México podría implicar una regulación más estricta del uso del herbicida, promoviendo al mismo tiempo prácticas agrícolas sustentables y la búsqueda activa de alternativas viables. Es fundamental que esta decisión se base en la mejor evidencia científica disponible y en un diálogo abierto y transparente entre todos los actores involucrados, considerando tanto los beneficios económicos como los riesgos ambientales y de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara-de la Cruz, R., Cruz-Hipolito, H. E., Domínguez-Valenzuela, J. A., & De Prado, R. 2021. Glyphosate ban in Mexico: potential impacts on agriculture and weed management. *Pest Management Science* 77:3820–3831.
- Angon, P. B., Anjum, N., Akter, M. M., KC, S., Suma, R. P., & Jannat, S. 2023. An Overview of the Impact of Tillage and Cropping Systems on Soil Health in Agricultural Practices. *Advances in Agriculture* 2023:1–14.
- Arshad, M. A., Rouf, S., Abbas, R. N., Aleem, K., Sarwar, A., Shahbaz, Z., Baloch, R., Rehman, H. ur, & Masood, M. T. 2024. Environmental Benefits and Risks of Herbicides Use in Forestry – Review. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences* 9: 23–35.
- Battisti, L., Potrich, M., Sampaio, A. R., de Castilhos Ghisi, N., Costa-Maia, F. M., Abati, R., dos Reis Martinez, C. B., & Sofia, S. H. 2021. Is glyphosate toxic to bees? A meta-analytical review. *Science of The Total Environment* 767:145397.
- Beckie, H. J., Flower, K. C., & Ashworth, M. B. 2020. Farming without Glyphosate? *Plants* 9: 96.
- Beckie, H. J., Smyth, S. J., Owen, M. D. K., & Gleim, S. 2019. Rewarding Best Pest Management Practices via Reduced Crop Insurance Premiums. *International Journal of Agronomy* 2019:1–11.
- Farina, W. M., Balbuena, M. S., Herbert, L. T., Mengoni Goñalons, C., & Vázquez, D. E. 2019. Effects of the Herbicide Glyphosate on Honey Bee Sensory and Cognitive Abilities: Individual Impairments with Implications for the Hive. *Insects* 10:354.
- Gage, K. L., Krausz, R. F., & Walters, S. A. 2019. Emerging Challenges for Weed Management in Herbicide-Resistant Crops. *Agriculture* 9:180.
- Gillezeau, C., van Gerwen, M., Shaffer, R. M., Rana, I., Zhang, L., Sheppard, L., & Taioli, E. 2019. The evidence of human exposure to glyphosate: a review. *Environmental Health* 18:2.
- González-Moscoso, M., Meza-Figueroa, D., Martínez-Villegas, N. V., & Pedroza-Montero, M. R. 2023. GLYPHOSATE IMPACT on human health and the environment: Sustainable alternatives to replace it in Mexico. *Chemosphere* 340: 139810.
- Marques, J. G. de C., Veríssimo, K. J. da S., Fernandes, B. S., Ferreira, S. R. de M., Montenegro, S. M. G. L., & Motteran, F. 2021. Glyphosate: A Review on the Current Environmental Impacts from a Brazilian Perspective. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 107: 385–397.
- Meftaul, I. M., Venkateswarlu, K., Dharmarajan, R., Annamalai, P., Asaduzzaman, M., Parven, A., & Megharaj, M. 2020. Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture? *Environmental Pollution* 263: 114372.
- Monteiro, A., & Santos, S. 2022. Sustainable Approach to Weed Management: The Role of Precision Weed Management. *Agronomy* 12:118.
- Müller, B. 2021. Glyphosate—A love story. Ordinary thoughtlessness and response-ability in industrial farming. *Journal of Agrarian Change* 21:160–179.
- Neve, P., Matzrafi, M., Ulber, L., Baraibar, B., Beffa, R., Belvaux, X., Farré, J. T., Mennan, H., Ringselle, B., Salonen, J., Soukup, J., Andert, S., Duecker, R., Gonzalez, E., Hamouzová, K., Karpinski, I., Travlos, I. S., Vidotto, F., & Kudsk, P. 2024. Current and future glyphosate use in European agriculture. *Weed Research* 64:181–196.

- Novotny, E. 2022. Glyphosate, Roundup and the Failures of Regulatory Assessment. *Toxics* 10:321.
- Ojelade, B. S., Durowoju, O. S., Adesoye, P. O., Gibb, S. W., & Ekosse, G.-I. 2022. Review of Glyphosate-Based Herbicide and Aminomethylphosphonic Acid (AMPA): Environmental and Health Impacts. *Applied Sciences* 12: 8789.
- Parven, A., Meftaul, I. M., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. 2024. Herbicides in modern sustainable agriculture: environmental fate, ecological implications, and human health concerns. *International Journal of Environmental Science and Technology*.
- Rezende, E. C. N., Carneiro, F. M., de Moraes, J. B., & Wastowski, I. J. 2021. Trends in science on glyphosate toxicity: a scientometric study. *Environmental Science and Pollution Research* 28:56432–56448.
- Rivas-Garcia, T., Espinosa-Calderón, A., Hernández-Vázquez, B., & Schwentesius-Rindermann, R. 2022. Overview of Environmental and Health Effects Related to Glyphosate Usage. *Sustainability* 14:6868.
- Sang, Y., Mejuto, J. C., Xiao, J., & Simal-Gandara, J. 2021. Assessment of glyphosate impact on the agrofood ecosystem. *Plants* 10: 1–22.
- Singh, R., Shukla, A., Kaur, G., Girdhar, M., Malik, T., & Mohan, A. 2024. Systemic Analysis of Glyphosate Impact on Environment and Human Health. *ACS Omega*, 9(6), 6165–6183.
- Singh, S., Kumar, V., Datta, S., Wani, A. B., Dhanjal, D. S., Romero, R., & Singh, J. 2020. Glyphosate uptake, translocation, resistance emergence in crops, analytical monitoring, toxicity and degradation: a review. *Environmental Chemistry Letters* 18:663–702.
- Singh, S., Kumar, V., Gill, J. P. K., Datta, S., Singh, S., Dhaka, V., Kapoor, D., Wani, A. B., Dhanjal, D. S., Kumar, M., Harikumar, S. L., & Singh, J. 2020. Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 7519.
- Soares, D., Silva, L., Duarte, S., Pena, A., & Pereira, A. 2021. Glyphosate use, toxicity and occurrence in food. *Foods* 10:1–22.
- Tan, S., Li, G., Liu, Z., Wang, H., Guo, X., & Xu, B. 2022. Effects of glyphosate exposure on honeybees. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 90:103792.
- Vasseur, C., Serra, L., El Balkhi, S., Lefort, G., Ramé, C., Froment, P., & Dupont, J. 2024. Glyphosate presence in human sperm: First report and positive correlation with oxidative stress in an infertile French population. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 278:116410.
- Vicini, J. L., Jensen, P. K., Young, B. M., & Swarthout, J. T. 2021. Residues of glyphosate in food and dietary exposure. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20:5226–5257.
- Wynn, S., & Webb, E. 2022. Impact assessment of the loss of glyphosate within the EU: a literature review. *Environmental Sciences Europe* 34:91.
- Zabaloy, M. C., Allegrini, M., Hernandez Guijarro, K., Behrends Kraemer, F., Morrás, H., & Erijman, L. 2022. Microbiomes and glyphosate biodegradation in edaphic and aquatic environments: recent issues and trends. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 38:98.
- Zhang, Q., Lei, C., Jin, M., Qin, G., Yu, Y., Qiu, D., Wang, Y., Zhang, Z., Zhang, Z., Lu, T., Peijnenburg, W. J. G. M., Gillings, M., Yao, Z., & Qian, H. 2024. Glyphosate Disorders Soil Enchytraeid Gut Microbiota and Increases Its Antibiotic Resistance Risk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 72: 2089–2099.

VICENTE GUERRERO, CUNA DEL CIIDIR-IPN UNIDAD DURANGO

Agustín Ángel Meré Rementería

Decano. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Código Postal 34220 Durango Dgo, México.

Características físicas y biológicas del municipio de Vicente Guerrero, Durango.

El municipio de Vicente Guerrero, Durango, se localiza en la región de los valles del sureste del estado, entre el paralelo 23° 43' 00" latitud norte y el meridiano 103° 59' 43" longitud oeste, a una altitud de 1,950 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Poanas, al noroeste con el municipio de Nombre de Dios, al este con el estado de Zacatecas y al sureste con el municipio de Súchil. Es el municipio más pequeño, con una superficie de 432.30 km² lo que equivale al 0.3% de la superficie total del estado. Se divide en 17 localidades, siendo las más importantes: Graceros, La Joya y Vicente Guerrero.

El terreno del municipio es relativamente plano, con pequeños lomeríos de poca y variada elevación. Hacia el oriente del valle se encuentran las sierras del Sacrificio, la de Órganos, la de los Lobos y el cerro del Papantón; que es la mayor altura del municipio, con sus 3,000 metros sobre el nivel del mar. Se asegura que el ilustre Barón de Humboldt en su gira científica por nuestro país, ascendió a la cima de esta montaña. La mayor parte del suelo es de uso agrícola, y la tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a propiedad privada y ejidal.

Esta región es atravesada por los ríos Súchil y Graceros, que fluyen paralelos y benefician a la agricultura y ganadería, además de dar belleza al paisaje por sus riberas arboladas.

El municipio tiene un clima templado subhúmedo. La temperatura media anual es de 17.4°C y una precipitación media anual de 500 a 600 mm, con régimen de lluvias en los meses de junio, julio y agosto; presentándose la primera helada en el mes de octubre y la última a finales de marzo o principios de abril.

Las nevadas son muy raras; sin embargo, bajo ciertas condiciones se suelen presentar.

Los vientos predominantes son los del sureste con velocidades menores a los 90 km/h, siendo los meses de febrero, marzo y primera quincena de abril, los de mayor intensidad; además, en el verano se reciben los vientos del océano Atlántico con poca humedad, pues se pierde al chocar con la Sierra Madre Oriental.

Su flora está compuesta de mezquites, huizaches, zacates y por distintas plantas anuales. A la orilla de los ríos los árboles dominantes son el sauce, álamo y sabino. También, se pueden mencionar los árboles cultivados, tales como: nogal, chabacano, durazno, higuera, etc. La fauna silvestre es variada, pudiéndose mencionar que existen en mayor número los conejos, liebres, palomas, coyotes, aves de rapiña, y aves migratorias como el ganso nevado, patos y golondrinas. También, se encuentran animales ponzoñosos, como la víbora de cascabel, tarántula, viuda negra, alacrán y los inofensivos vinagrillos (ó ambipligios), y las madres de alacrán (o solífugos). Lo anterior se complementa con la fauna doméstica como son los perros, gatos, aves de corral y ganado vacuno, equino, ovino y porcino.

Bosquejo histórico del municipio de Vicente Guerrero, Durango.

Los primeros habitantes de esta región del estado de Durango, llevaron una vida extremadamente móvil, pero a pesar del nomadismo, los cazadores recolectores demostraron con el tiempo su fácil adaptación al medio ambiente al que llegaban. Como en ese tiempo no existían fronteras, tanto una tribu como otra escogía los territorios que más les redituaba para poder vivir y comenzar a construir sus propios asentamientos, que de acuerdo a sus conocimientos iban desde los más simples hasta los que nos dejan sorprendidos por sus grandes adelantos científicos y astrológicos. Estas tierras del sur de Durango, fueron habitadas por tribus Nahoas, quienes fundaron el reino de Michis, cuya ciudad capital era La Michilía.

La región fue visitada por los conquistadores españoles alrededor de la mitad del siglo XVI, localizándose en ese entonces en la parte septentrional de la provincia de la Nueva Vizcaya, no muy lejos de San Martín, la frontera norte de la Nueva Galicia. Vázquez del Mercado, Ibarra, Tolosa y Colio, la recorrieron buscando fortuna o persiguiendo a las tribus Chichimecas, que hostilizaban los caminos mineros del norte de la Nueva España.

El capitán Pedro de Ahumada abrió las puertas de la conquista, al someter a las naciones confederadas de Zacatecos, Guachichiles y algunos pueblos Tepehuanos de El Mezquital, Peñón Blanco y Avino.

El área que actualmente comprende Vicente Guerrero, quedó dentro de la alcaldía de Nombre de Dios, región visitada por los misioneros de la orden Franciscana, a finales del siglo XVI, quienes se establecieron en dicha villa.

A finales del siglo XVIII aparece en escena don José del Campo Soberón y Larrea, conde del Valle de Súchil, propietario de varias haciendas de la región, entre ellas, la de Muleros, base de la cabecera municipal de Vicente Guerrero.

En Muleros, José Guadalupe Rodríguez, forma el ejido Vicente Guerrero, en 1920.

Súchil se convierte en un municipio independiente, y su cabecera municipal se traslada a la antigua Muleros, el 1° de febrero de 1923, donde se nombra a Muleros como Villa Vicente Guerrero. Por el decreto del 12 de noviembre de 1952, se divide el municipio de Súchil en dos, surgiendo Vicente Guerrero.

Así, el primer día del año de 1953, entra en vigor el decreto de creación del municipio de Vicente Guerrero en medio de la algarabía popular. El 8 de julio de 1976, la Villa de Vicente Guerrero se eleva a la categoría de Ciudad.

Para 1977, México y 26 países designaron de forma oficial sus Reservas de la Biósfera, en 118 zonas. La parte que comprende el municipio de Vicente Guerrero, sobre el Valle de Poanas, queda incluida la Reserva de la Biósfera de la Michilía, con 9,421 hectáreas. Está localizada a 75 kilómetros al sur de Durango, entre la Sierra de Michis y la Sierra úrica.

La feria conmemorativa es del 8 al 15 junio, fiesta en honor a San Antonio de Padua, patrono del lugar, con danzas, pólvora, misas y peregrinaciones por las calles de la comunidad.

Fundación del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral de la Comunidad Rural

El Instituto Politécnico Nacional en el año de 1976, implementó su política de descentralización de la investigación con la finalidad de favorecer el desarrollo armónico regional, mediante la mejor utilización de los recursos humanos, naturales y materiales de las diferentes zonas del país.

Con el fin de cumplir con este objetivo, en los últimos años de la década de los 70's se impulsó una modalidad trascendental, la cual consistió en crear Centros de Investigación que, mediante su presencia permanente en la región, abordaran de manera más intensa sus problemas.

En el bienio 1978-1979, la entonces Dirección de Graduados y de Investigación Científica y Tecnológica del Politécnico (actualmente Secretaría de Investigación y Posgrado), aprovechando la política institucional de descentralización de la investigación, estructuró un proyecto para la creación de un Centro de Actividades Científicas y Tecnológicas dedicado a la Investigación Interdisciplinaria, aplicada a resolver la problemática que en ese entonces presentaba el sector primario del estado de Durango. El proyecto fue presentado al Ing. Sergio Viñals Padilla y al Dr. Héctor Mayagoitia Domínguez, director general del Instituto Politécnico Nacional y Gobernador Constitucional del Estado de Durango, respectivamente, quienes lo vieron con agrado y decidieron apoyarlo, además con la participación del Dr. Armando Ochoa Solano, a la sazón director de Graduados e Investigación Científica y Tecnológica del I.P.N.

En aquel tiempo el Instituto de Ecología A.C., desarrollaba un Programa Nacional Indicativo de Ecología, del cual eran directores los Doctores Gonzalo Halffter Salas y Arturo Gómez Pompa; este programa pertenecía y era financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Como parte de sus trabajos el Programa Nacional Indicativo logró, con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), del gobierno del estado de Durango (encabezado por el Dr. Mayagoitia Domínguez) y del gobierno del Distrito Federal, se estableciera en Durango, La Reserva de la Biosfera de La Michilía, en la Sierra Madre Occidental y La Reserva de la Biosfera de Mapimí, en el desierto del mismo nombre. El Dr. Ochoa Solano trabajó en las reservas mencionadas y simultáneamente con el acuerdo y apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, del Ing. Viñals Padilla y del Dr. Mayagoitia Domínguez, estableció en Durango algunos proyectos como el de "Aprovechamiento del nopal" y otros que interesaban en el estado de Durango.

El Dr. Mayagoitia Domínguez integró un programa para establecer cultivos industrializables y fomentar la creación de las agroindustrias correspondientes; al frente del programa agroindustrial nombró al Dr. Ochoa Solano. Por lo tanto, este programa aunado a los proyectos que ya funcionaban en Durango, sirvió de base para que tiempo después se inaugurara el CIIDIR DURANGO.

En estas tierras de tan arraigada historia y acontecimientos nace el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral de la Comunidad Rural, Unidad Durango; en el inmueble marcado con el número 120 de la calle Hidalgo, del poblado de Vicente Guerrero, Durango. Su inauguración fue el 11 de Noviembre de 1979, por el Dr. Héctor Mayagoitia Domínguez, gobernador Constitucional del Estado de Durango; el Ing. Sergio Viñals Padilla, director general del Instituto Politécnico Nacional, el Dr. Armando Ochoa Solano, director de Graduados e Investigación Científica y Tecnológica del Politécnico y el Sr. Juan Trancoso González; presidente municipal de Vicente Guerrero, Durango.

En 1984, las Autoridades Centrales competentes del I.P.N. realizaron un estudio con el fin de darle al Centro, entre otras facultades, una mayor área de influencia que no se circunscribiera al estado de Durango, sino que en un caso justificado, pudiese actuar en los estados circunvecinos, dando como resultado final la modificación de su nombre al actual: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN UNIDAD DURANGO); basando, por lo tanto, su acción en la vinculación de la investigación con la problemática regional, dando así mayor cumplimiento a los objetivos con los que se creó el CIIDIR.

El CIIDIR Unidad Durango es un Centro de Investigación dependiente del Instituto Politécnico Nacional, por lo que su filosofía, objetivos y funciones, se derivan de los que el

Politécnico ha sustentado y fortalecido desde su creación, destacándose que la orientación de todas las actividades y tareas que el Centro desarrolla, están dadas por las necesidades sentidas de la población a la que se pretende servir, de tal forma, que las investigaciones que en él se realicen redunden en beneficio de las comunidades.

Los objetivos con los que el CIIDIR nació son:

- Realizar actividades científicas dirigidas a generar, modificar o aumentar el conocimiento sobre el sector primario de la región, desarrollando investigaciones de tipo aplicado, apoyándose en investigaciones básicas.

- Desarrollar los servicios de apoyo a las actividades de investigación y desarrollo experimental.

- Generar capital humano a nivel de educación media, superior y posgrado de alta calidad.

- Difundir el conocimiento generado a través de las fuentes de información que garanticen que éste, llegue a los usuarios potenciales.

El CIIDIR en ese entonces estaba organizado en seis módulos de investigación, cada uno con sus propios objetivos, metas y proyectos, dichos módulos eran:

- Introducción de nuevos cultivos Salud integral
- Apicultura
- Creación de agroindustrias
- Ecología
- Aprovechamiento de plantas de zonas áridas

Los proyectos se desarrollaban en un área de influencia que comprendía los municipios de: Vicente Guerrero, Nombre de Dios, Súchil, Poanas y El Mezquital, con una superficie total de 1'035,000 ha.

La plantilla de personal era de 17 personas, de las cuales 11 eran docentes y 6 no docentes.

El Centro tenía la siguiente infraestructura:

Un inmueble de 2 plantas con 390m² de construcción. El cual contenía los siguientes espacios físicos:

- Área de gobierno
- Sala de juntas
- Taller de usos múltiples
- Cinco laboratorios
- Biblioteca

La infraestructura con la que el CIIDIR-IPN Unidad Durango contaba en un inicio fueron:

- 3 vehículos
- 7 apiarios diseminados en el área de influencia
- Planta experimental en Tuitán, Nombre de Dios, Durango.

Hoy a 45 años de su fundación, el CIIDIR Durango ha evolucionado en todos los aspectos sin perder de vista su función sustantiva que es la investigación científica y tecnológica, concebida como un instrumento de innovación, cambio y bienestar social.

Asimismo, se ha modificado su estructura orgánico-funcional, con el fin de darle mayor operatividad a sus diferentes entidades; se han establecido vínculos inter e intrainstitucionales con los diferentes niveles de gobierno y con las Instituciones de educación superior e investigación, para llevar a cabo la formación e intercambio de investigadores; programas académicos de maestría en ciencias en gestión ambiental; de los doctorados en ciencias en Biotecnología, y Conservación del Patrimonio Paisajístico;

así como la movilidad nacional e internacional, la difusión de la ciencia en radio, televisión, revista Vidsupra, y diferentes redes sociales, la tecnología, el servicio externo y la impartición de cursos y diplomados, con la intención de mejorar

las líneas de investigación que puedan apoyar las necesidades de la población local y nacional, así como la incorporación al CIIDIR Durango, de las nuevas generaciones de estudiantes y profesionistas.



Figura 1. Inmueble donde nació el CIIDIR IPN Durango, “Casa Blanca”
Vicente Guerrero, Durango (Noviembre, 1979)

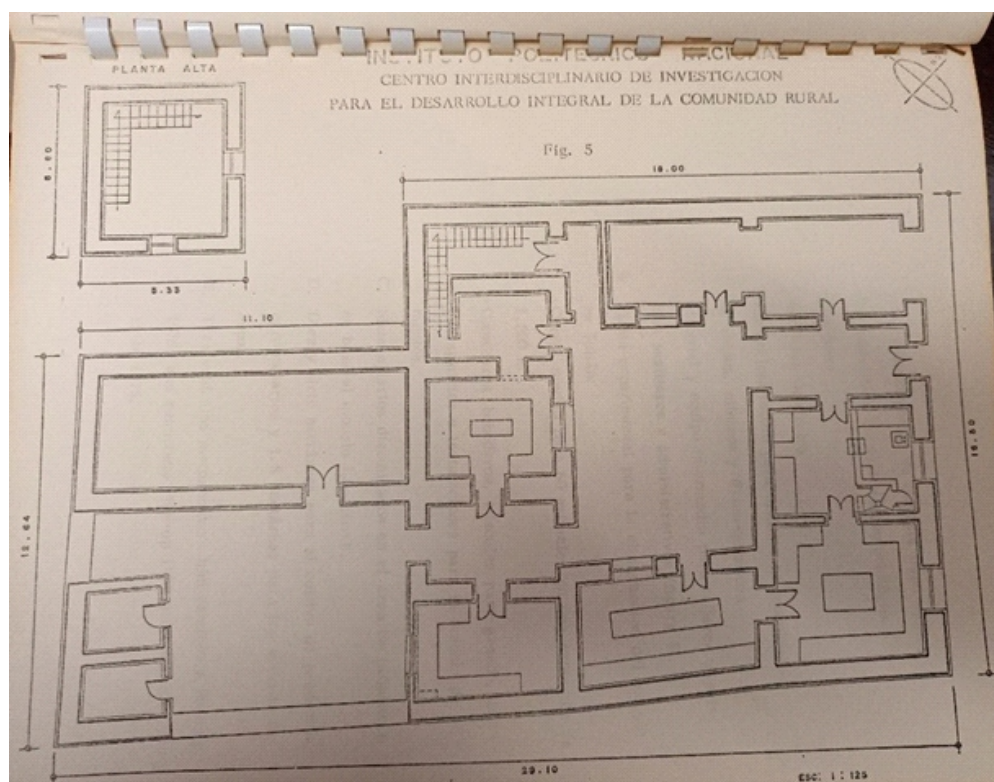


Figura 2. Bosquejo de la Casa Blanca



Fig. 3. Corte del Listón inaugural del CIIDIR-IPN Unidad Durango.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gobierno del Estado de Durango. 1988. Los municipios de Durango.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuaderno Estadístico Municipal. Vicente Guerrero, Durango. 2000

Meré Rementería, Agustín Ángel. 2023. Evolución histórica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango.

Ochoa Solano, Armando. 1979. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral de las Comunidades Rurales, Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Documento de análisis y discusión. Dirección de Graduados y de Investigación Científica y Tecnológica.

Rodríguez Venegas, Gabriel. 1998. Monografía del Municipio de Vicente Guerrero, Durango. Ed. Tiempo de Durango. Universidad de Texas. Digitalizado: 27 Junio 2008. 162 p.

Serrano Rodríguez, Porfirio. 1985. Estampas de mi pueblo: Ciudad Vicente Guerrero, Durango.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores que tengan interés en publicar en la revista VIDSUPRA del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN-Durango), deberán ajustarse a los lineamientos establecidos para artículos científicos originales e inéditos.

Las contribuciones quedarán dentro de los siguientes tipos de trabajos:

- a) Resultados de investigación o experimentales
- b) Notas científicas
- c) Estudios de revisión
- d) Divulgación: monografía, ensayo, tesis, reflexión y crítica.

Los trabajos experimentales deberán presentar resultados originales de investigación, que no hayan sido previamente publicados. Se dividirán en las siguientes secciones:

TÍTULO. A continuación del título irán el (los) nombre (s) del (los) autor (es), y en seguida, el nombre de la institución donde se generó el trabajo.

RESUMEN. Deberá contener no más de 250 palabras. Establecerá brevemente el propósito del trabajo y los principales resultados y conclusiones. Evitar citas bibliográficas, abreviaciones no comunes, pero si son necesarias, deben ser definidas.

PALABRAS CLAVE. Serán de tres a cinco.

ABSTRACT. Deberá tener los mismos lineamientos que el RESUMEN

KEY WORDS. Serán de tres a cinco.

INTRODUCCIÓN. En esta sección se brindarán los antecedentes adecuados y se establecerán los objetivos del trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se deberá proporcionar el suficiente detalle del trabajo experimental y de campo para que el trabajo pueda ser reproducido. Métodos ya publicados se pueden indicar con una referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La discusión deberá incluir la significancia de los resultados.

CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Revisar un número reciente para consultar el estilo de la presentación de las referencias bibliográficas.

Tablas y Figuras se entregarán en archivos independientes con las siguientes características:

- Formato .jpg. de alta resolución y tamaño grande.
- Figuras, cuadros y fotografías deben ir en blanco y negro o escala de grises.
- Las tablas no deben llevar bordes verticales
- Los títulos respectivos no deben formar parte de la tabla o la figura.

ENTREGA DE DOCUMENTOS

Los documentos originales se entregarán vía correo electrónico, en formato Word, a la dirección vidsupra@gmail.com dirigidos a la M.C. Rebeca Alvarez Zagoya.

La comisión editora se reserva los derechos para la selección y publicación de los trabajos.

Los artículos contenidos en la revista son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

PROCEDIMIENTO

Todos los trabajos que se envíen y cumplan con los lineamientos de este documento serán sometidos a revisión por parte de especialistas, con un estricto anonimato tanto de autores como de evaluadores.

La Coordinación Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

Cada autor principal recibirá un ejemplar del número de la revista en que es publicado su artículo.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

vidsupra@gmail.com

Revista VID SUPRA, CIIDIR IPN Unidad Durango
Sigma No. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II
Durango, Dgo., México, 34220
Tel. (618) 814 2091 y Fax (618) 814 4540
Teléfono de red IPN (55) 5729 6000 Ext. 82615

Los autores son los únicos responsables del material, textos e imágenes que utilizan en sus respectivos trabajos, debiendo respetar siempre los derechos de autor de terceras personas, por lo que la Revista no se hace responsable de lo contenido en este tema respecto al trabajo de los autores.

CIIDIR DURANGO

CENTRAL DE INSTRUMENTACIÓN

Central de Instrumentación

Laboratorios de fisicoquímica
y microbiología

Servicios

Análisis de alimentos
Análisis de agua
Análisis de suelos
Análisis de bebidas con
contenido alcohólico

Acreditaciones

Entidad Mexicana de Acreditación
Laboratorio de Ensayos
COFEPRIS
Laboratorio Tercero Autorizado



Informes:

DRA. LAURA SILVIA GONZÁLEZ VALDEZ
Coordinadora de la Central de Instrumentación CIIDIR IPN
Unidad Durango
Calle Sigma Núm. 119 Fracc. 20 de Nov. II
Durango, Dgo. México. C.P.34220
Tel (618) 814-20-91 Y 814 45 40 Extensiones: 82615 Y 82601
Correo electrónico: ci_dgo@ipn.mx