

*Evaluación del daño genotóxico y la supervivencia celular en neuroblastoma humano SH-SY5Y expuesto a radiación con fotones de alta energía.*

**Nombres y apellidos**

Rambal Del Oro Eimy Judith

Sánchez Suárez Valentina

Tovar Ballen Arwen Camila

Zambrano Mejía Yillian Rossel

**Código estudiantil:**

202213343459

202121636028

202211638652

202213344737

Trabajo de investigación del programa de Química y Farmacia

**Tutor(es):**

Ibeth Luna-Rodríguez

## RESUMEN

La exposición de células SH-SY5Y a radiación ionizante de alta energía se empleó para evaluar la relación dosis–respuesta en términos de supervivencia clonogénica. Las células se irradiaron con fotones de rayos X a dosis de 0, 10, 20, 30 y 40 Gy, y posteriormente se determinaron la eficiencia de plantado (PE) y la fracción de supervivencia (SF) mediante el ensayo clonogénico. Los resultados mostraron una disminución progresiva de la SF con el aumento de la dosis, describiendo un comportamiento dosis-dependiente característico. El modelo lineal–cuadrático ajustó adecuadamente los datos experimentales, obteniéndose parámetros  $\alpha = 0.148 \text{ Gy}^{-1}$  y  $\beta = -0.003 \text{ Gy}^{-2}$ , con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.97$ . Estos valores reflejan una radiosensibilidad intermedia y una capacidad limitada de reparación subletal, coherente con el origen neuronal parcialmente diferenciado de las SH-SY5Y. Los hallazgos confirman la utilidad del modelo lineal–cuadrático como herramienta para describir la respuesta radiobiológica en condiciones de irradiación aguda y constituyen una base cuantitativa para estudios posteriores de daño genotóxico y mecanismos de reparación celular.

**Palabras clave:** Neuroblastoma, SH-SY5Y, Radioterapia, Clonogénico, Ensayo cometa, LINAC.

## ABSTRACT

Human SH-SY5Y neuroblastoma cells were exposed to high-energy photon radiation to evaluate the dose–response relationship in clonogenic survival. Cells were irradiated with X-ray photons at doses of 0, 10, 20, 30, and 40 Gy, and plating efficiency (PE) and surviving fraction (SF) were determined through the clonogenic assay. Results showed a progressive dose-dependent decline in SF, following a characteristic radiobiological pattern. The linear–quadratic model fitted the experimental data accurately, yielding parameters  $\alpha = 0.148 \text{ Gy}^{-1}$  and  $\beta = -0.003 \text{ Gy}^{-2}$  ( $R^2 = 0.97$ ). These parameters indicate intermediate radiosensitivity and limited sublethal damage repair capacity, consistent with the partially differentiated neuronal nature of SH-SY5Y cells. The findings confirm the suitability of the linear–quadratic model to describe the radiobiological response under acute irradiation conditions and provide a quantitative foundation for further studies on genotoxic damage and cellular repair mechanisms.

**KeyWords:** Neuroblastoma, SH-SY5Y, Radiotherapy, Clonogenic, Comet assay, LINAC.

## REFERENCIAS

1. Baguley, B. C., Hicks, K. O., & Wilson, W. R. (2002). CHAPTER 15 – TUMOR CELL CULTURES IN DRUG DEVELOPMENT. In B. C. Baguley & D. J. Kerr (Eds.), *Anticancer Drug Development* (pp. 269-cp1). Academic Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012072651-6/50016-4>
2. Lorena Lopez-Suarez a, b, S. A. A. a, b, X. C. a, b, \*, I, C. C. a, b, \*, I. (2022). *The SHSY5Y human neuroblastoma cell line, a relevant in vitro cell model for investigating Neurotoxicology in human: Focus on organic pollutants.* : : [Www.Elsevier.Com/Locate/Neuro](http://Www.Elsevier.Com/Locate/Neuro).
3. *Radioterapia para tratar el cáncer.* (2019, January 19). <https://Www.Cancer.Gov/Espanol/Cancer/Tratamiento/Tipos/Radioterapia>.
4. *¿Qué es un acelerador lineal médico (linac)?* (2021, May 14). <https://Www.Medicalradiationinfo.Org/Radiationandmedicine/RadiationTherapy/Medic Al-Linear-Accelerators-Linacs/>.
5. *¿Qué es un acelerador lineal médico (linac)?* (2021, May 14). <https://Www.Medicalradiationinfo.Org/Radiationandmedicine/RadiationTherapy/Medic Al-Linear-Accelerators-Linacs/>.
6. Collins, A., Møller, P., Gajski, G., Vodenková, S., Abdulwahed, A., Anderson, D., Bankoglu, E. E., Bonassi, S., Boutet-Robinet, E., Brunborg, G., Chao, C., Cooke, M. S., Costa, C., Costa, S., Dhawan, A., de Lapuente, J., Bo', C. del, Dubus, J., Dusinska, M., ... Azqueta, A. (2023). *Measuring DNA modifications with the comet assay: a Compendium of protocols.* *Nature Protocols*, 18(3), 929–989.  
<https://doi.org/10.1038/s41596-022-00754-y>
7. ANDRÉS M. ÁLVAREZ, M. Spec. R. L. Md. (2012, November 26). *ESTADO DEL ARTE: TUMORES DE CRESTA NEURAL, NEUROBLASTOMA FISIOPATOLOGÍA, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO.*  
[Http://Www.Scielo.Org.Co/SciELO.Php?Script=sci\\_arttext&pid=S0121-52562012000200005](http://Www.Scielo.Org.Co/SciELO.Php?Script=sci_arttext&pid=S0121-52562012000200005).

8. Franco Moreno, A. A. (2019). *Caracterización del tratamiento del Neuroblastoma de alto Riesgo con terapia multimodal en el Hospital de la Misericordia*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69494>
9. Casey, D. L., Kushner, B. H., Cheung, N.-K. v, Modak, S., Basu, E. M., Roberts, S. S., LaQuaglia, M. P., & Wolden, S. L. (2019). *Reduced-Dose Radiation Therapy to the Primary Site is Effective for High-Risk Neuroblastoma: Results From a Prospective Trial*. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 104(2), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2019.02.004>
10. Balaguer, J., & Castel, V. (2008). *Neuroblastoma*. *Anales de Pediatría Continuada*, 6(5), 276–283. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1696-2818\(08\)74880-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1696-2818(08)74880-7)
11. *Neuroblastoma*. (2025, February 25). <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/neuroblastoma/symptoms-causes/syc-20351017>.
12. Franken, N. A. P., Rodermond, H. M., Stap, J., Haveman, J., & van Bree, C. (2006). *Clonogenic assay of cells in vitro*. *Nature Protocols*, 1(5), 2315–2319. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.339>
13. *¿Qué es el cáncer?* (2021, May 5). <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>.
14. Juan-García A\*, F.-B. C. F. G. R. M. (2014). *Efectos tóxicos de alternariol por Ensayos in vitro: revisión*. <https://www.redalyc.org/pdf/919/91932969004.pdf>
15. OPS. (2025). *Cáncer en la niñez y la adolescencia*. <https://www.paho.org/es/temas/cancer-ninez-adolescencia>.
16. León-Mejía, G., Luna-Rodríguez, I., Trindade, C., Oliveros-Ortíz, L., Anaya-Romero, M., Luna-Carrascal, J., Navarro-Ojeda, N., Ruiz-Benitez, M., Franco-Valencia, K., da Silva, J., Henriques, J. A. P., Muñoz-Acevedo, A., & Quintana-Sosa, M. (2019). *Cytotoxic and genotoxic effects in mechanics occupationally exposed to Diesel engine exhaust*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 171, 264–273. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.12.067>
17. Singh, N. P., McCoy, M. T., Tice, R. R., & Schneider, E. L. (1988). *A simple Technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells*. *Experimental Cell Research*, 175(1), 184–191.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0014-4827\(88\)90265-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0014-4827(88)90265-0)

18. Brown, J. S., Amend, S. R., Austin, R. H., Gatenby, R. A., Hammarlund, E. U., & Pienta, K. J. (2023). *Updating the Definition of Cancer*. *Molecular Cancer Research*, 21(11), 1142. <https://doi.org/10.1158/1541-7786.MCR-23-0411>