

TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES EN DIAGNÓSTICO ONCOLÓGICO

María Fernanda García & Jorge Luis Quizhpilema

Históricamente, la ciencia y la tecnología han buscado proveer de mayor calidad y expectativa de vida a la humanidad. En ese sentido, los tratamientos y técnicas de diagnóstico para enfermedades letales, como el cáncer, han evolucionado con la integración de la Química, Física y Medicina en instrumentos multidisciplinarios. Como resultado, se han desarrollado radiofármacos que posibilitan estudiar y visualizar el metabolismo de células malignas en el cuerpo, mediante la detección de la emisión de radiación (Griffeth, 2005). A esta tecnología se le conoce como tomografía por emisión de positrones (*PET scan*, por sus siglas en inglés). Ahora, ¿cómo un choque de partículas como los positrones dentro del cuerpo podría ayudar en el ámbito de la salud? La respuesta en los siguientes párrafos.

El metabolismo celular consiste en la degradación de la glucosa, con la finalidad de obtener energía para los diversos procesos que se desarrollan en la célula. Es conocido y está demostrado que las células cancerígenas tienen un metabolismo más acelerado que las células sanas; en consecuencia, requieren de una mayor cantidad de glucosa para su funcionamiento y desarrollo (Griffeth, 2005). El radiofármaco más utilizado en el *PET scan* es el ^{18}F -FDG, fluorodesoxiglucosa, un análogo de glucosa emisor de positrones con un período de semi-desintegración radioactiva de vida corta, que es absorbido por las células mediante un mecanismo de transporte asistido; transformándose en un buen indicador de la captación de glucosa y la viabilidad celular (Yu, 2006). El proceso con el *PET scan*, inicia en un laboratorio cercano al lugar de ejecución del examen, donde un químico sintetiza el compuesto radiactivo deseado. Para la producción de isótopos radioactivos, se introduce la molécula nativa en un acelerador de partículas y se hace incidir sobre ella un haz de protones para producir así una reacción nuclear entre los protones y el átomo deseado

(Miller, 2016). En el caso de la fluorodesoxiglucosa, el grupo hidroxilo del segundo carbono en el ciclo de la glucosa se sustituye por flúor-18, con vida media de 110 minutos (semi-desintegración radioactiva, Figura 1) (Yu, 2006).

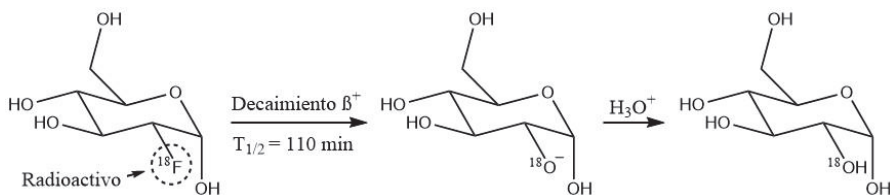


Figura 1. Estructura de 18F-FDG y desintegración nuclear

(Abrego et al., 2018)

El *PET scan* funciona de la siguiente manera: una pequeña cantidad de 18F-FDG es inyectada en el torrente sanguíneo del paciente, creando una cierta acumulación. Al cumplirse los 110 minutos de la síntesis del compuesto, el radiofármaco emana positrones y estos chocan con los electrones de la materia, produciendo la aniquilación del electrón y del positrón y se libera energía en forma de rayos gamma que forman un ángulo de 180° y viajan en sentidos opuestos. La señal es captada y procesada por cámaras especiales y computadoras, generando imágenes que brindan detalles de la estructura y función de los órganos y tejidos (Miller, 2016).

El *PET scan* tiene grandes ventajas, como la posibilidad de rastrear el cuerpo completo en un solo estudio, permitiendo identificar la extensión de la enfermedad tumoral multifocal. Además, se puede determinar el grado de malignidad de un tumor debido a que la captación de FDG, del 18F-FDG está relacionado con este aspecto. También, revela alteraciones en tejidos y órganos que no son detectables mediante otros estudios, como tomografías computarizadas o resonancia magnética nuclear (López Días & Mejía, 2017).

El *PET scan* es muy útil en el diagnóstico del cáncer, ya que muchas veces la superación de las enfermedades tumorales está en poder detectarlas con he-

herramientas eficaces y así aplicar un tratamiento temprano. Sin embargo, como cualquier otra técnica, el *PET scan* no es infalible y tiene aún sus limitaciones, por lo que requiere de condiciones específicas para obtener resultados óptimos (López Días & Mejía, 2017), pero es una tecnología en evolución muy prometedora.

El desarrollo y aplicación de nuevos radiofármacos para el *PET scan* implican el diagnóstico de distintas enfermedades, según la función de cada biomolécula en el cuerpo; de allí que la Química juegue un papel fundamental en el estudio de nuevos reactivos para utilizarlos en esta técnica y poder enfrentar de una manera más eficaz el tratamiento de pacientes con padecimiento de enfermedades tumorales.

Bibliografía

- Alexander, J., Abrego, L., Ballesteros, M., Campos, E., & Leon, D. (2018). Importance of Chemistry in Pet-Ct Studies. *Biomark Journal*, 04(01),1-3. doi: 10.21767/2472-1646.100042
- Griffeth, L. K. (2005). Use of PET/CT scanning in cancer patients: technical and practical considerations. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 18(4), 321-330. <https://doi.org/10.1080/08998280.2005.11928089>
- López Días, A., & Mejía, L. (2017). Estudio PET/CT con F18-Fluorodesoxiglucosa en oncología: una herramienta eficaz para una indicación responsable. *Acta Médica de Cuba*, 18(2).
- Miller, P. (Writer), & Rees-Roberts, D. (Director). (2016). How does a PET scan work? [Video] [Motion Picture]. Inglaterra: Imperial College London. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=yrTy03O0gWw&t=175s&ab_channel=ImperialCollegeLondon
- Yu, S. (2006). Review of 18F-FDG synthesis and quality control. *Biomedical Imaging And Intervention Journal*, 2(4), e57. <https://doi.org/10.2349/bijj.2.4.e57>

VIVIENDO ENVENENADA LOS SECRETOS DE LA MARIPOSA MONARCA

Danaus plexippus L.

Andrea Jaramillo & Andrés Oña

*A María Fernanda Checa,
una amante de las mariposas*

Cuando la naturaleza se defiende tiene varias maneras de hacerlo. Algunas plantas tienen espinas para evitar la herbivoría, algunos animales practican el arte de no ser vistos al camuflarse en su entorno, y otros seres tienen colores vistosos que son muy bonitos y llamativos al ojo humano con los cuales alertan sobre la presencia de veneno a sus depredadores para evitar ser comidos, a estos últimos se les llama especies aposemáticas (Cortez *et al.*, 2014).

No es Blancanieves y aunque parecen hadas, no es ningún cuento, la mariposa monarca *Danaus plexippus* posee veneno desde que es oruga y empieza a alimentarse, lo que es producto de una coevolución con su planta nutricia perteneciente a la familia Apocynaceae, en especial *Asclepias curassavica* (Cortez *et al.*, 2014). Esta especie de planta se caracteriza por poseer toxinas como asclepiadina, vincetoxinas y otros glucósidos cardíacos y alcaloides que llegan a ser tóxicos incluso para el ganado; pero la larva de la mariposa se alimenta de dicha planta hospedera y posteriormente el ímago de su néctar, y asombrosamente es inmune a su veneno, así, si la mariposa es depredada por un ave, para esta última puede ser mortal (Vera 2019).

Científicos de Oxford colectaron larvas de mariposas monarca de su planta hospedera. Cuando emergieron los adultos, molieron sus partes para poder estudiar de manera independiente la concentración de veneno en cada una de ellas. Entre las diferentes toxinas presentes en el insecto están glicósidos y car-

denólidos como uzarigenina, estrofantidina, digoxina, digoxigenina, coroglau-cigenina, calotropagenina, clepogenina y plexippinas A, B y C. Se descubrió que la mayor concentración de estas toxinas se encuentra en las alas, que es justamente donde las aves atacan para evitar la huida de su presa; éstas se la comen, pero vomitan inmediatamente puesto que tienen un sabor desagradable (Parsons, 1965). Desde ese momento, el ave recordará la morfología y los colores de su presa y evitará comerla de nuevo, fortaleciendo así el mecanismo de defensa natural de esta mariposa. En humanos, categorizamos como “mal sabor” a los alimentos que han pasado por nuestro gusto u olfato de los cuales hemos obtenido una mala experiencia similar a lo ocurrido en las aves (Parsons, 1965). Pero en este punto, la pregunta que queremos responder es ¿por qué *Danaus plexippus* al adquirir todas estas toxinas de su planta *Asclepias curasavica* no muere? La mariposa monarca tiene una relación estrecha con su hospedero y esto ha provocado mutaciones, más específicamente en las subunidades de ATPa (111, 119 y 122) de las bombas de sodio. Estos cambios le permiten adquirir la resistencia a las toxinas vegetales, hacerlas suyas y evitar la depredación (Karageorgi *et al.*, 2019).

Es fascinante la adaptación que presenta esta mariposa, su gran complejidad y relación con la naturaleza. Este es uno de los miles de casos que la naturaleza nos presenta, cuando pensamos que las sorpresas se acaban, sale una nueva y más compleja que nos hace reflexionar la importancia de cada detalle y su complejo engranaje hasta llegar al resultado final. Y así es como la mariposa monarca puede existir, sin problema alguno, desde larva hasta adulto, viviendo envenenada.

Bibliografía

Cortez, H., García, F., & Guzmán, A. (2014). Conservando la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.), Conservando enemigos naturales de plagas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 20(3), 247–253. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.05.022>

Karageorgi, M., Groen, S. C., Sumbul, F., Pelaez, J. N., Verster, K. I., Aguilar, J. M., Hastings, A. P., Bernstein, S. L., Matsunaga, T., Astourian, M., Guerra, G., Rico, F., Dobler, S., Agrawal, A. A., & Whiteman, N. K. (2019). Genome editing retraces the evolution of toxin resistance in the monarch butterfly. *Nature*, 574(7778), 409–412. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1610-8>

Parsons, B. Y. J. A. (1965). *The lives of insects is still a matter for discussion*. The earlier work has been reviewed by Brower & Brower (1964). It is generally accepted that warningly coloured species are on the whole rejected by birds (Morton Jones , 1932 , 1934). *Species wit.* 290–304.

Vera, M. (2019). *Asclepias curassavica* L. Plantas Medicinales del Banco de Germoplasma CICY, CONACYT. México.

EL PODER BACTERICIDA DEL JABÓN OZONIFICADO

Ingrid Quinatoa, Joel Saez & Deyaneira Yáñez

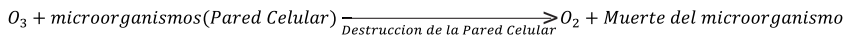
En la actualidad, existe una amplia gama de productos para el cuidado de la piel con gran variedad de vitaminas y antioxidantes; sin embargo, no se mencionan los productos que contienen ozono. Estos productos son indispensables en la vida de personas con problemas de piel, ya que este órgano es la imagen que se proyecta al mundo exterior, siendo este el principal motivo que induce a su cuidado y fortalecimiento (PromoFarma, 2013).

El ozono es una molécula que está compuesta por tres átomos de oxígeno, creada por una descarga eléctrica que separa a los oxígenos moleculares en átomos libres que se reagrupan en , ésta considerada una molécula inestable, "OZONO IN SITU" (Cepero et al., 2008). El ozono se puede producir de manera artificial mediante equipos de ozonificación (Figura 1).

¿Sabías los beneficios del ozono al ser implementado en un jabón? El jabón ozonificado presenta una gran eficacia en la eliminación de virus, bacterias, hongos y protozoos; combate infecciones como el acné, dermatitis, elimina las células muertas, previene las manchas, retarda notablemente el envejecimiento de la piel y estimula la formación de vitamina D3 a base de la vitamina D2 en la epidermis, manteniéndola firme (Tapia & Martínez-Sánchez, 2012).

A fin de comprobar la facilidad de preparar, efectividad y beneficios para la piel, en el Laboratorio de la Escuela Química–Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se elaboró un jabón ozonificado (Figura 2). Para ello, se hizo reaccionar Base Blend (producto de la saponificación de la sal sódica de ácidos grasos) con cloruro de sodio (*NaCl*) como el espesante y agua destilada, mezclados con ayuda de un agitador magnético hasta disolver su totalidad. Una vez obtenido un medio de reacción espeso, se introdujo el ozono por el método de burbuja (Vicuña, 2018)

¿Cómo elimina el jabón ozonificado los virus y bacterias? El jabón ozonificado crea una capa protectora en nuestras manos, lo que causa que al instante se destruyan virus y bacterias, debido a que el ozono tiene la capacidad de oxidar y degradar la pared celular de todo tipo de microorganismo (Farmacéuticos, 2020). Reacción generalizada:



El jabón es una molécula a modo de alfiler, que tienen una cabeza hidrofílica y una cola hidrofóbica (Figura 3). El jabón rodea cualquier microorganismo en la piel, donde las colas hidrofóbicas que flotan libremente rehúyen el agua y se introducen en las envolturas lipídicas de bacterias y virus, actuando en forma de cuñas que apalancan y desestabilizan todo el sistema defensor de las membranas del virus o bacteria. Las proteínas se desprenden de las membranas rotas y pasan al agua que las rodea, matando a las bacterias e inutilizando a los virus (Figura 3). Cuando nos enjuagamos las manos, todos los microorganismos que han sido desactivados, lesionados y atrapados por las moléculas de jabón son arrastrados por el agua (Monje y Lorca, 2020).

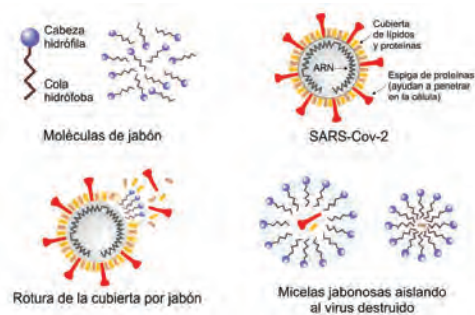


Figura 3. Cómo funciona el jabón e interactúa contra virus.

Fuente: <https://theconversation.com/el-jabon-es-un-arma-muy-eficaz-contr-el-coronavirus-134162>

El uso del ozono en productos cosméticos y de higiene personal se ha magnificado, debido a la gran variedad de beneficios que aporta. Sin embargo, hay

que tomar en cuenta los efectos secundarios que puede producir cuando se utiliza en cantidades que no son adecuadas para el uso humano.

El ozono no es bueno ni malo para la salud; sin embargo, en diferentes países desarrollados, se han realizado estudios para establecer condiciones máximas y mínimas para la exposición de personas frente al ozono (Nieto, 2009). Al estar en contacto con la piel en altas concentraciones, el ozono puede causar irritación o quemaduras graves, dolor de cabeza, malestar estomacal, vomito, dolor en el pecho; por vía inhalatoria debe manejarse una concentración baja, ya que podría resultar tóxico y puede producir irritación en los pulmones y una ligera tos por falta de aire (Ramírez, 2014).

Con las pruebas de lavado de manos con jabón ozonificado, se ha comprobado que efectivamente el ozono es un fuerte bactericida, por su capacidad de eliminación rápida de cualquier tipo de microorganismo, ayuda en la oxigenación y purificación de la piel, sin perjudicar la salud, teniendo en cuenta siempre que el producto no contenga ozono en exceso (Tapia & Martínez-Sánchez, 2012).

Bibliografía:

Cepero, S. M., Alvarez, R. G., Lozano, O. E. L., Rosales, F. H., Fernández, O. S. L., & Gómez, M. D. (2008). El ozono: aspectos básicos y sus aplicaciones clínicas Recuperado 23 de junio del 2021 https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Ernesto-Ledea-Lozano/publication/260834437_El_Ozono_Aspectos_Basicos_y_sus_Aplicaciones_Clinicas/links/0deec5330b2fc9c9d2000000/El-Ozono-Aspectos-Basicos-y-sus-Aplicaciones-Clinicas.pdf

Farmacéuticos. (2020). Ozono y Covid-19. Recuperado el 22 de junio del 2021, de: <https://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/Asesoramiento-salud-publica/infeccion-coronavirus-2019-nCoV/Documents/ozono-covid-19.pdf>

Nieto, A. (2009). Ozono para la Purificación Ambiental -. Recuperado el 8 de junio del 2021, de: <https://www.mundohvacr.com.mx/2009/08/ozono-para-la-purificacion-ambiental/>

- Ramírez, J. (2014). Nombre común: OZONO (OZONE). Recuperado el 8 de junio del 2021, de: <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1451sp.pdf>
- Ozono en productos cosméticos. (2020). Recuperado el 8 de junio de 2021, de Ozonopurificadores.com website: <https://www.ozonopurificadores.com/portfolio/paquete-acne/>
- Tapia, A. S., & Martínez-Sánchez, G. (2012). La ozonoterapia y su fundamentación científica. *Ozone Therapy Global Journal*, 2(1), 163-198.
- Monje, L., & Lorca, M. P. (2020). El jabón es un arma muy eficaz contra el coronavirus. *The Conversation*. Recuperado de <http://theconversation.com/el-jabon-es-un-arma-muy-eficaz-contra-el-coronavirus-134162>
- PromoFarma. (2013). Conoce los beneficios del ozono en tu piel. Recuperado el 25 de junio de 2021, de Promofarma.com website: <https://www.promofarma.com/blog/salud-y-bienestar/cosmetica-de-ozono/>

LA ELECTROREDUCCIÓN DE CO₂: UNA ALTERNATIVA PARA EL MEDIO AMBIENTE

Ricardo Borja

El aumento del CO₂ en la atmósfera terrestre por actividades antropogénicas ha ocasionado problemas relacionados con el efecto invernadero en nuestro planeta, debido al incremento de la temperatura ya que, este gas absorbe la radiación infrarroja proveniente de la reemisión de la luz visible del sol. Las consecuencias de este fenómeno han sido: derretimiento del hielo en los glaciares, sequías extremas y afecciones a la salud de todos los seres vivos (Banda, 2018). Debido al grupo -COO- en su estructura química, se utiliza el CO₂ como materia prima para su reducción a compuestos orgánicos como metanol, ácido fórmico u otras especies químicas, por medio de técnicas electroquímicas, fotoquímicas, termoquímicas, etc. De todas estas técnicas, están marcando pauta las electroquímicas ya que, son menos costosas y representan una alternativa al uso del exceso de energía a partir de fuentes renovables intermitentes, como sustitutivo de almacenamiento de energía a gran escala (Martín, n.d.).

La reducción electroquímica del CO₂ procede mediante un proceso electrocatalítico, que toma lugar sobre un recolector de corriente (electrocatalizador) como soporte de conductividad eléctrica. Comúnmente, se sumerge el electrocatalizador en una cámara catódica en presencia de un electrolito como soporte de conductividad iónica separados de una cámara anódica mediante una membrana de intercambio iónico y una capa de difusión de gas (GLC por sus siglas en inglés) (Lin, 2020), donde solo recolectores como el cobre ha funcionado con éxito como electrocatalizador (Back, 2015).

Donald Ripatti (2018) en la Universidad de Stanford, Estados Unidos, publicó en la revista Joule sobre investigaciones de celdas electroquímicas para la reducción de CO₂ de la atmósfera, donde se utilizó electrodos de difusión de gas (GDE por sus siglas en inglés) combinados con un sistema de flujo que mejora

el suministro de CO₂ a la superficie electrocatalizadora, convirtiendo así de manera eficiente al gas en materia prima útil (ecuación 1). Este trabajo fue escalado a nivel industrial, perfilándose a futuro como una de las principales soluciones para tratar la problemática del calentamiento global e incluso para ser utilizado en misiones en el espacio profundo (Pozo, 2018).



En términos generales, la electroreducción del CO₂ se perfila como una técnica para resolver la problemática del calentamiento global que vive el planeta, permitiendo limpiar la atmosfera contaminada para la restauración de la capa de ozono; técnica atractiva por su versatilidad, fácil operación y bajo costo.

Bibliografía:

- Banda, J. (2018) *Estudio de la Reducción Electrostática de CO₂ en medio no acuoso mediante Electroodos Semiconductores Modificados con Nanoarreglos Bimetálicos de Ag|Cu*. Tesis de Doctorado en Electroquímica del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. Queretaro, México.
- Lin, R., Guo, J., Li, X., Patel, P., & Seifitokaldani, A. (2020). Electrochemical Reactors for CO₂ Conversion. *Catalysts*, 10(5), 473 (1 – 35). doi:10.3390/catal10050473
- Martín, L. (n.d.) *Conversión de CO₂ a combustibles líquidos*. Proyecto de fin de carrera Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla, España.
- Pozo, D. (2018) Crean celdas electroquímicas para captar y deshacer el CO₂. Hipertextual. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de: <https://hipertextual.com/2018/10/celdas-electroquimicas-captar-deshacer-co2>
- Ripatti, D., Veltman, T., Kanan, M. (2018) Carbon Monoxide Gas Diffusion Electrolysis that Produces Concentrated C₂ Products with High Single-Pass Conversion. *Joule* 3(1), 240 – 256. doi: 10.1016/j.joule.2018.10.007