



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD MONTERREY

DOCTORADO EN INGENIERÍA Y FÍSICA BIOMÉDICAS

MATERIA: BIOLOGÍA MATEMÁTICA

PROFESOR: DR. MOISÉS SANTILLÁN

ALUMNA: MARÍA DE LOS ÁNGELES ÁVALOS HERNÁNDEZ

REPORTE No. 2 "DECAIMIENTO EXPONENCIAL"

INTRODUCCIÓN.

Existen diferentes radioisótopos capaces de incorporarse a un compuesto, órgano, organismo o material y pueden usarse para rastrear cambios en el ambiente u organismos en escalas de tiempo más cortas o más largas: el Fósforo-32 tiene una vida media de 14.3 días, el Yodo-131=8.04 días o el Talio-201= 73 horas. Debido a que la vida media de cualquier isótopo radiactivo es constante, la vida media puede servir como un reloj nuclear para determinar la antigüedad de diferentes objetos, por ejemplo el Carbono-14 (C-14) es utilizado para fechar la antigüedad de materiales orgánicos y se basa en la producción de neutrones durante el bombardeo de rayos cósmicos a la atmósfera, la cual produce C-14 a partir de Nitrógeno-14; el C-14 se oxida para formar dióxido de carbono y así el C-14 termina siendo parte de la materia viva marcándola con un isótopo radiactivo. Ya que el C-14 se intercambia fácilmente a lo largo del ciclo del carbono, la proporción de C-14 con respecto a otros isótopos del carbono debería ser la misma en un organismo vivo que en la atmósfera. Como la vida media del C-14 es de aproximadamente 5730 años (± 40 años), una vez que un organismo muere, queda fuera del ciclo del carbono, creando una especie de cápsula del tiempo con una cantidad de C-14 que va decreciendo lentamente, a una velocidad determinada por la desintegración o decaimiento radioactivo, con lo que un organismo vivo en la actualidad tendrá la misma cantidad de C-14 que la atmósfera, mientras que un organismo muy antiguo tendrá una cantidad menor si se compara con la vida media del C-14, y un organismo o materia orgánica extremadamente antigua no tendrá prácticamente nada. Sin embargo, a pesar de que el fechamiento con radiocarbono es una metodología que ha revolucionado diversas áreas científicas, sigue siendo un método con ciertas limitaciones, por ejemplo: debido a la ausencia de datos históricos sobre la intensidad de radiación cósmica en el pasado, se asume que ésta ha sido constante y que el C-14 ha circulado fácilmente mediante el ciclo del carbono a través de la atmósfera, la biósfera, los océanos y otros reservorios; y, solo puede ser usada para muestras de no más de aproximadamente 60,000 años de antigüedad.

Debido a las limitaciones del uso de C-14 es fundamental desarrollar nuevas metodologías que permitan el fechamiento de objetos, materia y organismos con antigüedades mayores a la vida media del C-14, por esta razón, aquí presentamos la implementación del Vibranium-22 (V-22), como un átomo radioactivo con una vida media mayor a la del C-14 (7,963.7697 años), que al igual que el C-14 puede ser detectado tanto por Conteo de Centelleo Líquido (o Liquid Scintillation

Counter) como por Espectrometría de Masas con Acelerador (Accelerator Mass Spectrometry, AMS) pero ya que la AMS es la técnica más utilizada para fechamiento, en este estudio sometimos a 3 diferentes muestras biológicas a un análisis con V-22 mediante AMS y se comparó con los resultados obtenidos con la misma técnica utilizando C-14.

RESULTADOS.

El tiempo de vida promedio ($\langle t \rangle$) del V-22 es de 7963.76 años, con base en esta cifra se calculó la tasa de decaimiento (λ) utilizando la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{1}{\langle t \rangle} = \frac{1}{7963.76} = 1.2556 \times 10^{-04}$$

Para evaluar la efectividad de este átomo para el fechamiento radiactivo, se analizaron las 3 muestras biológicas (A, B y C) mediante la técnica de espectroscopía de masas con acelerador (AMS) y se obtuvieron las siguientes proporciones de átomos que permanecen radiactivos (N) sobre los átomos radiactivos iniciales (N_0):

Tabla 1. Proporción de átomos sin decaer respecto a los átomos radiactivos iniciales.

$\frac{N}{N_0}$
A= 0.286-0.287
B= 0.081-0.082
C= 0.001-0.002

A partir de los datos anteriores se calculó la edad aproximada (t) de dichas muestras utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{-\lambda}$$

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos del fechamiento con V-22 comparado con C-14.

$\frac{N}{N_0}$	Fórmula	Valor de t (años) calculado	Valor de t calculado con C-14*
A= 0.286-0.287	$t = \frac{\ln 0.286}{-1.2556 \times 10^{-04}}$	t= 9969.44 t=9941.61	t= 9990.05 t= 9005.78

	$t = \frac{\ln 0.287}{-1.2556 \times 10^{-04}}$		
B= 0.081-0.082	$t = \frac{\ln 0.081}{-1.2556 \times 10^{-04}}$ $t = \frac{\ln 0.082}{-1.2556 \times 10^{-04}}$	t= 20016.77 t= 19919.05	t= 19900 t= 17878.88
C= 0.001-0.002	$t = \frac{\ln 0.001}{-1.2556 \times 10^{-04}}$ $t = \frac{\ln 0.002}{-1.2556 \times 10^{-04}}$	t= 55015.57 t= 49495.12	t= 54250.234 t= 49940.231

*Nota. Los valores de t para la columna de C-14 fueron inventados con el propósito de suponer que el átomo propuesto aquí es mejor.

CONCLUSIÓN.

En comparación con los métodos estándar de fechamiento con isótopos radiactivos basados en C-14, los resultados obtenidos con Vibranium-22 presentan intervalos de confianza más estrechos que aquellos obtenidos con C-14. Además, el tiempo de vida del V-22 hace posible fechar muestras de antigüedad mayor que con el C-14. Así mismo, el uso de V-22 puede ser fácilmente acoplado a técnicas y equipos ya existentes y no requiere modificaciones complejas. Por lo anterior las propiedades del V-22 son una mejor alternativa para el fechamiento con isótopos radioactivos y su utilización podría ayudar a corregir fechamientos previamente realizados para obtener datos más precisos.

BIBLIOGRAFÍA.

American Chemical Society National Historic Chemical Landmarks. Discovery of Radiocarbon Dating.
<http://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/radiocarbon-dating.html> (accessed October 5th, 2022).

Brown, Theodore, Eugene LeMay, Bruce Bursten, Héctor Javier Escalona y García, M.en C. Roberto Escalona, and Ma. del Carmen Doria Serrano. Química: La Ciencia Central. 7a. ed.--. México D.F.: Prentice Hall, 1998.