



# Desarrollo de una nueva técnica de separación de circones mediante la incorporación de fluorescencia en estudios de datación U-Pb.

Marco Suárez<sup>1</sup>, Cristián Ramírez<sup>2</sup>, Ramiro Cortés<sup>1</sup>, Felipe Llona<sup>1</sup>, Christian Creixell<sup>2</sup>, Adán Ramírez<sup>1</sup>, César Vasquez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Laboratorios Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin). Til-Til 1993, Ñuñoa, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin). Avda Santa María 0104, Santiago, Chile.

Mail: Marco.Suarez@sernageomin.cl

**Resumen.** En la actualidad una de las técnicas geocronológicas más utilizadas es la datación de rocas mediante la medición del decaimiento radiactivo del Uranio en Plomo en minerales de circón. Sin embargo, la obtención de los cristales necesarios para realizar el análisis no es siempre una tarea fácil debido a la baja concentración de estos en la muestra, teniendo en algunos casos, la necesidad de moler grandes cantidades de roca con tal de conseguir unos pocos cristales. Por otro lado, las diversas técnicas de separación de minerales, pueden en sí mismas, eliminar circones del concentrado, generando sesgos en análisis de proveniencia de circones detríticos o en el peor de los casos imposibilitar la datación. En este trabajo se propone una nueva técnica en la separación de circones que consiste en excitar la fluorescencia de circones mediante la iluminación de concentrados con luz en el rango de la longitud de onda UV-C (254nm). Este es un fenómeno físico antiguamente conocido pero con poco uso práctico y nunca antes utilizado para estos fines. Esta técnica demuestra, al ser usada en conjunto con algunas ya conocidas, ser más eficiente que los métodos convencionales, teniendo ventajas tanto analíticas como también económicas.

## Introducción.

En las últimas décadas la datación de rocas mediante la medición del decaimiento radiactivo U-Pb en minerales de circón se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas en geocronología. Diversas son las técnicas desarrolladas para conseguir este objetivo (SHRIMP, TIMS, SIMS, LA-ICP-MS), siendo todas estas técnicas de alto costo tanto en la implementación como en la continua operación del laboratorio. Sin embargo, un proceso transversal cualquiera sea la técnica, es la obtención de una muestra representativa de minerales de circón, tanto para el análisis simple en que haya una sola edad involucrada o también en análisis de proveniencia en circones detríticos. Existe gran diversidad de técnicas desarrolladas con el fin de concentrar la presencia de circones en el concentrado de la roca chancada y molida, mesas de concentración gravimétrica, separadores magnéticos, líquidos densos y lupas para la separación final, todos estos métodos son ampliamente reconocidos y de uso frecuente en todos los

laboratorios del mundo. Sin embargo, esta práctica presenta los siguientes problemas:

-El gran tiempo invertido en la concentración de los circones producto de los diversos métodos por los cuales debe transitar la muestra.

-Entre más sean las etapas por los cuales transita la muestra, mayor es el riesgo de contaminación de esta si no se tienen los cuidados pertinentes.

-La toxicidad involucrada al utilizar líquidos densos en la separación, sustancias cancerígenas, tales como Bromoformo y Yoduro de metileno.

-En el caso de muestras simples, es posible descartar muestras debido a la dificultad de encontrar los circones necesarios para la medición.

-En el caso de circones detríticos, todas las técnicas de concentración producen un sesgo en la medición final, pudiéndose observar la desaparición de alguna población estadísticamente relevante en el espectro de edades o producir una distorsión en la proporción relativa entre estos si se desea efectuar un análisis cuantitativo (Fedo et al, 2003).

Tomando en cuenta el último punto, existe diversos estudios que discuten los sesgos producidos por las diversas metodologías de concentración de circones. Así, la pérdida de circones de pequeño tamaño al utilizar las mesas de concentración gravimétrica es un proceso ya mencionado por Hietpas et al. (2011). También el sesgo producido debido a los separadores magnéticos Frantz, debido a la variación en la susceptibilidad magnética de los circones (Sircombe and Stern, 2002) y la presencia de circones arrastrados a la fracción liviana luego de utilizar líquidos densos. Es por esto que es de vital importancia la generación de metodologías y técnicas que minimicen estos efectos indeseables que tendrán una directa repercusión en la datación final.

Un fenómeno antiguamente conocido en mineralogía es la fluorescencia de circones (Foster, 1948). Los circones tienen una elevada respuesta a la fluorescencia cuando estos son iluminados con luz UV-C, reemitiendo luz en el rango del amarillo. Sin embargo, no existen técnicas que en la actualidad utilicen este principio con un fin práctico y nunca se han hechos estudios sistemáticos de

geocronología modernos usando esta metodología de separación, quedando históricamente el fenómeno relegado a iluminar cristales en museos para su exhibición.

Este trabajo propone utilizar este fenómeno natural con el fin de separar cristales de circón desde un concentrado de roca mostrando su implementación y utilización. Su uso práctico y rutinario en el Departamentos de Laboratorios del Sernageomin, ha demostrado ser un gran avance, tanto por poder realizar la separación de circones de forma más rápida y eficiente, la capacidad de prescindir de la utilización de líquidos tóxicos e igualar mediciones de circones detríticos sin dejar poblaciones fuera del espectro de edades, es decir, no tener evidencia de que existan circones que no presenten el fenómeno de fluorescencia. A la fecha, no se ha observado evidencia de circones que no presenten fluorescencia en un universo de más de 400 muestras separadas mediante nuestras metodologías.

### Caracterización de la técnica UV.

La observación de los cristales se realiza iluminando pequeñas cantidades de concentrado vertidos en una cápsula Petri; la lámpara utilizada es una lámpara Cole Palmer High-intensity, shortwave, grid UV lamp (254 nm). El montaje se dispone bajo una lupa binocular. El ambiente de iluminación se encuentra dentro de una campana con extracción de aire con el fin de evitar la contaminación del ambiente de trabajo con ozono y el operador debe utilizar guantes para evitar el contacto directo con la radiación UV.

### Evidencia Experimental.

Se tienen resultados preliminares de la utilización de la técnica. Se ideó un experimento con la intención de demostrar que la técnica de separación por medio de luz UV no sesga los resultados geocronológicos. La estrategia a seguir fue la siguiente. A una muestra, la cual denominaremos M1, se le realizó la separación de cristales de circón por dos métodos separados. La muestra M1, de un peso inicial de 4,6 kg se dividió en dos mitades. Una de las mitades, muestra denominada M1-Es, siguió el proceso estándar de separación disponible en el laboratorio, esto consiste en separación por mesa Gemini- separador Frantz- líquidos densos (Bromoformo y Yoduro de Metileno) y luego inspección ocular con ayuda de lupa binocular. La segunda mitad de la muestra, denominada M1-UV siguió el proceso alternativo de separación por mesa Gemini y

luego a la estación de luz ultravioleta. El proceso de separación de ambas muestras fue completamente independiente. Luego los circones fueron montados en briquetas de resina epóxica y pulidos para dejar al aire la superficie necesaria para la posterior datación.

Las dataciones se realizaron por medio de la técnica LA-ICP-MS. Los instrumentos utilizados son los siguientes: un espectrómetro de masas Thermo Fischer modelo Element XR acoplado a un láser Photon-machines modelo Analyte G2 láser eximer de longitud de onda de 193 nm. La elección de los puntos para la ablación láser son elegidos mediante la toma de imágenes de catodoluminiscencia (CL) y de electrones retrodispersados, gracias a un microscopio electrónico de barrido Marca Zeiss modelo EVO MA-10 equipado con un detector CL marca Gatan modelo ChromaCL UV que provee imágenes RGB en color real. Todos los equipos se encuentran en las dependencias del laboratorio del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin).

En la figura 1 se presentan imágenes CL de los circones montados tanto para la muestra M1-Es y M1-UV respectivamente. Es posible diferenciar entre los distintos tipos de circones presentes en la muestra. En los gráficos de la figura 2 es posible apreciar los resultados de edades U-Pb preliminares correspondientes a un primer experimento. Para la muestra M1-UV, se observan dos pulsos de edades principales, en que las mediciones sugieren una edad de  $10,12 \pm 0,08$  Ma años y un pulso disperso alrededor de 300 Ma aproximadamente. De igual forma, la muestra M1-Es presenta un pulso en  $9,82 \pm 0,06$  Ma y otro pulso también disperso alrededor de los 290 Ma. Además, en ambas mediciones es posible observar los mismos pulsos de menor intensidad en todo el espectro.

### Conclusiones.

Siendo estos resultados preliminares, es posible concluir que ambas mediciones presentan las mismas poblaciones de edad. Esto dato es relevante pues indica, en principio, que los resultados son independientes a la técnica utilizada para separar los circones del concentrado. Por ende, dadas las ventajas prácticas del método de separación mediante lámpara UV, asoma este método como un nuevo avance aplicado al procesamiento de muestras con fines geocronológicos. Es mandatorio realizar nuevas mediciones con el objetivo de obtener mejor resolución en los pulsos y realizar nuevos experimentos que sean capaces de comparar las intensidades relativas entre los pulsos.



Figura 1. Imágenes CL para las muestra M1-Es y M1-UV respectivamente. Es posible diferenciar en ambos casos la diversidad de texturas y colores de cristales presente en ambas muestras.

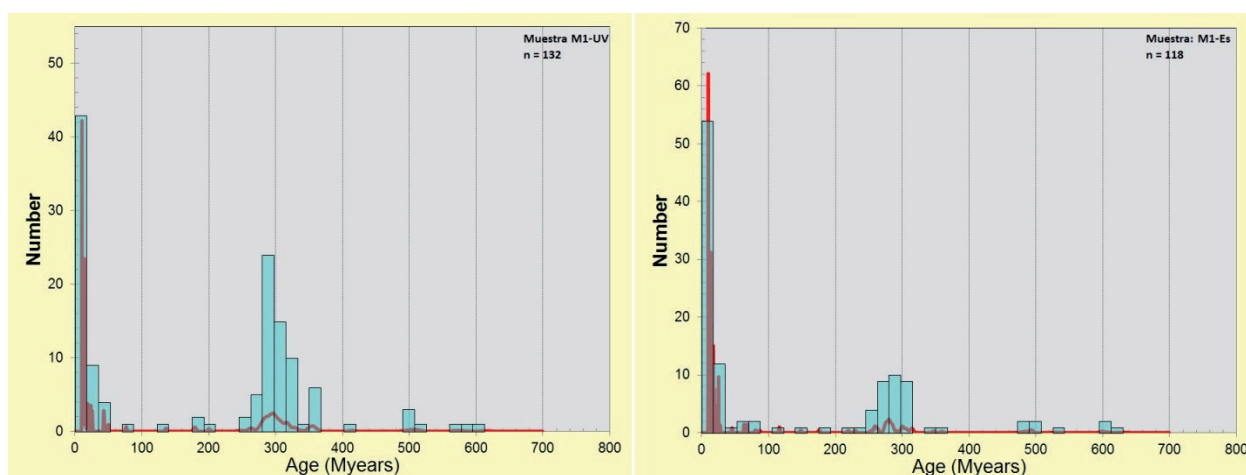


Figura 2 Resultados preliminares de la medición realizada. Es posible ver la existencia de los mismos pulsos en ambas muestras.

### Agradecimientos.

Agradecemos al Plan Nacional de Geología del Servicio Nacional de Geología y Minería por los diversos proyectos que permitieron la compra e instalación de los equipos en nuestro laboratorio.

Al departamento de laboratorios del Sernageomin por los servicios analíticos que hacen posible este trabajo.

### Referencias.

- Fedo, C.M.; Sircombe, K.N.; Rainbird, R.H. (2003). Detrital Zircon Analysis of the Sedimentary Record. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, Vol 53: 277-303.
- Foster, W.R.; (1948). Useful Aspect of the Fluorescence of Accessory-Mineral-Zircon. *American Mineralogist*, Vol 33: 724-735.
- Hietpas, J.; Samson, S.; Moecher, D.; Chakraborty, S. (2011). Enhancing tectonic and provenance information from detrital zircon studies: Assessing terrane-scale sampling and grain-scale characterization, *J. Geol. Soc.*, 168(2), 309–318.

Sircombe, K. N., and R. A. Stern (2002). An investigation of artificial biasing in detrital zircon U-Pb geochronology due to magnetic separation in sample preparation, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 66(13), 2379–2397.