

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS IDEAS**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**DR. LUIS CLAUDIO CERVANTES LIÑÁN**

**DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**CRECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE CRISTALES DE KCl DOPADOS  
CON EUROPIO PARA LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UV)  
PROCEDENTE DEL SOL EN LA CIUDAD DE LIMA**

**PRESENTADO POR:**

**MAG. ALBERTO PEREYRA PARRA**

**PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN  
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**2 0 1 5**

# RESUMEN

En los últimos años, se ha detectado un aumento considerable de la radiación ultravioleta (RUV) proveniente del sol que puede causar un incremento en los daños causados a la vida en el planeta, especialmente al hombre. Este incremento de la RUV se asocia a fenómenos naturales como también a la actividad industrial del hombre, entre ellos, el uso de compuestos químicos como los clorofluorocarbonos, usados desde el siglo pasado, que destruyen la capa de Ozono y cuya regeneración es muy lenta.

Esto hace necesario monitorear la RUV del sol con el fin de apreciar su intensidad y tomar precauciones en bien de la salud del planeta y del hombre en particular. En las regiones tropicales, en la cuales se encuentra Perú, es prioritario un registro de esta incidencia debido a su cercanía al ecuador terrestre.

La información que se tiene corrientemente es a nivel satelital que abarca grandes regiones, pasando desapercibido los cambios a nivel microregional. En Perú no existe un sistema de rastreo de la RUV que pueda utilizarse *in situ*, y en todo momento. Una forma de monitoreo es utilizar dosímetros termoluminiscentes y hacer que puedan capturar solo la RUV del sol, que es motivo de esta tesis.

En Perú se adolece de los medios económicos como para utilizar equipos de alta tecnología para obtener dosímetros, por ello se ideó la construcción de un sistema a bajo costo que pueda servir para el crecimiento de cristales utilizando el método de Czochralski, con el fin de obtener obleas de Cloruro de Potasio dopados con Europio ( $\text{KCl:Eu}^{2+}$ ) que podrían servir para la captura de RUV de cualquier fuente incluso la proveniente del sol. Se construyó un horno de forma cilíndrica de cerámica refractaria con resistencia eléctrica de Cantal y se cubrió con una lámina de Acero para darle robustez, de potencia 4.5Kw. Adicionalmente, se hizo un montaje de motores de tiro y giro para el crecimiento de cristales.

Para monitorear la temperatura, se usó una termocupla tipo K, unida a un pirómetro digital con controlador de temperatura, puesta en la región central del horno, lugar donde se realizó el crecimiento de cristales. El crisol usado como depósito de la muestra en polvo del insumo, fue de arcilla refractaria, cuya temperatura de servicio alcanza los 1400 °C.

Además, se construyó un sistema de refrigeración a base de corriente de agua con el fin de maximizar el gradiente de temperatura entre la fase líquida y la semilla para favorecer el crecimiento del cristal.

Los primeros cristales obtenidos, que luego se utilizaron como semilla, se obtuvieron sin atmósfera inerte y posteriormente para simular dicha atmósfera, se hizo incidir en el horno un flujo de Argón a razón de 0.5lit/m. que dio buenos resultados.

La temperatura de fusión del Europio es de 812 °C y la del KCl de 773 °C. Se mezcló KCl al 35% de peso molar con  $\text{Cl}_2\text{Eu}$ , ambos en forma de polvo y se depositó en el crisol y se instaló en la parte central del horno. El gradiente de temperatura que se genera entre el fundido y la semilla permite generar el cristal, adicionándose en la parte baja de ella. El cristal obtenido al exponerlo al sol o a una luz fluorescente se mostró de color azulino, una muestra clara que la obtención del cristal fue un éxito.

Palabras claves: Crecimiento de cristales de K Cl, radiación ultravioleta, impurezas químicas, electrones, dislocaciones. Nivel de energía.

# ABSTRACT

In the last years an increase has been detected considerable of the ultraviolet radiation (UVR) from the sun that can cause an increase in the damage to the life on the planet specially in the man. This increase of the UVR is associated with natural phenomena as well as the industrial activity of man among them the use of chemical such as chlorofluorocarbons used since last century which destroy the Ozone layer and whose regeneration is very slow.

This makes it necessary to monitor the UVR from the sun in order to appreciate its intensity and precautions for the good health of the planet and man in particular. In the tropical in which Peru is a record of this incidence is priority due to its closeness to the terrestrial equator.

The information that is had normally is at level satellite that it includes big regions passing unnoticed the changes at microregional level. In Peru there is not a system for tracking the UVR that can utilize in situ at all times and place. A form of monitoring is to use thermoluminescence dosimeters to enable to capture only the UVR from the sun which is a motive of this thesis.

In Peru it suffers from economics means to use high technology equipment to obtain dosimeters by it the construction of a system was designed to low cost that can be used for the growth of crystal using the Czochralski method in order to obtain wafers of Potassium Chloride doped with Europium ( $KCl:Eu_{2+}$ ) that it could serve for the capture of UVR from any source even from the sun.

It was built a furnace in a cylindrical shape with refractory ceramic with electrical resistance of Cantal and it was cover with a sheet of steel to give robustness with power 4.5kw. In addition there was done and assembly of engines of shot and draft for the glazing growth.

To monitor the temperature was used a thermocouple type k coupled with a digital Pyrometer with temperature controller put in the central region of the oven place where was the growth of crystal. The crucible used as a deposit for the powdered sample was fire clay whose service temperature reaches to 1400 °C.

In addition was built a cooling system based on flow of water in order to maximize the temperature gradient between the liquid phase and the seed to favor the growth of the crystal.

The first crystal obtained which were then used as a seed were obtained without an inert atmosphere and subsequently to simulate the atmosphere was influencing the oven an Argon flow rate of 0.5ml/m which gave good results.

The melting temperature of the Europium is 812 °C and the KCl is 773 °C. Mixed KCl to 35% molar weight with  $Cl_2Eu$  both in powder form and is deposited in the crucible and settled in the central part of the oven. The temperature gradient that is generated between the cast and the seed can generate crystal adding at the bottom of it. Crystal retrieved by exposing it to the sun or fluorescent light was bluish color a clear sign to obtain the crystal was a success.

The awareness of the wafers obtained by cleavage of the crystal is increased by heating them in the oven up to 500 °C for 24 hours then cooling them diminishing the temperature slowly.

A especial system for the capture of the UVR was built. Inside is deposited wafers and the only door that has provides filters UV-B or UV-C according to the UVR to be captured.

Responses to the capture of the UVR was made in a team of thermoluminescence were it is noted that it is linear when taken from a lamp of UVR that it shows the wafers obtained the

crystal grown can serve as dosimeters of UVR in particular form the sun.

Key words: Growth of KCl crystals, ultraviolet radiation, chemical impurities, electrons, dislocations. Power level.