

**TESIS de LICENCIATURA y  
MAESTRÍA SUSTENTADAS en la  
SECCIÓN QUÍMICA  
de la PUCP**

**Aquí encontrará el resumen de las tesis de licenciatura y maestría presentadas en 2014 y 2015 (hasta agosto) por los alumnos de investigación de la sección Química de la PUCP.**



**ÁREA de QUÍMICA ORGÁNICA y  
PRODUCTOS NATURALES**

**Synthesis of 4-N-(2-formyl-3-oxoprop-1-en-yl)-2'-deoxy-3',5'-bis-O-(tert-butyl-dimethylsilyl)cytidine towards M<sub>1</sub>FA-dC**

*Cristhian Luis Cañari Chumpitaz*

Tesis de LICENCIATURA

Julio 2014

Chlorohydroxyfuranones (CHF) are disinfection by-products present in drinking waters known to cause DNA damage through the formation of mutagenic adducts such as M<sub>1</sub>FA-dC. Although the mutagenic properties of CHFs have been assessed, the mechanism responsible for these biological properties is still unknown.

In order to unravel the mechanism of action of this type of mutagens. DNA repair and replication studies are needed. However, these biochemical assays require considerable amount of the adduct M<sub>1</sub>FA-dC, which is currently not commercially available. In addition, the reported attempts to synthesize this compound presented low yield, and prolonged reaction times.

The objective of this research is to evaluate new routes in the synthesis of the adduct M<sub>1</sub>FA-dC. Two complementary approaches involving the same bond disconnection were evaluated in order to synthesize the important intermediate 4-N-(2-formyl-3-oxoprop-1-en-1-yl)-2'-deoxy-3',5'-bis-O-(tert-butyl-dimethylsilyl)cytidine. The syntheses were performed using classical organic synthesis reactions such as amine-aldehyde condensation, substitution reactions, protection of functional groups, and the reductions. Reaction monitoring was based on nuclear magnetic resonance and mass spectrometry in order to determine the optimal reaction conditions for the synthesis of the adduct.

Tesis dirigida por la profesora Dra.  
Helena Maruenda Castillo

**ÁREA de QUÍMICA ANALÍTICA Y MEDIO  
AMBIENTE**

**Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc**

*Adolfo Bruno Marchese Morales*

Tesis de LICENCIATURA

Agosto de 2015

El fenómeno de la salinización del suelo afecta el adecuado crecimiento de las plantas y es una de las principales causas de degradación del suelo. Se estima que 397 millones de hectáreas de cultivos en el mundo (3,1 %) presentaron un exceso de sales en el año 2005. Se observa este impacto principalmente en zonas con climas áridos y semi-áridos debido a: mayor evaporación de agua, aumento del nivel freático, agua de riego salinizada y malas prácticas agrícolas, como el uso excesivo de fertilizantes y quema del cultivo residual.

Los suelos agrícolas son el recurso más escaso del país. Los cultivos de San Pedro de Lloc se ubican en la costa norte peruana y son una importante fuente de la producción nacional de arroz, azúcar, maíz, etc. La información actual sobre salinización en el distrito se encuentra desactualizada y no profundizada.

En el presente trabajo de investigación se estudió la salinización que afrontan los suelos destinados a cultivos agrícolas en dicha localidad. El estudio comprendió la implementación y validación de metodologías de análisis físicos (textura, densidad aparente, humedad) y químicos (potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, carbono inorgánico, sodio, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, carbono inorgánico, relación C/N, cloruros, sulfatos y nitratos). Se diseñó un programa de monitoreo para suelos en la localidad considerando la ubicación y frecuencia de estaciones de muestreo representativas y la información previa generada por los investigadores de la PUCP. Luego, se aplicaron dichas metodologías validadas para el análisis de las muestras de suelo y

agua colectadas en campo y se realizó el análisis estadístico de los resultados.

Se encontraron suelos desde ligeramente a extremadamente salinos con pH en el rango de 7,5 – 8,5. Los suelos sódicos con relación de adsorción de sodio (SAR) elevada corresponden a 45 % de los suelos del área de estudio. Poseen capacidad de retención de agua mediana a baja ya que la textura arenosa es la predominante. El porcentaje de materia orgánica es variable, pero disponible para las especies vege-

tales. La concentración de sulfatos y nitratos es elevada por el uso excesivo de fertilizantes. Se concluye que los suelos del distrito de San Pedro de Lloc están atravesando un serio proceso de salinización y sodificación debido a las malas prácticas agrícolas.

Tesis dirigida por la profesora Dra.  
Nadia Gamboa

## ÁREA de QUÍMICA de POLÍMEROS

### Extracción y caracterización del alginato de sodio procedente del alga parda *Macrocystis sp.*

Jorge Luis Ayarza León

Tesis de LICENCIATURA

Agosto de 2015

Las algas son consideradas como una de las fuentes sostenibles de biomasa más prometedoras. Son capaces de producir y almacenar una gran cantidad de biomoléculas de importancia como potenciales combustibles, alimentos para seres humanos y animales, fármacos y aditivos para alimentos, productos agroindustriales, cosméticos e incluso para tratamiento de aguas. El mar, los ríos y los lagos del Perú constituyen el hábitat de muchas especies de algas. El alginato es un polisacárido lineal compuesto de unidades de las sales de los ácidos carboxílicos  $\beta$ -D-manurónico (M) y  $\alpha$ -L-gulurónico (G); y se encuentra presente en gran cantidad en la matriz extracelular de las algas marinas pardas de la clase *Phaeophyceae*. En la actualidad, el alginato se extrae en diversas partes del mundo de una gran variedad de especies de algas. La utilidad del alginato a nivel académico e industrial es variada, sus usos comunes incluyen: aglutinante en tintes para textiles, agente espesante o estabilizante en mezclas alimenticias, matriz para inmovilizar y transportar agentes biológicos o catalíticos, fabricación de fibras antibacterianas y hemostáticas, etc.

En el presente trabajo se estudió el alginato obtenido del alga *Macrocystis sp.*, una especie endémica del Perú. En primer lugar, se optimizó el proceso de obtención del alginato, el cual contempló tres procedimientos: un pre-tratamiento, una extracción y una purificación. Previamente, el alga se separó en tres partes, según su morfología: hojas, bulbos y tallos. El pre-tratamiento del alga óptimo consistió en un lavado con una solución acuosa de hipoclorito de sodio NaOCl 0,5 % por 30 min. La extracción óptima se consiguió con una solución acuosa de carbonato de sodio en proporción molar 1:1 de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a alginato, a 80 °C por 2 h. Finalmente, se propuso un método alternativo de purificación, el cual consistió en una precipitación del extracto crudo de alginato en 2-propanol, seguido de la disolución del extracto crudo y seco en

una solución acuosa de EDTA 5 mM, una centrifugación, una filtración con membrana, un proceso de diálisis en agua y un secado por liofilización.

En segundo lugar, se realizó un análisis químico del producto final para determinar la composición y estructura del alginato. Por espectroscopía  $^1\text{H-RMN}$  se determinó los valores de ratio M/G y la longitud promedio en número de los bloques-G sin considerar las triadas  $-\text{MGM}- (\text{N}_{\text{G>1}})$ . El ratio M/G promedio fue 1,75, indicando así una composición de 64 % de unidades manuronato y 36 % de guluronato. No se observó una diferencia significativa en el ratio M/G entre los extractos de las tres partes del alga, sin embargo, el alginato de los tallos y bulbos contenía cadenas de guluronatos más largas que el de las hojas. Por otro lado, la espectroscopía FT-IR permitió verificar los grupos funcionales del alginato y estimar el ratio M/G. Se determinó que las mediciones por FT-IR eran comparables a las de RMN, y por lo tanto servirían para controles rutinarios de la caracterización del alginato.

En tercer lugar, se realizó un análisis de masa molar del alginato por viscosimetría capilar y GPC. Con la viscosimetría capilar, se determinó que la masa molar promedio en viscosidad del alginato fue de aproximadamente 320 kDa. El análisis por GPC mostró que los extractos de las tres partes del alga tenían la misma distribución de masas molares, con un  $M_p$  promedio de  $330 \pm 20$  kDa relativo a estándares de PEO. Además, se determinó que el PDI promedio es  $5,094 \pm 0,201$ , lo cual indica una distribución bastante dispersa.

Finalmente, se realizó un estudio morfológico del ácido alginico, alginato de sodio y sus derivados de calcio y cobre por microscopía electrónica de barrido (SEM); y un estudio de la degradación del alginato en medio alcalino asistida por microondas. Adicionalmente, se incluyó un análisis del residuo del pre-tratamiento del alga, puesto que se consideró la posibilidad de encontrar un polisacárido denominado fucoídano, el cual es de interés académico y comercial.

Tesis dirigida por el profesor Dr.  
Javier Nakamatsu Kuniyoshi