

## CUANTIFICACIÓN DE $\kappa$ Y $\lambda$ -CARRAGENANOS A PARTIR DE LA MACROALGA *Chondracanthus chamissoi*

Salas de la Torre, Norma<sup>\*1</sup>; Córdova Castañeda, César<sup>2</sup>; Lengua Calle, Rosa<sup>1</sup>; Anaya Meléndez, Fernando<sup>1</sup>

### RESUMEN

La obtención de  $\kappa$ -carragenano y  $\lambda$ -carragenano está en función de la selección adecuada de algas, identificación correcta de las fases de vida, control de parámetros como: temperatura, pH, tiempo y concentración de soluciones.

El proceso de extracción se basa en la solubilidad en agua caliente e insolubilidad en solventes orgánicos polares.

La fase gametofita es punto de partida para la producción de  $\kappa$ -carragenano y la fase esporofita se orienta a la producción de  $\lambda$ -carragenano.

La capacidad gelificante ( $\kappa$ -carragenano) y el comportamiento viscosante ( $\lambda$ -carragenano) son características que se aplican para gelificar o espesar sistemas acuosos.

La fracción gelificante obtenida se empleó en la formulación de productos lácteos. El  $\kappa$ -carragenano obtenido en laboratorio reemplazó a Lactogel FL610 y Lactogel PS451 en la formulación de flan y pudín obteniendo excelente consistencia, textura, sabor, color y bajo en contenido de calorías. Puede emplearse como estabilizante en el procesamiento de néctares en reemplazo de carboximetilcelulosa. La leche chocolatada elaborada con  $\lambda$ -carragenano confirma que carragenanos provenientes de la fase de vida tetraspórica imparte mayor viscosidad a las suspensiones.

**Palabras clave:** carragenanos, chondracanthus, polisacáridos, fracción gelificante

## CUANTIFICATION OF $\kappa$ AND $\lambda$ -CARRAGEENAN FROM *Chondracanthus chamissoi* MACROALGAE

### ABSTRACT

Obtaining  $\kappa$ -carrageenan and  $\lambda$ -carrageenan is a function of the proper selection of algae, correct identification of the stages of life, control of parameters such as temperature, pH, time, concentration of solutions.

The extraction process is based on solubility in hot water and insolubility in polar organicsolvents.

Gametophyte phase is a starting point for the production of  $\kappa$ -carrageenan and phase sporophitic is geared to the production of  $\lambda$ -carrageenan. }

The gelling capability ( $\kappa$ -carrageenan) and viscosante behaviour ( $\lambda$ -carrageenan) are characteristics that apply to gellify or thicken aqueous systems.

The gelling fraction obtained was used in the formulation of dairy products. The  $\kappa$ -carrageenan obtained in the laboratory replaced Lactogel FL610 and Lactogel PS451 in the formulation of custard pudding and excellent consistency, texture, flavor, color and low calorie content. It can be used as a stabilizer in the processing of nectars replacing

<sup>\*1</sup> Facultad de Química e Ingeniería Química- UNMSM

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Biológicas- UNMSM<sup>2</sup>.

Ciudad Universitaria, Av. Venezuela S/N, Lima- Perú. nsalasd@hotmail.com

carboxymethylcellulose. Chocolate milk produced with  $\lambda$ -carrageenan confirms that carrageenan coming from the tetraspores stage of life imparts a higher viscosity to the suspensions.

**Key words:** carrageenan, chondracanthus, polysaccharides, fraction gelling.

## INTRODUCCIÓN

Las algas marinas se caracterizan por su riqueza en oligoelementos, proteínas, vitaminas, yodo, fósforo, potasio, que no son frecuentes en otros alimentos; pero su gran riqueza está en los hidrocoloides que posee, considerados nutraceuticos.

Las algas rojas contienen polisacáridos complejos denominados ficocoloides<sup>1</sup> (carragenanos) cuyas propiedades dependen en gran medida de los cationes a los que se asocian; así pueden formar geles firmes en presencia del catión potasio ( $\kappa$ -carragenano) o fracciones no gelificantes ( $\lambda$ -carragenano) debido a su alto grado de sulfatación.

*Chondracanthus chamissoi*, alga rodophyta que abunda en la costa sur del Pacífico de aguas templadas (bahía de San Nicolás, laguna Grande, playa Mendieta, Pisco), de la que se extrae  $\kappa$ -carragenano,  $\lambda$ -carragenano,  $\iota$ -carragenano y  $\mu$ -carragenano; poseen propiedades antivirales, antilipogénicas e hipolipemiantes<sup>1,2</sup>, según diversos autores; así, Baba y colaboradores<sup>1</sup> lograron inhibir la replicación de algunos virus en dextran sulfato; posteriormente, Fuertes C.<sup>3</sup> propone que todo polisacárido sulfatado tiene efectos similares o superiores frente a diversos virus con una ventaja manifiesta para los polisacáridos naturales. Posteriormente se ensaya con la fracción soluble  $\lambda$ -carragenano extraída de *Chondracanthus chamissoi* en su fase femenina y tetraspórica, y se observa que posee gran actividad inhibitoria de la replicación viral del virus de inmunodeficiencia adquirida, VIH. La fracción insoluble gametofita  $\kappa$ -carragenano, muestra menos actividad inhibitoria viral<sup>2</sup>.

En el Perú no existe industria procesadora de carragenanos siendo importada de Estados Unidos de Norteamérica, Japón, Francia, Canadá, Dinamarca y Chile. Si existen tres empresas que se dedican a la extracción y comercialización del alga fresca, refrigerada, congelada y seca; éstas son: Crosland Técnica S.A., Peruvian Seaweeds S.R.L. y Vidal Vidal Elio.

*Chondracanthus chamissoi* es extraída del submareal y exportada principalmente a países asiáticos (Japón) para su transformación y consumo directo (Gil-Kodaka, 2002).

## PARTE EXPERIMENTAL

El proceso de extracción de carragenanos<sup>3</sup> se basa en dos propiedades fundamentales de los mismos:

- Su solubilidad en agua caliente.
- Su insolubilidad en solventes orgánicos polares.

Las algas *Chondracanthus chamissoi* con estructuras reproductivas maduras se recolectaron del submareal en la bahía de Paracas por los miembros del grupo de investigación que encabeza el profesor César Córdova, y trasladadas a planta piloto de la Facultad de Química e Ingeniería Química para ser separadas en sus fases de vida: (tabla 1).

- Fase gametofito femenino,
- Fase gametofito masculino,
- Fase tetraspórica,
- Cuarto grupo (mezcla de las fases), 4to G

### Etapa de preparación de las algas.

Las algas clasificadas en sus fases de vida son lavadas para remover materia extraña, y enjuagadas repetidamente con agua destilada. Posteriormente se somete a secado hasta peso constante y por fases. Se procedió luego a molienda grosera.

Las algas molidas son sometidas a hidratación con agua destilada y agitación constante. Se enjuagó repetidamente para extraer pigmentos y sales, así tenemos las preparadas para la extracción.

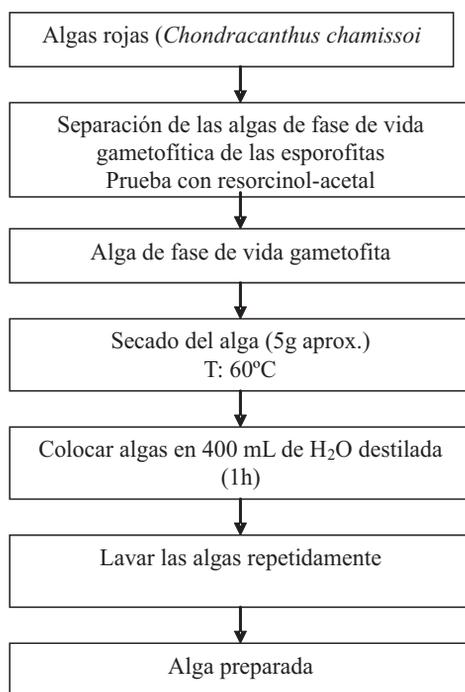


Gráfico 1. Preparación de algas  
Fuente: Elaboración propia

### Etapa de extracción de $\kappa$ -carragenano (Tratamiento alcalino en frío).

Para el proceso de extracción se ha empleado el método modificado de Craige y Leigh (1978)<sup>4,5,6</sup> siendo adaptado con algunas variantes por la responsable del proyecto.

Las algas preparadas son tratadas con hidróxido de potasio al 6% p/p con agitación vigorosa para promover la extracción total de polisacárido. Deberán permanecer en la solución alcalina durante 24 horas. Evacuar parte de la solución alcalina dejando un remanente que cubra solamente las algas por otro tiempo igual.

Se retiran las algas de la solución alcalina y se observa el agua remanente, presenta un matiz amarillo intenso.

Seguidamente se colocan las algas en sacos de muselina o nylon de doble tramo y se sumergen en agua destilada repetidamente y se deja por 12 horas.

Estirar las algas en forma uniforme en bandejas de acero inoxidable y llevar a congelación por 12 horas y descongelarlas. Repetir este paso.

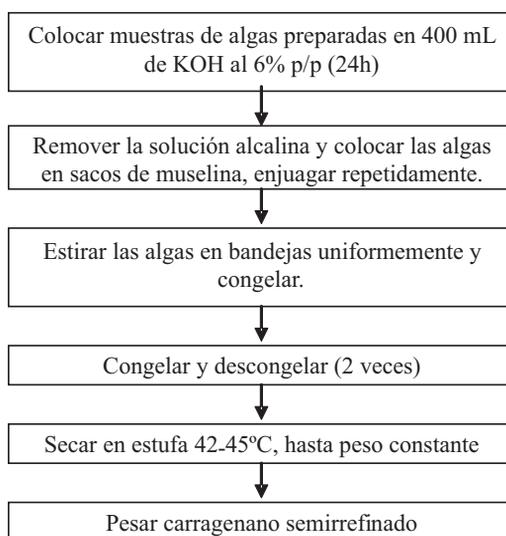


Gráfico 2. Tratamiento alcalino

Fuente: Adaptado de Cristian Bulboa Contador<sup>7</sup> – Universidad de Sao Paulo

### **Etapa de fraccionamiento<sup>7</sup>.**

El carragenano semirrefinado es hidratado con agua destilada y dejado en reposo. Luego se lleva a bañomaría a 80 °C durante dos horas. Separar las fases por filtración al vacío. La fracción gelificante es insoluble y es retenido en el filtro; esta fracción es tratada con cloruro de potasio al 0,20 % p/p y posteriormente se extiende en bandejas de acero inoxidable para llevarla a congelación. Congelar y descongelar (2 veces). Secar en estufa a 42 – 45 °C por 24 horas, aproximadamente. El polvo obtenido de color blanco debe pesarse para calcular el rendimiento de  $\kappa$ -carragenano.

Por otro lado, el filtrado (fracción no gelificante), es tratada con 2-propanol, coagulando completamente. Esta fracción es extendida en bandejas de acero inoxidable y llevadas a secado a 45 °C hasta peso constante. Pesar el  $\lambda$ -carragenano para efectos de hallar el rendimiento.

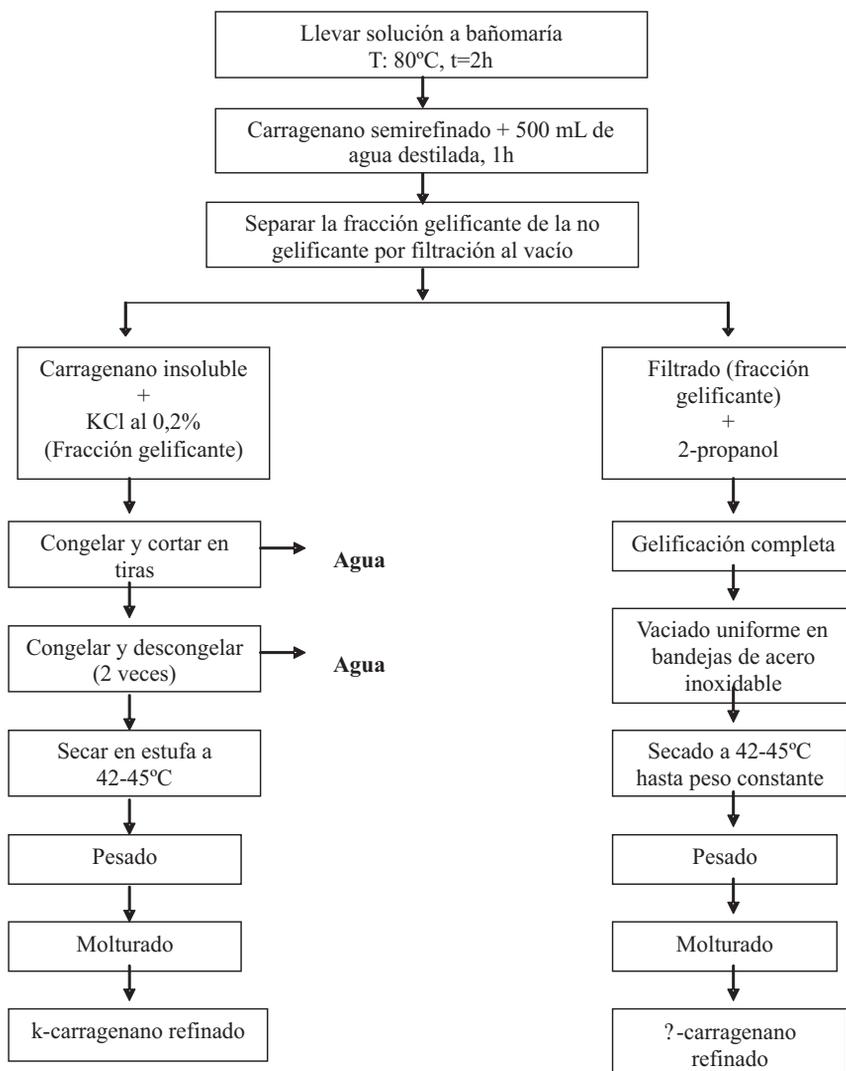


Gráfico 3. Fraccionamiento

Fuente: Adaptado de Cristian Bulboa Contador<sup>7</sup> - Universidad de Sao Paulo.

**RESULTADOS****Tabla 1. Rendimiento de carragenano semi-refinado**

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso carragenano semirrefinado(g)	Rendimiento (%)
1 -(♀)	5,000	2,6213	52,4
2 -(♂)	5,000	2,2923	45,8
3 -(⊕)	4,624	3,0383	65,7
4 -(4to G)	5,000	1,9109	38,2

**Tabla 2. Peso de  $\kappa$ -carragenano y  $\lambda$ -carragenano**

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso (g) carragenano semirrefinado	Peso (g) k-carragenano	Peso(g) $\lambda$ -carragenano
1 -(♀)	5,000	2,6213	1,8138	0,8075
2 -(♂)	5,000	2,2923	1,7690	0,5233
3 -(⊕)	4,624	3,0383	0,9445	2,0938
4 -(4to G)	5,000	1,9109	1,1475	0,7633

**Tabla 3. Rendimiento de  $\kappa$ -carragenano**

Muestra	Peso muestra (g)	Peso (g) k-carragenano	Rendimiento (%)
1 -(♀)	5,000	1,8138	36,2
2 -(♂)	5,000	1,7690	35,4
3 -(⊕)	4,624	0,9445	20,4
4 -(4to G)	5,000	1,1475	23,0

**Tabla 4. Rendimiento de  $\lambda$ -carragenano**

Muestra	Peso muestra (g)	Peso (g) $\lambda$ -carragenano	Rendimiento (%)
1 -(♀)	5,000	0,8075	16,15
2 -(♂)	5,000	0,5233	10,5
3 -(⊕)	4,624	2,0938	45,3
4 -(4to G)	5,000	0,7633	15,2

## DISCUSIÓN

### **Fracción gelificante (κ-carragenano) y fracción no gelificante (λ-carragenano).**

La fracción gelificante es capturada en el filtro y tratada con cloruro de potasio formándose el gel consistente. El mecanismo de gelificación se presenta porque las moléculas de carragenano desarrollan estructuras helicoidales que reaccionan entre sí creando una red tridimensional.

De la tabla 3 se observa que el mayor rendimiento en κ-carragenano presenta la muestra que corresponde a fase gametofito femenino (36,2 %) seguida de la muestra de fase gametofito masculino (35,4 %).

La fracción que pasa a través del filtro, corresponde a la fracción no gelificante, siendo tratada con 2-propanol, coagulando completamente. De la tabla 4 se desprende que el mayor rendimiento en λ-carragenano, corresponde a la fase esporofita (45,3%).

La capacidad gelificante (κ-carragenano) y el comportamiento viscosante (λ-carragenano) son características que los hacen útiles como estabilizantes o gelificantes de sistemas acuosos. Los carragenanos manifiestan un comportamiento reológico óptimo y cualidades organolépticas deseables.

Son muy amplias las aplicaciones de κ-carragenano como gelificante, en postres lácteos, helados y otros:

- Milkshake, flanes y pudines: kappa le imparte buena consistencia.
- Crema de queso: kappa le da estabilidad y previene la sinéresis.
- Leche evaporada: Se emplea para evitar la separación de fases.
- Alimentos para infantes: kappa estabiliza la grasa y las proteínas en formulaciones que emplean leche y/o soya.
- Yogurt: kappa actúa como estabilizante y mejora la consistencia.

Las aplicaciones de λ-carragenano como viscosante, son múltiples, resaltando en la leche chocolatada, a la que mejora su textura.

## CONCLUSIONES

- La identificación de las fases se realizó visualmente y químicamente mediante el método del resorcinol-acetal, que después de bañomaria se observa la coloración y se concluye:
  - Matiz rojo oscuro, corresponde a alga en fase de vida gametofita.
  - Matiz color rosado, se trata de alga en fase de vida esporofita.
- Las unidades galactosa sulfatada en posición C6 han sido convertidas en unidades 3,6 anhidrogalactosas mediante tratamiento alcalino.
- De la tabla 1 se concluye que la fase tetraspórica presenta mayor proporción de carragenano semirrefinado y la mínima corresponde al 4to Grupo (mezcla de fases).
- La fracción gelificante se debe a las moléculas de κ-carragenano que desarrollan estructuras helicoidales que reaccionan entre sí creando una red tridimensional. En la tabla 3 observamos el rendimiento de κ-carragenano que alcanza al 36,2 % para la fase gametofito femenino y 35,4 % para la fase gametofito masculino.
- La fracción no gelificante (λ-carragenano) alcanza el mayor rendimiento 45,3 % que corresponde a la fase tetraspórica como se observa en la tabla 4.
- La costa sur del Pacífico (Pisco) de aguas templadas posee condiciones climáticas muy especiales para el cultivo de estas algas (rodophitas), materia prima para la producción de hidrocoloides de múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica, odontológica, textil, curtiembre.

- Baba y colaboradores<sup>1</sup> lograron inhibir la replicación de algunos virus en dextransulfato, posteriormente Fuertes C.<sup>3</sup> propone que todo polisacárido sulfatado tiene efectos similares o superiores frente a diversos virus con una ventaja manifiesta para los polisacáridos naturales. Posteriormente se ensaya con la fracción soluble lambda carragenano extraída de *Chondracanthus chamissoi* en su fase esporofítica y se observa que posee gran actividad inhibitoria en la replicación viral del VIH.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo Superior de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por la financiación otorgada.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Bixler H., Kevin Johndro, Falshaw R. (2001). Kappa-2 carrageenan: Structure and performance of commercial extracts. Performance in two simulated dairy applications. *Food Hydrocolloids*. Pg. 619–630.
2. Alama Vallejos E., Aojalla R. Estudio del Efecto hipolipemiante de polisacáridos sulfatados de la fase tetraspórica del alga *chondracanthus chamissoi* en conejos (Tesis). Facultad de Farmacia y Bioquímica. U.N.M.S.M.
3. Fuertes C. (1998). Polisacáridos sulfatados de algas marinas, elucidación estructural, actividad antiviral frente al virus del VIH. (Tesis). Facultad de Farmacia y Bioquímica. U.N.M.S.M.
4. Falshaw R., Bixler H.J., Johndro K. (2001). Structure and performance of commercial kappa–2 carrageenan extracts. *Food Hydrocolloids*. Pg. 441–452.
5. Falshaw R., Bixler H. J., Johndro K., Structure and performance of commercial K-2 carrageenan extracts. Part. III. Structure analysis and performance in two dairy applications of extracts from the New Zealand red Seaweed, *Gigartina atropurpurea*. (2003). *Food Hydrocolloids*. Pg. 129–139.
6. Suqueyama Mihagui H. L. (1978). Extracción de carragenina a partir del alga *Gigartina chamissoi*. (Tesis) Universidad Nacional Agraria La Molina.
7. Bulboa C., Macchiavello J. (2006). Cultivo de Frondas cistocárpicas, tetraspóricas y vegetativas de *Chondracanthus chamissoi* en dos localidades del norte de Chile. Departamento de Biología Marina. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.