

## EFFECTO DEL TIPO DE CARRAGENINA SOBRE LAS PROPIEDADES DE PELICULAS COMESTIBLES DE CASEINATO SE SODIO

Gutiérrez Cruz R., Barragán Alvarado A., Totosaus A.\*

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Avenida Tecnológico esq. Av. Central, Col. Valle de Anahuac, Ecatepec de Morelos CP 55210, Estado de Mexico, México. \*

[atotosau@tese.edu.mx](mailto:atotosau@tese.edu.mx)

### RESUMEN

El efecto de diferentes proporciones de caseinato de sodio, glicerol y carrageninas (iota, kappa y lambda) sobre las propiedades fisicoquímicas (solubilidad de la película y proteína soluble) y mecánicas (deformación a la punción) de películas comestibles se estudio mediante un diseño de superficie de respuesta. La solubilidad y proteína soluble de las películas se vieron afectadas por la concentración y tipo de carragenina, donde kappa tuvo los valores menores. Esto es debido a la interacción específica entre las caseínas y la kappa carragenina. Sin embargo, la resistencia de las películas a la deformación y ruptura fue muy similar. Esto indica que la solubilidad de la película puede ser manipulada de acuerdo al tipo de carragenina que se emplee con menores cambios en la ruptura.

### ABSTRACT

The effect of different proportions of sodium caseinate, glycerol and carrageenans (iota, kappa and lambda) on physicochemical (film solubility and soluble protein) and mechanical (puncture deformation) of edible films was study by a surface response methodology. Edible films solubility and soluble protein was affected by the concentration and type of carrageenan, where kappa carrageenan has the lower values. This is due to the specific interaction between casein and kappa-carrageenan. Nonetheless, edible film resistance to deformation and rupture was similar. This indicate that edible film solubility can be manipulated according to the carrageenan type with minor changes in rupture.

**Palabras clave:** Películas, Caseínato de sodio, Carrageninas

**Área:** Desarrollo de nuevos productos

### INTRODUCCIÓN

Las películas comestibles constituyen actualmente una técnica de conservación de alimentos muy empleada por los beneficios mejorando la calidad de los alimentos donde se aplica debido a: su efecto sobre la humedad, permeabilidad a gases y aromas, propiedades de barrera. Son además biodegradable y pueden ser ingeridas con el alimento, por lo que reduce la polución de modo muy significativo frente a otras técnicas de conservación.

Los principales componentes de película comestible son, proteínas, polisacáridos y lípidos y un agente plastificante. Estos ingredientes son disueltos en agua para posteriormente ser vertidas y secadas a la temperatura deseada para obtener el material de empaque. La formulación de cada película comestible depende directamente de la aplicación que se requiere, la cual determinará las propiedades mecánicas y de barrera deseable. Estudios revelan que películas de caseinato de sodio son muy utilizadas debido a que poseen excelentes propiedades sensoriales y de barrera de vapor de agua, utilizando glicerol como plastificante, ya que presenta una baja masa molecular y alta polaridad.

El objetivo de este estudio es elaborar y evaluar películas comestibles de caseinato de sodio incorporando tres tipos de carragenina ( $\lambda$ ,  $\iota$ , y  $\kappa$ ), en diferentes proporciones para determinar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de las películas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de las películas se utilizó caseinato de sodio (DVA Mexicana S.A. de C.V., Naucalpan de Juárez, México) y glicerol (Fermont, Productos químicos Monterrey S.A. de C.V., Monterrey, México) como plastificante. A las soluciones de caseinato de sodio con glicerol se agregaron diferentes proporciones de los tres tipos de carrageninas:  $\kappa$ -carragenina Gelcarin GP8612,  $\lambda$ -carragenina Viscarin GP 209 o  $\iota$ -carragenina Viscarin SD 389 (FMC BioPolymers, Philadelphia, USA). Las proporciones de cada ingrediente se indican en la Tabla 1.

### Propiedades fisicoquímicas: Solubilidad y proteína soluble

Para la determinación de solubilidad (materia soluble total) se adaptó el método reportado por Pereda et al. (2012). Muestras de 2 x 2 cm de las películas se pesaron y se colocaron en vasos de precipitados con 30 mL de agua destilada durante 24 h para posteriormente retirar y secar las muestras no disueltas a 105°C durante 24 h, calculando por diferencia de peso el porcentaje de solubilidad en base al peso inicial de la película.

El porcentaje de proteína soluble se realizó modificando el método descrito por Jangchud y Chinnan (1999). A partir de la proteína disuelta en el agua destilada de la prueba de solubilidad, se determinó el contenido de proteína disuelta utilizando el método de biuret (Gornall et al., 1949), reportando el porcentaje de proteína soluble de acuerdo a la siguiente fórmula:

### Propiedades mecánicas: Deformación a la punción

La deformación en el punto de ruptura de la película se determinaron mediante la prueba de punción de acuerdo al método descrito por Sobral et al. (2012). La película fue fijada en una celda de acrílico de 52.4mm de diámetro y fue perforada por una sonda de aluminio de tres milímetros de diámetro a una velocidad de 15mm/s en un texturómetro Brookfield modelo LFRA 4500 (Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro). De las gráficas de fuerza de deformación se calculó la fuerza de punción y el desplazamiento

de la sonda, calculando la deformación de la punción de acuerdo a lo establecido por Sobral et al. (2012).

### Diseño experimental y análisis de datos

Para determinar el efecto del porcentaje de proteína, plastificante y carragenina sobre las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de las películas, se utilizó la metodología de superficie de respuesta utilizando un diseño rotatorio central de tres niveles y 13 experimentos. Se llevo a cabo el mismo diseño para cada tipo de carragenina. Los resultados experimentales fueron analizados para generar las graficas de superficie de respuesta y las ecuaciones de regresión en la interface ADX del paquete estadístico SAS (SAS Institute, Cary) (Tabla 1).

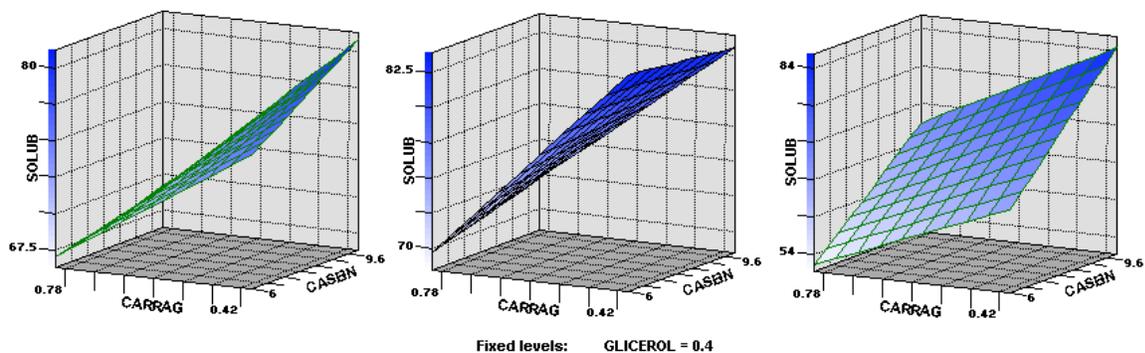
**Tabla 1. Diseño compuesto central estableciendo los valores codificados (-1, 0, 1) y el valor del porcentaje de caseinato de sodio, glicerol y carragenina.**

Experimento	Caseinato de sodio (X <sub>1</sub> )		Glicerol (X <sub>2</sub> )		Carrageninas (X <sub>3</sub> )	
	Código	%	Código	%	Código	%
1	-1	6.0	-1	0.2	0	0.6
2	-1	6.0	1	0.6	0	0.6
3	1	10.0	-1	0.2	0	0.6
4	1	10.0	1	0.6	0	0.6
5	0	8.0	-1	0.2	-1	0.4
6	0	8.0	-1	0.2	1	0.8
7	0	8.0	1	0.6	-1	0.4
8	0	8.0	1	0.6	1	0.8
9	-1	6.0	0	0.4	-1	0.4
10	1	10.0	0	0.4	-1	0.4
11	-1	6.0	0	0.4	1	0.8
12	1	10.0	0	0.4	1	0.8
13	0	8.0	0	0.4	0	0.6

## RESULTADOS

### Propiedades fisicoquímicas

La Figura 1 muestra las graficas de superficie de respuesta para la solubilidad de las películas elaboradas con las diferentes carrageninas. Se observó la misma tendencia, donde al aumentar la concentración de carragenina la solubilidad de la película disminuyó. Para iota y lambda carrageninas aumentar la concentración de proteína (caseinato) la solubilidad se incrementó, pero no para las películas con kappa carragenina. En las ecuaciones de regresión se observa que la mayor solubilidad fue para las películas con kappa carragenina, y la menor para las de lambda. El glicerol tuvo en efecto positivo más marcado en las películas de kappa, además del mayor efecto negativo sobre esta propiedad en comparación con los otros tipos de carragenina. En estas misma películas, la interacción caseína-carragenina fue positiva (Tabla 2).

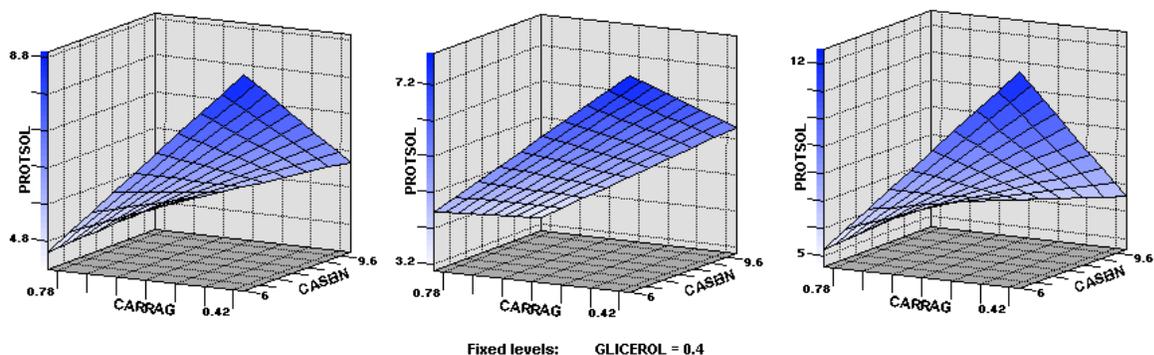


**Figura 1. Superficie de respuesta para el porcentaje de solubilidad de las películas de caseinato de sodio con iota, kappa o lambda carragenina.**

Tabla 2. Ecuación de regresión para % de solubilidad de la película

Iota	51.89	+2.39Caseinato	+46.08Glicerol	-8.45Carragenina	-2.42Caseinato×Carragenina
Kappa	88.53	-1.20Caseinato	+45.03Glicerol	-53.11Carragenina	+2.43Caseinato×Carragenina
Lambda	31.75	+6.31Caseinato	+21.57Glicerol	-19.27Carragenina	-2.40Caseinato×Carragenina

Para la proteína soluble, una menor concentración de carragenina aumentó los valores de este parámetro. Al aumentar la concentración de caseinato la solubilidad disminuyó (Figura 2). En las ecuaciones de regresión se aprecia que los valores mayores fueron para las películas con iota carragenina. En las películas de kappa, la caseína tuvo un efecto negativo disminuyendo los valores de este parámetro. El glicerol tuvo un efecto similar en las películas de iota y kappa carragenina. El efecto más notable fue en las carrageninas, donde el menor valor observado fue en las películas con kappa carragenina (Tabla 3).



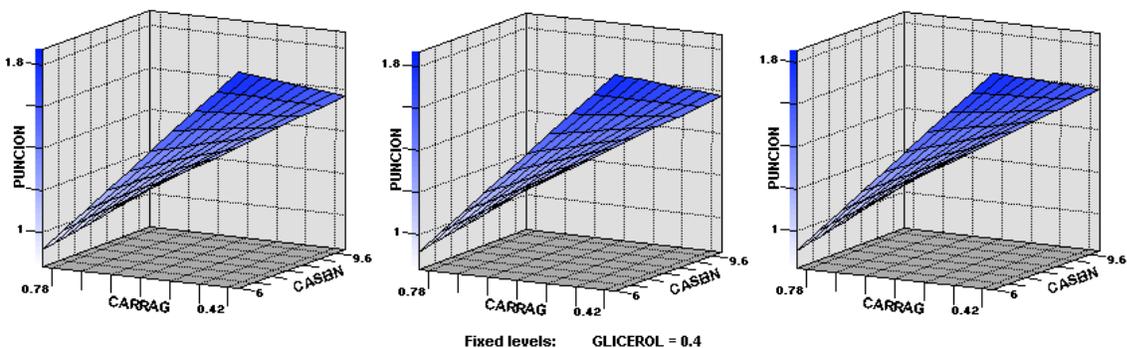
**Figura 2. Superficie de respuesta de proteína soluble de las películas de caseinato de sodio con iota, kappa o lambda carragenina**

**Tabla 3. Ecuación de regresión para proteína soluble de las películas**

Iota	21.07	-1.61Caseinato	+5.63Glicerol	-24.66Carragenina	+2.13Caseinato×Carragenina
Kappa	14.86	-0.86Caseinato	+5.15Glicerol	-14.23Carragenina	+0.76Caseinato×Carragenina
Lambda	40.20	-3.48Caseinato	+2.76Glicerol	-47.61Carragenina	+4.63Caseinato×Carragenina

### Propiedades mecánicas

Para la deformación a la punción, en las graficas de superficie de respuesta se observa un comportamiento similar de las tres películas elaboradas con las diferentes carrageninas (Figura 3). Esto concuerda con los valores de los parámetros lineales de la ecuación de regresión para cada carragenina, donde los valores fueron similares (Tabla 4).



**Figura 3. Superficie de respuesta de la punción de las películas de caseinato de sodio con iota, kappa o lambda carragenina.**

**Tabla 4. Ecuación de regresión para deformación a la punción de las películas**

Iota	3.77	-0.20Caseína	+0.84Glicerol	-4.36Carragenina	+0.29Caseinato×Carragenina
Kappa	3.75	-0.19Caseína	+0.84Glicerol	-4.35Carragenina	+0.29Caseinato×Carragenina
Lambda	3.64	-0.18Caseína	+0.88Glicerol	-4.28Carragenina	+0.28Caseinato×Carragenina

## DISCUSIÓN

Las carrageninas tuvieron un efecto más marcado en la solubilidad de las películas donde las elaboradas con kappa carragenina, donde mayores concentraciones de ésta afectaron la solubilidad de las películas. La interacción de esta carragenina con el caseinato de sodio fue positiva. Para la proteína soluble, esto es, la proteína que libera la película la ser puesta en agua, las películas de kappa tuvieron los menores valores, y la interacción de los componentes fue la más alta. Esto es debido a la interacción específica entre las caseínas y la kappa carragenina (Schorsch *et al.*, 2000; Snoeren *et al.*, 1975; Langendorff *et al.*, 2000). A pesar de las diferencias en los parámetros fisicoquímicos, la resistencia de las películas a la deformación y ruptura fue muy similar. Esto indica que la solubilidad de la película puede ser manipulada de acuerdo al tipo de carragenina que se emplee con menores cambios en la ruptura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gornall AG, Bardawill CJ, David MM. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry* 177: 751-766.
- Salgado et al. 2011
- Jangchud A, Chinnan MS. 1999. Peanut protein film as affected by drying temperature and pH of film forming solution. *Journal of Food Science* 64: 153-157.
- Langendorff V, Cuvilier G, Michon C, Launay B, Parker A, De Kruif CG. 2000. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food Hydrocolloids* 14: 273-280.
- Schorsch C, Jones MG, Norton IT 2000. Phase behaviour of pure micellar casein/k-carrageenan systems in milk salt ultrafiltrate. *Food Hydrocolloids* 14: 347-358.
- Snoeren THM, Paynes TAJ, Jeunink J, Both P. 1975. Electrostatic interaction between k-carrageenan and k-casein. *Milchwissenschaft* 30: 391-396.
- Sobral PDA, Menegalli FC, Hubinger MD, Roques MA. 2001. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids* 15: 423-432.