

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE COMPLEJOS PROTEÍNA-POLISACÁRIDO.

Haro-González, J.N., y *Espinosa-Andrews, H.

Centro De Investigación y Asistencia En Tecnología y Diseño Del Estado De Jalisco A.C, Unidad de Tecnología Alimentaria, Camino Arenero 1227, El Bajío del Arenal, Zapopan, Jalisco, México 45019.

*Autor para correspondencia: hespinosa@ciatej.mx

Área del conocimiento: Alimentos

RESUMEN

En este trabajo se estudiaron las propiedades reológicas de los complejos de gelatina con quitosano, pectina, goma arábiga Kordofán y goma arábiga Senegal, así como el efecto de la temperatura. Las propiedades reológicas se determinaron por un barrido de frecuencias. Los complejos presentaron un comportamiento elástico en ambas temperaturas. El módulo elástico presentó el siguiente orden a 4 °C, Gelatina-Pectina>Goma arábiga Senegal>Goma arábiga Kordofán>Quitosano; mientras que para 20 °C, el orden fue Gelatina-Quitosano>Pectina> Goma arábiga Senegal > Goma arábiga Kordofán. Los complejos estudiados mostraron una disminución en sus módulos a 20 °C respecto a los almacenados a 4 °C, los cuales presentaron un comportamiento de gel débil, exceptuando el complejo gelatina-Quitosano, el cual elevó su módulo elástico presentando un comportamiento de gel fuerte. Los complejos gelatina-Pectina y gelatina-Quitosano mantuvieron su estructura a bajas frecuencias. Estos comportamientos reológicos permitirán el uso de los complejos de gelatina en distintas aplicaciones como matrices texturizantes en la industria alimentaria.

Palabras clave: Coacervación compleja, complejos, gelatina, reología

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los alimentos funcionales bajos en grasa o vegetarianos, buscan mantener la textura, con el propósito de controlar la percepción sensorial del alimento, una alternativa es el uso de complejos proteína-polisacárido, los cuales brindan estabilidad y propiedades viscoelásticas [1]–[3].

La gelatina es ampliamente utilizada en los productos alimenticios como postres, gomas de frutas, malvaviscos, pasteles, caramelos, yogurt, embutidos entre otros, debido a sus propiedades de texturizado, espesamiento, retención de agua, formación de espuma y adhesión/ cohesión [4]. La gelatina es una proteína derivada de la hidrólisis parcial del colágeno, cuya capacidad para formar geles térmicamente reversibles debajo de 35 °C, además es empleada para estabilizar alimentos [5]. La gelatina puede interactuar con polielectrolitos, como la pectina, xantanas, goma arábiga etc. Bajo condiciones específicas, la interacción entre proteínas y polisacáridos origina un fenómeno de agregación conocido como coacervación compleja, la cual consiste en la separación espontánea de los hidrocoloides resultado de las interacciones electroestáticas entre polielectrolitos opuestamente cargados. Estas interacciones están inducidas por estrés mecánico, temperatura o cambios de pH [5]–[7]. La formación de complejos es usada para brindar protección a componentes sensibles y mejorar propiedades fisicoquímicas, de textura y reológicas [7], [8].

Los barridos de frecuencias son pruebas oscilatorias realizadas a frecuencias variables, manteniendo constante la temperatura y la deformación. Estos barridos se utilizan para determinar la dependencia de la estructura al tiempo. a bajas frecuencias simulan un movimiento lento, mientras que a altas frecuencias es simulado un movimiento rápido [9]. El desarrollo de productos alimenticios requiere conocer y entender, ¿cómo los polímeros afectan las propiedades reológicas? y ¿cómo son percibidas sensorialmente? [10]. El objetivo de este trabajo fue comparar las propiedades reológicas de los complejos de gelatina con quitosano (Q), goma arábica Kordofán(AK), goma arábica Senegal(AS) y pectina(P); así como el efecto de la temperatura sobre las propiedades reológicas de los complejos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La gelatina tipo B (de piel de bovino, Bloom de 225) y el quitosano se adquirieron de Sigma-Aldrich Inc (México), la pectina cítrica de alto metoxilo se adquirió de Cargill (México) y la goma arábica Kordofán y la goma arábica Senegal en lágrima se obtuvieron en Reasol (México).

Los complejos fueron formados de acuerdo con las metodologías propuestas por Prata y Grosso [8], Silva et al.[6] y Qv et al.[7]. Los sistemas se almacenaron por 48h a 4 °C y 20 °C. Pasado el tiempo, se evaluaron los módulos de almacenamiento y de pérdida (G' y G'') en un reómetro de estrés controlado AR 1000 (TA Instruments) con una geometría dentada (40 mm de diámetro y 1 mm de GAP). Se aplicó un barrido de frecuencia de 100 a 0.1 rad/s con 1% de deformación dentro de la RLVE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los complejos formados tuvieron un comportamiento elástico en el rango de frecuencia analizado, debido a que el módulo elástico (G') fue superior al módulo viscoso (G'') en ambas temperaturas de almacenamiento (Figs. 1 y 2). Del mismo modo ningún complejo presentó un cruce en sus módulos.

A bajas frecuencia, los complejos almacenados a 4 °C presentaron el siguiente orden gelatina-P>AS>AK>Q. El sistema gelatina-P fue 10 veces más fuerte que el complejo gelatina-Q y 2 veces más que los complejos gelatina-goma (AS y AK). Por otro lado, a altas frecuencias, el sistema gelatina-P fue 14 veces más fuerte, sin embargo para AS y AK la relación no cambió (Fig. 1).

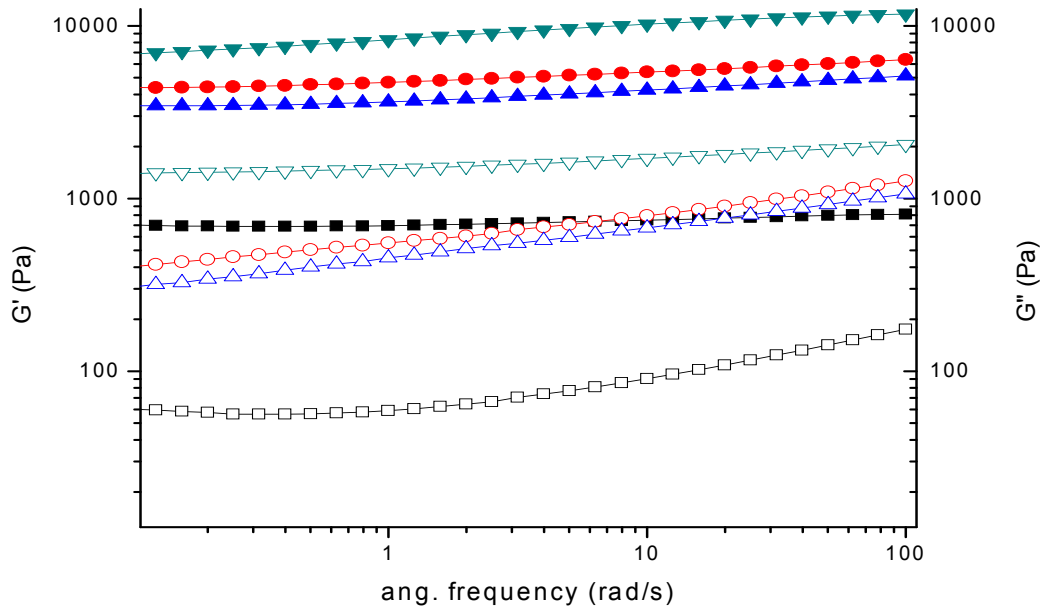


Fig. 1. Perfil reológico de complejos de gelatina. Los símbolos sólidos representa el módulo elástico, los símbolos abiertos representa el módulo viscoso a la temperatura de 4 °C. ■ Gelatina-Q, ● Gelatina-AS, ▲ Gelatina-AK y ▼ Gelatina-P.

Mientras que durante el almacenamiento a 20 °C, a bajas frecuencias el complejo gelatina-Q fue más fuerte que los otros sistemas, es decir, 7 veces más que el gelatina-P, 12 veces más que el gelatina-AS y por último 15 veces más que el gelatina-AK. A altas frecuencias, la proporción de estructura fue de 3 veces más que gelatina-P, 14 veces más que gelatina-AS y 18 veces más que gelatina-AK (Fig. 2).

En general, los complejos almacenados a 20 °C mostraron una disminución mayor de los módulos reológicos respecto a los almacenados a 4 °C. Presentando geles con una estructura débil; debido a que la deformación presenta dependencia del tiempo, a excepción del complejo gelatina-Q, el cual muestra una linealidad en el módulo G' , además de que aumentó el grado de estructuración a 20 °C.

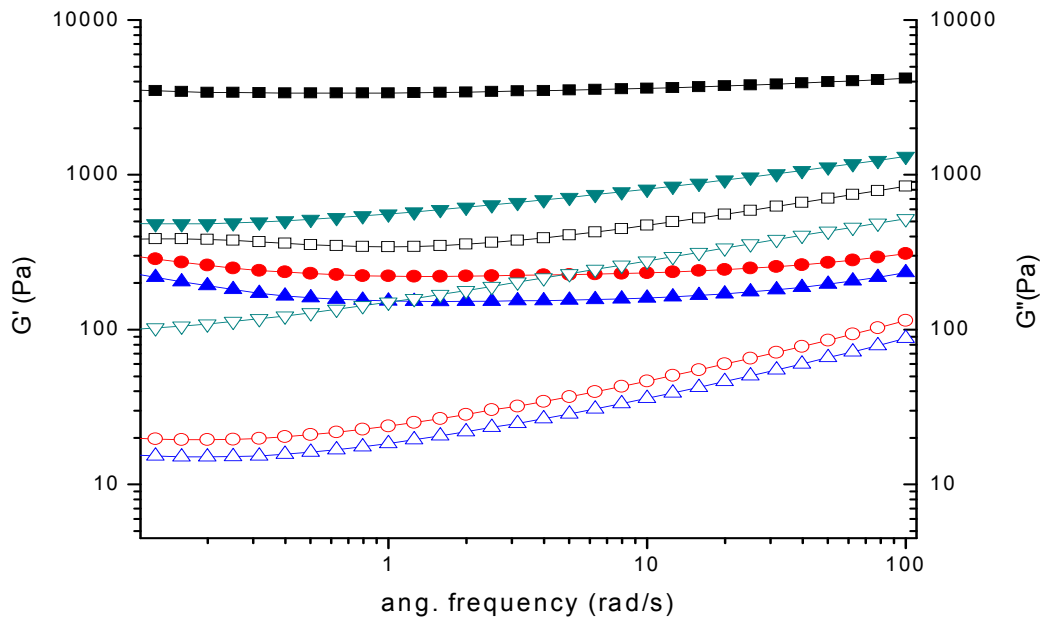


Fig. 2. Perfil reológico de complejos de gelatina. Los símbolos sólidos representa el módulo elástico, los símbolos abiertos representa el módulo viscoso a la temperatura de 20 °C. ■ Gelatina-Q, ● Gelatina-AS, ▲ Gelatina-AK y ▼ Gelatina-P.

En la Fig. 3 se puede observar el factor de pérdida o $\tan\delta$, el cual muestra la relación entre la fracción elástica y la viscosa. Todos los complejos tuvieron un aumento en la fracción viscosa, reduciendo la sinéresis de los geles, excepto el complejo gelatina-P a 4 °C, el cual aumentó la fracción elástica a altas frecuencias y por consecuencia muestra una estructura más rígida.

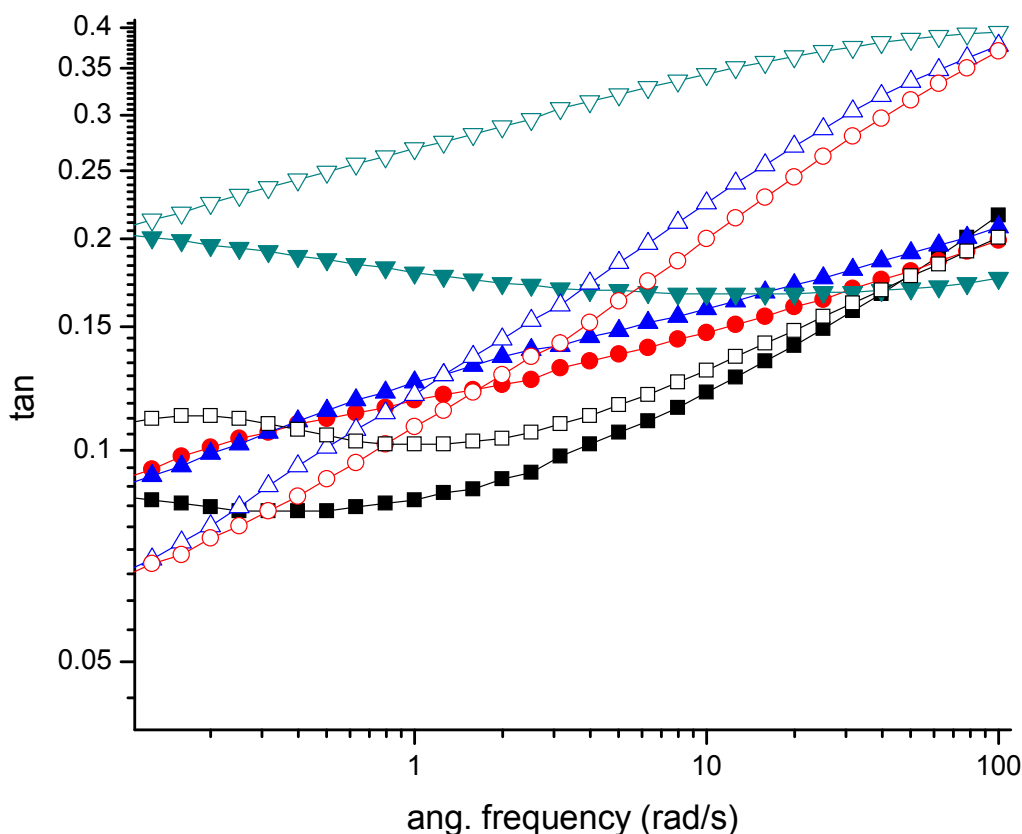


Fig. 3. $\tan\delta$ de los de complejos de gelatina-polisacáridos. Los símbolos sólidos representan la temperatura de 4 °C, los símbolos abiertos representan la temperatura de 20 °C. ■ Gelatina-Q, ● Gelatina-AS, ▲ Gelatina-AK y ▼ Gelatina-P

A bajas frecuencias los complejos gelatina-Q y gelatina-P almacenados a 4 °C y el complejo gelatina-Q mantienen los valores de $\tan\delta$, lo que significa su estabilidad en largos periodos de reposo, y por lo tanto, su estructura. Mientras que a altas frecuencias, los complejos gelatina-goma (AS y AK) y gelatina-P almacenados a 20 °C, presentaron un aumento en su valor de 6 y 2 veces, respectivamente.

El comportamiento del complejo gelatina-Q es probable que se deba a la lenta ionización del quitosano, formando partículas que no permitan la exposición de los sitios cargados del quitosano para acomplejarse con la gelatina. A pesar de que al pH de formación de los complejos, los polímeros tienen carga opuesta, no es lo suficientemente alta para presentar geles fuertes [8]. Mientras que el sistema gelatina-P, forma el coacervado por la reacción entre los grupos de la gelatina y la pectina, los cuales bajo condiciones ácidas sus cargas son opuestas, favoreciendo las interacciones y la formación de complejos [11]. La formación de los coacervados de gelatina con goma es promovida por las interacciones electrostáticas en lugar de reacciones químicas [7].

CONCLUSIONES

Las propiedades reológicas de los complejos electrostáticos son afectadas en función de las interacciones electrostáticas entre la gelatina y los distintos polielectrolitos. La temperatura debilita la estructura de los complejos, a excepción del complejo gelatina-quitosano. Estas propiedades permitirán el uso de los complejos distintas aplicaciones como matrices texturizantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden su agradecimiento al "Fondo de Investigación Básica SEP-CONACYT" CB-2015-01-258118 por el financiamiento de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] L. Wang, Y. Cao, K. Zhang, Y. Fang, K. Nishinari, y G. O. Phillips, "Hydrogen bonding enhances the electrostatic complex coacervation between κ -carrageenan and gelatin", *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, 2015.
- [2] S. L. Turgeon y S. I. Laneuville, "Protein + Polysaccharide Coacervates and Complexes. From Scientific Background to their Application as Functional Ingredients in Food Products", en *Modern Biopolymer Science*, 2009.
- [3] E. Çakir y E. A. Foegeding, "Combining protein micro-phase separation and protein-polysaccharide segregative phase separation to produce gel structures", *Food Hydrocoll.*, 2011.
- [4] I. J. Haug y K. I. Draget, "6 - Gelatin BT - Handbook of Hydrocolloids (Second edition)", en *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 2009.
- [5] M. T. Nickerson, A. T. Paulson, E. Wagar, R. Farnworth, S. M. Hodge, y D. Rousseau, "Some physical properties of crosslinked gelatin-maltodextrin hydrogels", *Food Hydrocoll.*, vol. 20, núm. 7, pp. 1072–1079, 2006.
- [6] D. F. Silva, C. S. Favaro-Trindade, G. A. Rocha, y M. Thomazini, "Microencapsulation of lycopene by gelatin-pectin complex coacervation", *J. Food Process. Preserv.*, 2012.
- [7] X. Y. Qv, Z. P. Zeng, y J. G. Jiang, "Preparation of lutein microencapsulation by complex coacervation method and its physicochemical properties and stability", *Food Hydrocoll.*, 2011.
- [8] A. S. Prata y C. R. F. Grosso, "Production of microparticles with gelatin and chitosan", *Carbohydr. Polym.*, 2015.
- [9] T. G. Mezger, "The Rheology Handbook", *Hann. Curt R Vincentz Verlag*, 2006.
- [10] D. Renard, F. Van De Velde, y R. W. Visschers, "The gap between food gel structure, texture and perception", en *Food Hydrocolloids*, 2006.
- [11] M. Saravanan y K. P. Rao, "Pectin-gelatin and alginate-gelatin complex coacervation for controlled drug delivery: Influence of anionic polysaccharides and drugs being encapsulated on physicochemical properties of microcapsules", *Carbohydr. Polym.*, 2010.