

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO Y TIPO DE INÓCULO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL JOCOQUE.

*López-Ramírez, J., Mondragón-Cortez, P., Villanueva-Rodríguez, S., Orozco-Ávila, I., Estarrón-Espinosa, M., Chombo-Morales, P.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
Tecnología Alimentaria. Normalistas # 800, Colinas de la Normal, Guadalajara Jalisco, México, C.P. 44270.

*Autor para correspondencia: jelopez@ciatej.mx

Área del conocimiento: Alimentos

RESUMEN

El jocoque es un producto lácteo fermentado, tradicional en México, con potencial probiótico asociado al desarrollo de microorganismos, sin embargo, ha sido poco estudiado. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto del tratamiento térmico y el tipo de inóculo en propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del jocoque. Se utilizaron dos tipos de inóculo, aplicados en leche cruda y en leche pasteurizada. Se realizó un análisis de varianza con los datos obtenidos. Se encontró que en los tratamientos con leche cruda el pH disminuyó de 6.9 a 4.6 y en los tratamientos con leche pasteurizada de 6.64 a 3.9. La acidez aumentó de 1.26 a 6.99 g/L de ácido láctico (valores mínimo y máximo registrados). La medición reológica, mostró que el jocoque es un gel elástico y los valores mínimo y máximo en el punto de gelación fueron 0.3018 y 11.25 Pa. Por otro lado la espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier (FTIR), permitió diferenciar las bandas de absorción características en proteínas, carbohidratos y grasas de las muestras. El análisis microbiológico mostró incremento en el desarrollo de bacterias ácido-lácticas en las muestras analizadas. El análisis estadístico, mostró diferencias significativas ($P < 0.005$) entre los factores tratamiento térmico y tipo de inóculo.

Palabras clave: Palabras clave: Jocoque; lácteos-fermentados; calidad; reología, FTIR.

INTRODUCCIÓN

La industria láctea es de gran valor en la producción nacional pecuaria, por su crecimiento es considerada una actividad rentable [1]. Los productos lácteos son alimentos con un alto valor nutritivo, por su aporte en carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, así como de aminoácidos esenciales y de otros micronutrientes que contribuyen a la salud de los consumidores.

Varios reportes científicos indican que la incorporación de productos lácteos en la dieta de pacientes, ayuda en el tratamiento de la osteoporosis, el colesterol, la hipertensión arterial y algunos tipos de cáncer [2]-[6]. En estos productos, se encuentran algunos compuestos que ejercen un efecto benéfico para alguna función del individuo, razón por la que pueden considerarse como alimento funcional. Ya se ha reportado la funcionalidad probiótica y prebiótica de quesos madurados o leches fermentadas, por efecto de la acción de microorganismos, que permaneces viables en productos obtenidos de la fermentación de la leche teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación.

A lo largo de la historia, la fermentación se ha utilizado para extender la vida de anaquel de la leche, la evolución de estos productos ha dependido de las habilidades culinarias de los habitantes de determinada región y del tipo microorganismos que participan en su formulación. Lo anterior ha generado una gran diversidad de productos lácteos fermentados de consumo tradicional, alrededor del mundo, en Afganistán se elabora el Doogh a partir de leche de cabra, en Asia se elabora el kumis de leche de yegua, el kéfir, en el este de Europa, principalmente, y en algunas partes del mundo se consume el yogur, de origen búlgaro, indú o iraní, que se elabora a partir de leche de vaca, en México se consume el jocoque que se produce a partir de leche de vaca.

La palabra jocoque viene del náhuatl "xococ" que quiere decir agrio [7]. Es un producto de sabor ácido con consistencia semi-pastosa de color blanco. Es un alimento rico en proteínas que debido al proceso de fermentación se vuelve más agradable al gusto y su vida de anaquel más larga [8]. La calidad y composición del jocoque, está en función del proceso de elaboración que consiste en: la obtención de la leche, la fermentación, el corte, el drenado del suero (opcional) y el envasado.

Las mediciones fisicoquímicas de pH y acidez, permiten obtener información útil sobre la calidad de la leche. El pH de la leche de vaca recién ordeñada y sana, tiene valores entre 6.5 y 6.8, como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico, sin embargo, valores principalmene entre 6.9 y 7.5 se pueden encontrar en leches mastíticas [9], [10]. En las leches fermentadas el pH suele disminuir a valores cercanos a 4. La acidez normalmente presenta valores entre 1.3 y 1.7 g/L de ácido láctico y es generada por los fosfatos, caseínas y dióxido de carbono [11], generalmente se determina por análisis volumétrico, con base en la Norma Oficial NOM-155-SCFI-2012 [12]. Las leches con una baja calidad sanitaria, pueden presentar alta acidez, indicando contaminación microbiana.

La medición de propiedades reológicas permite evaluar la interacción en la formación de gel, principalmente entre caseínas y proteínas del suero por efecto de la disminución del pH. Mientras que las mediciones por FTIR, permite evaluar cambios en la composición general y la interacción molecular de las muestras.

La evaluación microbiológica permite el recuento de unidades formadoras de colonia en medios de cultivos ampliamente utilizados en la industria láctea. Man Rogosa Sharpe (MRS), para bacterias ácido lácticas. Cuenta total (CT), para recuento total y papa dextrosa (DP), para hongos y levaduras.

El jocoque es un derivado lácteo fermentado producido en diversas partes del país, normalmente para autoconsumo (a nivel casero), del cual se tiene muy poca información. Por lo que el objetivo de este trabajo, fue evaluar el efecto del tratamiento térmico y del inóculo en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del jocoque, bajo la hipótesis de que las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas se ven significativamente afectadas por el tratamiento térmico y por el tipo de inóculo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras

La leche se obtuvo de un proveedor en la periferia de la zona metropolitana de Guadalajara, se obtuvo cruda del mismo día de ordeña. Los inóculos se obtuvieron de productores de jocoque en los Altos de Jalisco. La elaboración de las muestras se realizó de acuerdo al plan experimental que se muestra en la

Tabla 1. Tomando en cuenta las recomendaciones de los productores, se dejaron reposar durante 11h, con excepción de la muestra Testigo, cuyo reposo fue de 78h.

Tabla 1. Descripción y clave de las muestras.

JOCOQUE	INÓCULO	DESCRIPCIÓN	CLAVE
CONTROL	Ninguno	Jocoque, leche sin pasteurizar, sin inóculo.	T
SIN PATEURIZAR		Leche cruda	L
	40 g/L de Inóculo 1	Jocoque con leche cruda con inóculo 1	CI
	40 g/L de Inóculo 2	Jocoque con leche cruda con inóculo 2	CIQ
PASTEURIZADA*		Leche pasteurizada	B
	40 g de Inóculo 1/L de leche	Jocoque con leche pasteurizada Inóculo 1	BI
	40 g de Inóculo 2/L de leche	Jocoque con leche pasteurizada con inóculo 2	BIQ

* Pasteurización a 60°C durante 30 minutos.

Mediciones fisicoquímicas

Determinación del pH. Se utilizó un potenciómetro de mesa modelo orion star A211, marca Thermo Scientific (Waltham, Massachusetts, EE.UU.), para su determinación el electrodo fue sumergido en la muestra. Determinación de acidez titulable. Se determinó en base a lo especificado en la norma NOM-155-SCFI-2012 [12]. La actividad de agua se midió en un equipo Aqualab pro marca METLER Group, Inc. Pullman, WA 99163, EE. UU.

Mediciones reológicas

Para determinar las propiedades reológicas de las muestras de jocoque se utilizó un reómetro de esfuerzo controlado (Advanced Rheometer AR 1000, TA instrument, Dr, New Castle, DE 19720, EE. UU.). Se utilizó una geometría cilíndrica concéntrica (20 mL de tamaño de muestra, hueco fijo de 5920 μm , radio de 15 mm, radio exterior de rotor de 14 mm y altura de inmersión de cilindro de 42 mm) a una temperatura constante de 4° C. Las mediciones se realizaron a una deformación máxima constante del 1% y una frecuencia de 0,5 Hz. Las diferencias en las propiedades mecánicas entre las muestras se evaluaron determinando la dependencia de la frecuencia de los valores de G' y G'', calculando la pendiente de un gráfico log / log, con base en la metodología reportada por Passeephol *et al.* [14].

Obtención de espectros por FTIR

Se obtuvieron con un espectrofotómetro Kary 630 marca Agilent (Santa Clara, Ca, 95051 EE. UU.)

Análisis microbiológico

Se sembraron 3 diluciones en medio selectivo Man Rogosa Sharpe (MRS) para bacterias ácido lácticas, tres diluciones en medio selectivo para recuento total (CT) y las mismas tres diluciones en medio papa dextrosa (DP) para hongos y levaduras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron mediciones a las muestras de leche sin pasteurizar, leche pasteurizada y a las de jocoques elaborados a partir de estas. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

En general El pH disminuyó de 6.64 a 3.9 y de 6.69 a 4.6 en los jocoques con leche pasteurizada y sin pasteurizar, respectivamente, mientras que la acidez aumentó de 1.26 a 6.99 g/L de ácido láctico, este comportamiento ya ha sido reportado por diversos autores como característico de productos fermentados, esta propiedad forma parte de la descripción de leche fermentada del Codex Alimentario [13]. Se ha observado que la acción de microorganismos que forman ácido láctico a partir de lactosa durante el proceso de fermentación como *Streptococcus* lácticos pueden contribuir a la disminución del pH hasta 4.3, mientras que la acidez supera el 0.18% [14]. Estadísticamente, el tratamiento que presentó diferencias significativas fue el que no se le agrego inóculo con un valor de $p = 0.003$ para pH y $p=0.002$ para acidez (Figura 1). Los jocoques elaborados con el inóculo 1 presentaron valores de pH menores, sin embargo, con respecto a los jocoques elaborados con el inóculo 2, no se encontraron diferencias significativas.

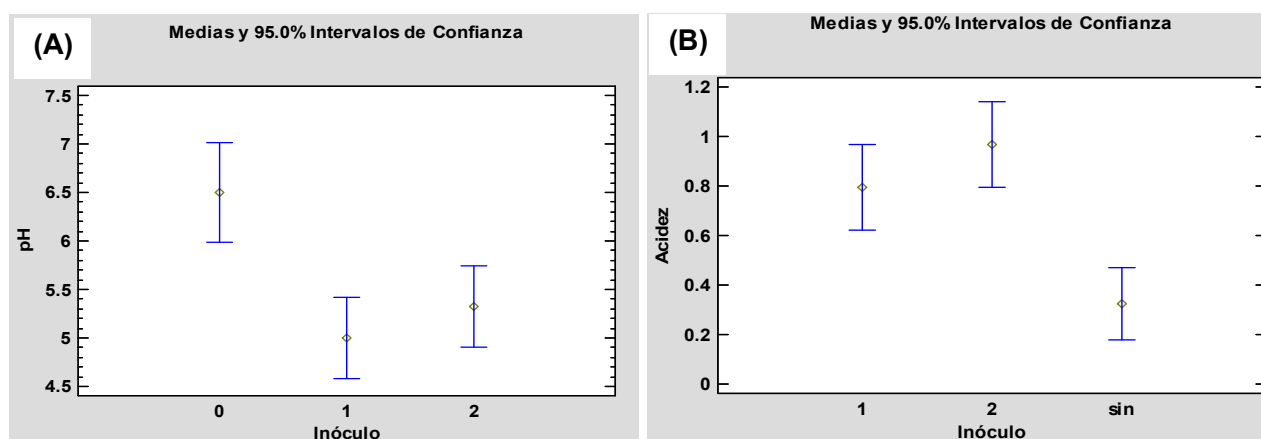


Figura 1. Gráfica de medias para pH (A) y acidez (B) por tipo de inóculo.

La medición de actividad de agua en todas las muestras presentó valores por arriba de 0.95. Se encontraron diferencias significativas (valor $P = 0.000$), respecto al tratamiento (Figura 2), efecto que no se observó respecto al tipo de inóculo.

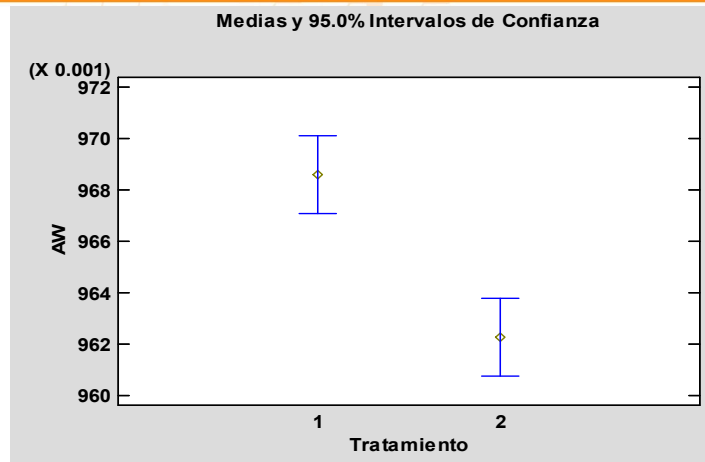


Figura 2. Gráfica de medias para Actividad de agua y tratamiento térmico.

Los jocoques presentaron diferencias significativa respecto al comportamiento reológico según la tratamiento ($p=0.000$) y tipo de inóculo (Valor $P=0.000$) que puede atribuirse a fenómenos estructurales. Este comportamiento coincide con reportes de yogures.

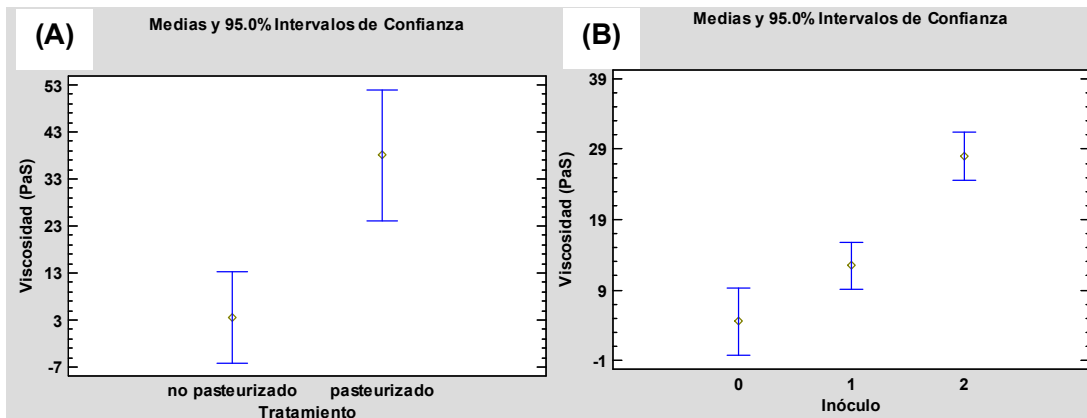


Figura 3. Gráfica de medias para viscosidad por tratamiento térmico (A) y por tipo de inóculo (B).

La evaluación por medio de FTIR, permitió identificar los principales grupos funcionales en las muestras analizadas (Figura 4).

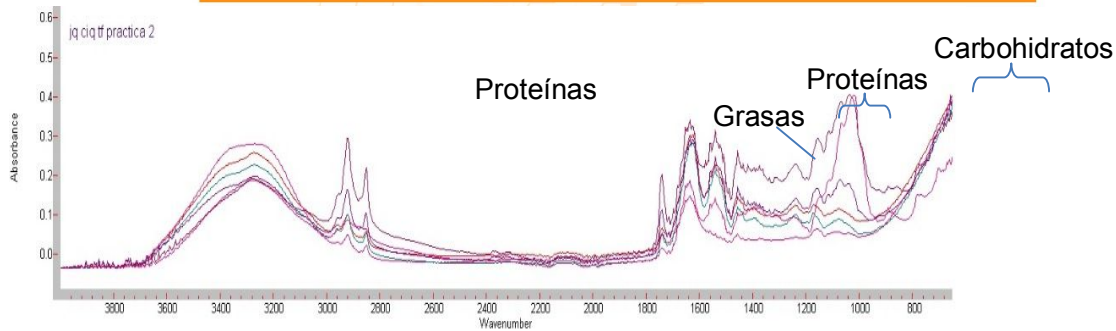


Figura 4. Espectros FTIR de las muestras estudiadas.

En la Figura 5, se pueden observar las diferencias del espectro generado por la leche pasteurizada, respecto a la leche sin pasteurizar, en donde los grupos funcionales están más expuestos en la leche pasteurizada, esto posiblemente por el efecto de la temperatura sobre la emulsión láctea.

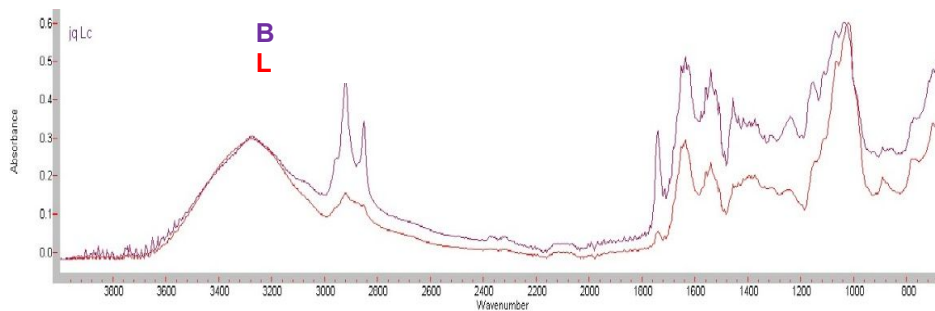


Figura 5. Espectros FTIR de las muestras de leche.

En la Figura 6, se pueden observar las diferencias de los espectros generados con la muestra de leche pasteurizada, en donde la señal de carbohidratos, prácticamente desaparece en BI y en BIQ, mientras que la señal de proteínas en los 1600 nm^{-1} disminuye en la muestra elaborada con el inóculo 2.

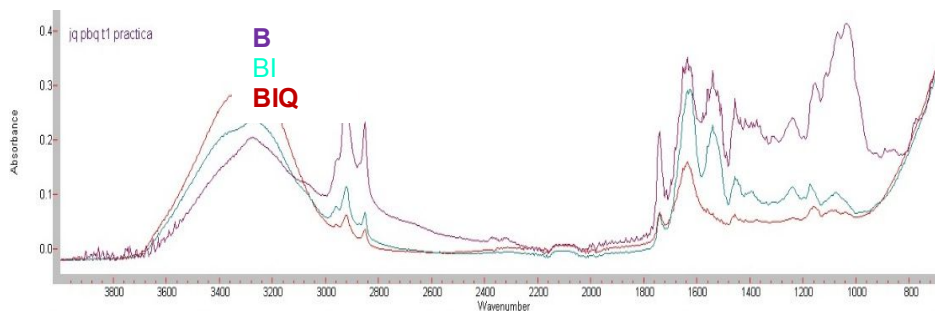


Figura 6. Espectros FTIR de las muestras de leche con tratamiento térmico

En la Figura 7, se observa que los grupos funcionales de proteínas y grasas hay una mayor absorbancia comparado con la señal de la leche, además se puede observar que entre los $1200 \text{ a } 800 \text{ cm}^{-1}$, la muestra de CI presenta una absorbancia mayor que la CIQ.

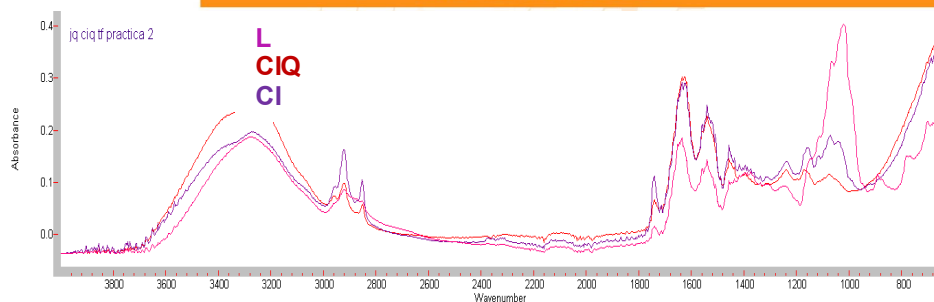


Figura 7. Espectros FTIR de las muestras de leche sin tratamiento térmico

Respecto a la composición microbiológica, la leche pasteurizada no presentó unidades formadoras de colonia (UFC) en los medios de CT, DP ni MRS, mientras que la leche no pasteurizada aportó microorganismos a los jocoques que se elaboraron con ella. Los microorganismos que presentaron mayor número de unidades formadoras de colonias fueron las bacterias ácido lácticas en todas las muestras de jocoques generadas (Tabla 2).

Tabla 2. UFC/ml de muestra

Muestra	Bacterias Ácido- Lácticas	Cuenta total	Hongos y Levaduras
L	7.50E+05	9.10E+05	6.00E+05
CI	3.25E+07	2.70E+07	3.06E+07
CIQ	4.00E+08	2.44E+07	1.68E+07
B	-	-	-
BI	1.13E+07	2.87E+07	2.10E+07
BIQ	1.68E+07	1.76E+07	2.40E+07
T	1.30E+09	1.24E+07	2.15E+07

CONCLUSIONES

Los tratamientos térmicos aplicados a la leche y el tipo de inóculo, dieron características particulares al jocoque obtenido, se encontró que parámetros como la acidez y pH presentaron diferencias significativas por tipo de inóculo, mientras que la viscosidad presentó diferencias significativas tanto para tipo de inóculo como para tratamiento térmico.

En este estudio se logró observar de forma general el efecto del tratamiento térmico y del tipo de inóculo, sin embargo, también puso de manifiesto que es importante profundizar en el tipo de inóculo y en la evolución de los parámetros durante el proceso de elaboración del jocoque.

REFERENCIAS

- [1] Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. SAGARPA-SIAP, 2014. (2015, sep11). Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/estadistica.aspx/>.
- [2] Z. Roughead *et al.*, "Controlled Substitution of Soy Protein for Meat Protein: Effects on Calcium Retention, Bone, and Cardiovascular Health Indices in Postmenopausal Women," *J. Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 90, pp.181–189, 2005.
- [3] M.T. Liong and N.P. Shah, "Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of lactobacilli strains" *J. Dairy Science*, vol. 88, pp. 55-66, 2005.
- [4] A. Tremblay and D.R. Joannise, "Calcium intake, body composition and plasma lipid-lipoprotein concentrations in adults," *J. of Dairy Technology*, vol. 60, pp. 66-69, 2005.
- [5] G. H. McIntosh, "Health aspects of dairy products. Colon cancer prevention," in *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. III. H. Roginsky, J. Fuquay and P. Fox (Eds.). London, U.K. Academic, 2003, pp. 1301-1306.
- [6] C. Pierart and J. Rozowsky, "Papel de la Nutrición en la Prevención del Cáncer Gastrointestinal," *J. Chilena nutrición*, vol. 33, pp 8-13, 2006.
- [7] M. Thouvenot and J. Manríquez, "Diccionario náhuatl-español: basado en los diccionarios de Alonso de Molina con el náhuatl normalizado y el español modernizado," (2015, oct, 22). Disponible en: <http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/diccionario/nahuatl.html/>
- [8] F. Cervantes-Escoto, "Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse," Estado de México, Mx. No. TX382. Q4, 2008.
- [9] C. ALAIS, "Ciencia de la leche," in *Continental* (ed). Distrito federal, Mx. pp 400-405, 1988.
- [10] P.F. Fox, *et Al.*, "Dairy chemistry and biochemistry," 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-14892-2.
- [11] R.S. KIRK, *et al.*, "Composición y análisis de los alimentos," traduction of: *Pearson's composition and analysis of food*. 9 ed. 1991Continental (ed), Distrito federal, Mx, 1999.
- [12] Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012 "Leche-Denominaciones, Especificaciones Fisicoquímicas, Información Comercial Y Métodos De Prueba" Prefacio. (2012, mar, 15)
- [13] CODEX STAN 243-2003. Norma del Codex para leches fermentadas. 2010.
- [14] T. Paseephol, *et al.*, "Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition," *J. Texture Studies*, vol. 39. No.6, pp. 617-634, 2008.
- [15] M. Nasanovsky, *et al.*, "Lechería," Estados Unidos de América. Académico, pp 49-52, 2003.

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].