

PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA PULPA EDULCORADA DE TAMARINDO

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SWEETENED TAMARIND PULP

Diego Tirado¹, Diofanor Acevedo², Piedad Montero³

¹ Ing. Alimentos. M.Sc. (c). Ingeniería Ambiental. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Campus de Piedra de Bolívar. Cartagena, Bolívar-Colombia, e-mail: dtiradoa@unicartagena.edu.co; ² Ing. Alimentos. Ph.D. Ingeniería de Alimentos. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos. Avenida El Consulado, calle 30 No, 48-152, Cartagena, Bolívar-Colombia, e-mail: diofanor3000@gmail.com; ³ Ingeniera de Alimentos. M.Sc., Ph.D (c). Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos, Avenida El Consulado, calle 30 No, 48-152, Cartagena, Bolívar-Colombia, e-mail: pmonteroc@unicartagena.edu.co

Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 17(2): 495-501, Julio-Diciembre, 2014

RESUMEN

El tamarindo es una fruta que se puede utilizar para muchos propósitos, entre ellos, la elaboración de pulpas, que se ha empleado para varios fines. A pesar que el conocimiento de las propiedades viscoelásticas es muy útil en el diseño y predicción de la estabilidad de los productos comestibles, éstas no se han estudiado en la pulpa edulcorada de tamarindo, que presenta algunos problemas durante su almacenamiento. Se determinaron los módulos de almacenamiento, de pérdida y de comportamiento de flujo de la pulpa de tamarindo a dos concentraciones de azúcar. El módulo elástico o de almacenamiento es una medida de la dureza del material. La pulpa con mayor contenido de azúcar presentó una mayor viscosidad aparente, debido a que el carácter sólido de la pulpa se incrementa con el aumento de la proporción de sacarosa y disminuye con el acrecentamiento del porcentaje de pulpa. El módulo elástico fue mayor que el viscoso, demostrando un carácter sólido y más alto para la pulpa con mayor contenido de azúcar.

Palabras clave: *Tamarindus indica* L., módulo elástico, módulo viscoso, comportamiento de flujo.

SUMMARY

Tamarind is a fruit that can be used for many purposes, including the manufacture of pulp, which has been employed for various objectives. Although knowledge of the viscoelastic properties is very useful in the design and prediction of the stability of food products, these have not been studied in

sweetened tamarind pulp, which presents some problems during storage. Storage modules, loss and flow behavior of tamarind pulp at two sugar concentrations were determined. The elastic or storage modulus is a measure of the hardness of the material. The pulp with higher sugar contents showed a higher apparent viscosity due to the increase of the solid nature of the pulp with the increases in sucrose content, and decrease with increasing percentage of pulp. The elastic modulus was higher than the viscous one, demonstrating strong character, and higher for the pulp with higher sugar content.

Key words: *Tamarindus indica* L., elastic modulus, viscous modulus, flow behavior.

INTRODUCCIÓN

El tamarindo (*Tamarindus indica* L.), pertenece a la familia de las leguminosas y es un árbol nativo del trópico. El fruto es una vaina curvada, constituido por una cáscara de color café brillante y semillas ovaladas aplanadas, unidas entre sí por fibras (Acevedo *et al.* 2014a; Obulesu & Bhattacharya, 2011). Es originario del continente africano y fue introducido al continente americano por los españoles. Es un frutal altamente rústico, ya que puede prosperar en suelos pobres o marginados, con poco o nada de riego y cuidados mínimos, con relación a otros frutales tropicales (Viveros *et al.* 2012). El fruto es una vaina de 12cm a 15cm de longitud, del cual, la pulpa constituye del 30 al 55%, la cáscara y la fibra del 11 al 30% y las semillas, de color marrón, del 33 al 44%. La cosecha, se realiza cuando el fruto alcanza su madurez

fisiológica, es decir, se deshidrata, pierde peso y adquiere un color gris pardo o marrón y un sonido hueco, cuando las semillas se chocan entre sí. Asimismo, la cáscara del fruto se torna quebradiza cuando se presiona ligeramente con los dedos (Viveros *et al.* 2012).

Por otro lado, el tamarindo es una fruta versátil, que se puede utilizar para muchos propósitos, entre ellos, la elaboración de pulpas para fines medicinales, aprovechada por diferentes personas en África, Asia y América (Acevedo *et al.* 2014a; Razali *et al.* 2012). Un estudio en animales, maniobrando hámsteres, demostró el efecto hipolipemiente de las semillas de tamarindo (Razali *et al.* 2012). Las frutas y las semillas de esta planta tuvieron un efecto antibacteriano, antiinflamatorio y antidiabetogénicos (Razali *et al.* 2012). En Colombia, una crema hecha de la pulpa de tamarindo, de mantequilla y de otros ingredientes, se dispone para eliminar parásitos de los animales domésticos (Paula *et al.* 2009).

En muchas áreas tropicales y subtropicales del mundo, el tamarindo se explota para la producción de fruta y, como árbol de sombra (ornamental), en carreteras, en avenidas, en jardines y en parques. En el continente Americano existe en México, Estados Unidos (sur y centro de Florida), Guatemala, Belice, Honduras, Costa Rica, Panamá, norte de Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador. En el Caribe, se reporta su existencia en Cuba, Jamaica, República Dominicana, Haití, Puerto Rico y algunas islas de las Antillas Menores (Bahamas, Barbados e islas Vírgenes). En el continente Asiático, su cultivo se ha extendido a la India, Filipinas, Vietnam, Pakistán, Tailandia, Camboya, Malasia, Indonesia, Laos, Bangladesh. En el medio oriente, se cultiva en Irán y en Arabia Saudita; en África existe en Madagascar, Isla Reunión, Sudán, Senegal, ZimbaGwe, Egipto, Burkinia Faso, Mauritius, Guinea, Níger y Nigeria, entre otros. Además, concurre en el norte de Australia, islas Fiji e Islas Hawaianas (Orozco-Santos, 2001).

El objetivo principal de la explotación del cultivo del tamarindo es la producción de pulpa para su uso en la elaboración de dulces, jugos, jaleas, pulpas edulcoradas, refrescos embotellados, helados y salsas (Ahmed *et al.* 2007). Se cree que la pulpa sirve para mejorar el apetito y se utiliza para hacer gárgaras para el dolor de garganta y cubrir heridas. Se dice que ayuda a la restauración de la sensibilidad, en casos de parálisis (Razali *et al.* 2012). El sabor único de dulce y amargo en función de la madurez de la pulpa es muy popular en la cocina mundial (Razali *et al.* 2012).

Conviene destacar que, aunque la pulpa de tamarindo se ha usado para varios fines, sus propiedades viscoelásticas no se han estudiado en la pulpa edulcorada; estos estudios son necesarios para evaluar algunos problemas durante su almacenamiento y para el diseño y predicción de la estabilidad de la misma.

Por consiguiente, en los ensayos de reología dinámica, se aplica, de forma oscilatoria, una pequeña deformación o velocidad de deformación sobre un fluido y se mide la amplitud de la respuesta del esfuerzo cortante y del ángulo de fase, entre el esfuerzo cortante y la deformación. Este tipo de ensayo permite determinar la proporción entre el componente elástico y viscoso de un material y cuantificar en qué medida se comporta como sólido o como líquido, a través de funciones viscoelásticas, tales como el módulo complejo G^* (Acevedo *et al.* 2014b).

$$G^* = \sqrt{G'^2 + G''^2}$$

Donde G' es el módulo de almacenamiento y representa la componente elástica del producto y G'' es el módulo de pérdidas y representa su carácter viscoso (Acevedo *et al.* 2014b).

$$G' = \left(\frac{\tau_0}{\gamma_0}\right) \cos \delta$$

$$G'' = \left(\frac{\tau_0}{\gamma_0}\right) \sin \delta$$

Donde τ_0 y γ_0 son, respectivamente, las amplitudes de las ondas del esfuerzo y de la deformación y δ es el ángulo de desfase. Si el fluido es puramente elástico, $\delta=0^\circ$ y $G^*=G'$, $G''=0$; en un fluido viscoso ideal $\delta=90^\circ$ y $G''=G^*$, $G'=0$ (Acevedo *et al.* 2014b).

Las medidas reológicas se han considerado como una herramienta analítica para proporcionar conocimientos fundamentales sobre la organización estructural de alimentos (Acevedo *et al.* 2014b; Ahmed *et al.* 2007). Estas son importantes en la formulación, el procesamiento, el transporte y el almacenamiento, especialmente, para emulsiones y suspensiones. El conocimiento de las propiedades viscoelásticas es muy útil en el diseño y la predicción de la estabilidad de muestras almacenadas (Ramos & Ibarz, 1998). Uno de los métodos frecuentemente usado para caracterizar la viscoelasticidad de los fluidos alimenticios son los ensayos de reología dinámica, en el cual, en este tipo de ensayos, se aplica, de forma oscilatoria, una pequeña deformación o velocidad de deformación sobre un fluido midiendo la amplitud de la respuesta del esfuerzo cortante y del ángulo de fase, entre el esfuerzo cortante y la deformación (Acevedo *et al.* 2014b). Este ensayo corresponderá al estado de viscoelasticidad lineal si el esfuerzo es linealmente proporcional a la deformación aplicada y si la respuesta del esfuerzo es en forma de una onda sinusoidal; en el caso de un sólido elástico, esta onda está en fase con la velocidad de deformación

aplicada. Para un líquido viscoso ideal existe un desfase de 90° entre ellos; en fluidos viscoelásticos, el ángulo de desfase está comprendido entre 0 y 90° (Acevedo *et al.* 2014b).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades reológicas de la pulpa edulcorada de tamarindo (*T. indica* L.), a diferentes concentraciones de pulpa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de la pulpa. Se obtuvieron frutos de tamarindo (*T. indica* L.) en estado de madurez comercial, sanos, libres del ataque de hongos y gorgojos, a los cuales, se retiró la cáscara y la semilla. En un recipiente, se colocaron 4Kg de semillas y se le agregaron 7Kg de agua potable, se mezcló vigorosamente con un agitador y se dejó en reposo durante 3 horas. Se eliminó el agua de lavado y, a la parte sólida, se le realizó despulpado, con una malla de 0,06 pulgadas. La pulpa obtenida con 10°Brix, se mezcló en una relación 6:4 y 7:3 de pulpa a azúcar, respectivamente. La pulpa, se empacó y se selló en bolsas de polietileno de alta densidad; antes de sellar, se eliminó el aire atrapado dentro de la bolsa y se dejó un borde libre de 1,5cm, aproximadamente.

Análisis fisicoquímico. El contenido proximal a la pulpa se efectuó, según los métodos de la A.O.A.C. (2005); la humedad, se determinó, según método 925.09b: desecación a 105°C, hasta peso constante; la proteína, según método 960.52: Kjeldahl, tratamiento con ácido sulfúrico concentrado; la grasa, según método 920.39: Soxhlet, con extracción discontinua con éter de petróleo y, luego de la evaporación del solvente, se registró el peso del extracto etéreo (grasa bruta); las cenizas, según método 923.03: Por calcinación a 550°C, hasta la obtención de cenizas blancas; fibra dietaria total, según 991.43: Método enzimático-gravimétrico, con amilasas, proteasa y amilogluco-sidasa, se determina la fibra dietaria, como el residuo indigerible por los sucesivos tratamientos enzimáticos y, finalmente, los carbohidratos se determinaron por diferencia (se resta de 100 la suma de todos los macronutrientes, incluida la fibra dietaria y la humedad).

Análisis microbiológico. Para la determinación de la calidad microbiológica, se siguió lo indicado por la Normas Técnicas Colombiana (NTC) 5468, propuesta por El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), para establecer los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los jugos (zumos), las pulpas, los néctares de frutas y sus concentrados, para consumo directo o elaboración posterior. La determinación de microorganismos mesófilos, se realizaron según NTC 4519; coliformes totales y fecales, según NTC 4458; esporas del *Clostridium* spp. y bacterias sulfito reductoras, según NTC 4834 y, hongos y levaduras, según NTC 4132. Las pruebas se realizaron por triplicado.

Determinaciones reológicas. Se tomaron tres muestras de 500g de pulpa y se evaluaron 1g en un reómetro. Las medidas viscoelásticas, se efectuaron en un reómetro TA AR 1500® (TA Instruments Ltda.), utilizando la geometría de platos concéntricos (40mm steel plate). Previo a la medición, todas las muestras se dejaron en reposo durante 15 minutos, para permitir la relajación de las mismas. A cada una de las muestras, se les realizaron barridos de deformación (strains weep), para elegir el valor de la deformación y determinar el rango de viscoelasticidad lineal y proceder a ejecutar el barrido de frecuencia (frequency sweep), en un rango entre 0,1Hz a 10Hz. La temperatura de las muestras, se mantuvo a 25,0±0,1°C; la entrada de la deformación y la salida de los datos de esfuerzo cortante fue automáticamente controlado por el programa TA Universal Analysis Versión 5.2®, instalado en un ordenador PC, conectado al reómetro; el análisis de datos reológicos, se realizó utilizando el software Rheology Advantage Data Analysis Version 5.7®. Los resultados de los ensayos reológicos experimentales oscilatorios, se expresan en términos del módulo de almacenamiento (G') y del módulo de pérdida (G''), en función de la frecuencia de la deformación. A la pulpa colocada en el reómetro, se le realizó un ciclo de deformación de 0,0716S⁻¹ a 100 S⁻¹ en 60 segundos.

Diseño de experimento. En la investigación, se manejó un diseño experimental totalmente aleatorio. Las determinaciones, se efectuaron por triplicado y los resultados expresados como la media ± la desviación estándar. Se utilizó el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.I; se calcularon la media y la desviación estándar de los resultados en los análisis efectuados. Para el análisis de los datos, se aplicó la prueba t-student; se fijó el nivel de significancia a p<0,05; las variables respuestas fueron las características fisicoquímicas (humedad, proteína, grasa, carbohidratos, ceniza y fibra); la calidad microbiológica (Mesófilos, Coliformes totales y fecales, esporas del *Clostridium* spp., bacterias sulfito reductoras, hongos y levaduras) y las características reológicas: Viscosidad aparente, módulo de almacenamiento y pérdida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímicos. En la tabla 1, se muestra la composición proximal de la pulpa sin azúcar (100% pulpa) y pulpas con relaciones de pulpa-azúcar 6:4 (60% pulpa) y 7:3 (70% pulpa), las cuales, presentan diferencias significativas (p<0,05). Las diferencias entre una mezcla de pulpa y otra, se deben a los diferentes contenidos de azúcares que cada uno presenta (Moreno *et al.* 2003).

El porcentaje de humedad de las pulpas es bajo, comparado con la mayoría de las frutas tropicales, que tienen valores entre 80 y 90% (Hincapié *et al.* 2012).

Tabla 1. Composición proximal para muestras con 60%, 70% y 100% de pulpa de tamarindo.

Componente (%)	pulpa		
	100 %	70%	60%
Humedad	50 $\pm$ 2,34	40 $\pm$ 0,95	35 $\pm$ 1,57
Proteína	1,2 $\pm$ 0,06	0,94 $\pm$ 0,02	0,89 $\pm$ 0,04
Grasa	0,97 $\pm$ 0,03	0,83 $\pm$ 0,05	0,25 $\pm$ 0,01
Cenizas	1,3 $\pm$ 0,06	1,40 $\pm$ 0,02	1,83 $\pm$ 0,93
Fibra	1,7 $\pm$ 0,07	1,1 $\pm$ 0,07	1,03 $\pm$ 0,67
Carbohidratos	44 $\pm$ 1,23	55,66 $\pm$ 1,56	61 $\pm$ 1,85

Análisis microbiológicos. En la tabla 2, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos para las pulpas. Éstas se encuentran dentro del rango de aceptabilidad, según la NTC 5468, en donde se halla el índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad microbiológica de pulpa de frutas, tal como se observa en la tabla 2. Resultados cercanos, se presentaron en el recuento microbiano de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.), que realizaron Ramírez-Méndez *et al.* (2009). Hincapié *et al.* (2012), en la elaboración de una bebida energizante a partir de borojó (*Borojo apatinoi* Cuatrec.), encontró, igualmente, que la pulpa del fruto se localiza dentro de los parámetros establecidos por la NTC 5468.

Comportamiento de flujo. La viscosidad aparente en función de la velocidad de corte de las pulpas con 30% y 40% de azúcar (70% y 60% de pulpa, respectivamente), se muestra en la figura 1. Allí, se observa que a medida que aumenta la velocidad de corte, independientemente del porcentaje de pulpa, la viscosidad aparente también disminuye. Ahmed *et al.* (2007), en su investigación, estudiaron las propiedades reológicas de tamarindo concentrado, en un rango de temperaturas de 10°C a 90°C, usando un reómetro de esfuerzo controlado, registrando resultados similares a los de esta investigación. De acuerdo a la figura 1, se puede concluir que la pulpa con mayor contenido de azúcar (40%) presenta una mayor viscosidad aparente, debido a que el carácter sólido

Tabla 2. Recuento microbiano para muestras con 60%, 70% y 100% de pulpa.

Microorganismo (UFC/g)	pulpa			Permitido según NTC 5468
	60%	70%	100%	
Mesófilos	100	100	100	Max. 100
Coliformes totales	9	9	9	<10
Coliformes fecales	<3	<3	<3	<10
Esporas del <i>Clostridium</i> spp.	0	0	0	0
Sulfito reductor	<10	<10	<10	<10
Hongos/levaduras	1	1	1	Max. 100

de la pulpa se incrementa con el aumento de la proporción de sacarosa y disminuye con el aumento del porcentaje de pulpa, porque la sacarosa liga los componentes de la pulpa haciendo que ésta oponga más resistencia al flujo (Acevedo *et al.* 2013).

Pruebas dinámicas oscilatorias. En la figura 2, se puede observar que, a medida que aumenta la frecuencia, el módulo de almacenamiento (G') de la pulpa con 60% es mayor que el módulo de almacenamiento (G') de la pulpa con 70%. Por el contrario, el módulo de pérdida (G'') de la pulpa con

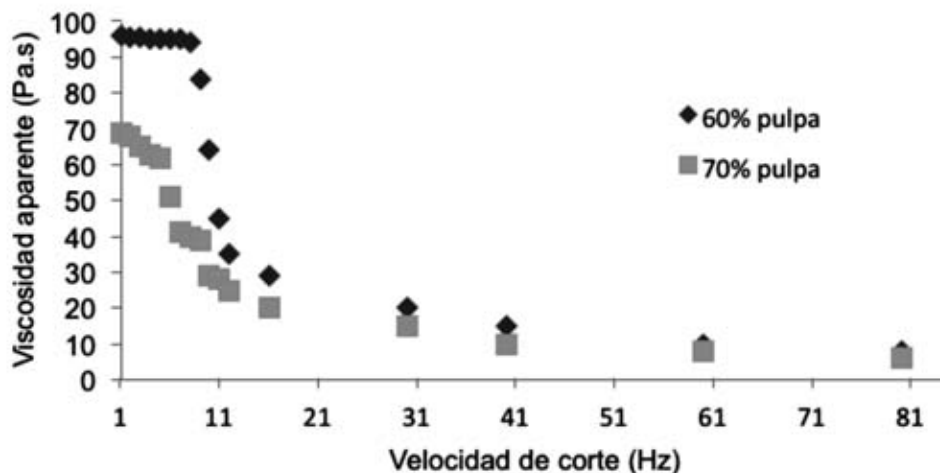


Figura 1. Viscosidad aparente en muestras con 60% y 70% de pulpa de tamarindo.

el 60% fue menor que el módulo de pérdida (G'') de la pulpa con el 70%, llegando un instante a 10Hz en el que se igualaron los módulos. También, se puede mostrar, que el módulo elástico (G') es mayor que el módulo viscoso (G'') en todas las repeticiones que se realizaron a las dos concentraciones de pulpa, mostrando un comportamiento elástico en el que (G') de la pulpa con 60% tendió a igualarse con el (G''), con 70% de pulpa, comportándose de una manera elástico-viscoso. En estudios similares, Magaña-Barajas *et al.* (2009) evaluaron la caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves, en el cual, se evidenció que el G' y G'' permaneció constante respecto al tiempo, con una frecuencia de 5 rad/s y 10 rad/s; también los parámetros G' y G'' representaron un comportamiento elástico y viscoso.

En otros trabajos Ramos & Ibarz (2006), caracterizaron las propiedades viscoelásticas de muestras de pulpa de membrillo, en el rango de concentraciones de 12,3 a 28°Brix, a la temperatura de 20°C. Sus resultados demostraron que, para la muestra de 28°Brix, la pulpa se comportó como un semi-sólido, en todo el rango de frecuencia estudiada. Para la concentración de 24°Brix, a bajas frecuencias, la pulpa se comportó como un semi-líquido ($G'' > G'$), mientras que en frecuencias más altas, se comportó como semi-sólido ($G' > G''$). Para la pulpa de 16°Brix y 20°Brix hubo el predominio del carácter viscoso sobre el carácter elástico; para la pulpa de 12,3°Brix, no fue posible determinar los valores G' y G'' . Los autores concluyeron que la viscosidad compleja de pulpa de membrillo aumenta con la concentración para todo

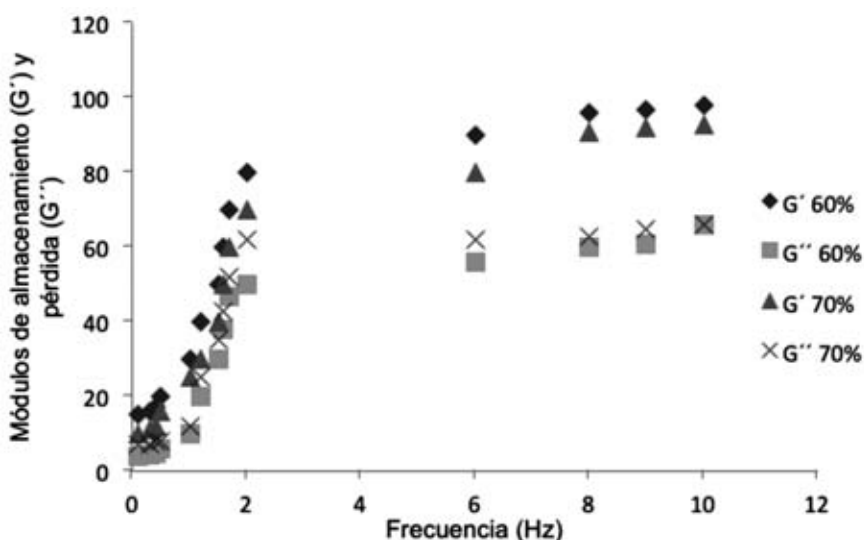


Figura 2. Módulos de almacenamiento (G') y pérdida (G'') de muestra con 60 y 70% de pulpa de tamarindo.

el rango de frecuencias estudiadas, al igual que lo expuesto en esta investigación.

Los resultados obtenidos de la caracterización viscoelástica de esta investigación son semejantes a los encontrados en otros trabajos de Ahmed *et al.* (2007), quienes estudiaron las características reológicas de tamarindo (*T. indica* L.), en el cual, se observó que, a medida que utilizaban velocidades de corte bajas, la viscosidad no variaba significativamente.

La calidad microbiológica de la pulpa presentó características óptimas, debido a la alta concentración de azúcar que las cubría.

Conflictos de intereses: El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses, que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 18th ed. Horowitz, W.; Latimer Jr., G.W. (eds) Association of Analytical Chemists. Maryland (United States). 780p.
2. ACEVEDO, D.; GRANADOS, C.; TORRES, R. 2014a. Caracterización reológica del suero costeño de Turbaco, Arjona, El Carmen de Bolívar y uno comercial (Colombia). Información Tecnológica. (Chile). 25(3):3-10.
3. ACEVEDO, D.; TIRADO, D.F.; GUZMÁN, L.E. 2014b. Deshidratación osmótica de pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.): influencia de la temperatura y la concentración. Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient. 17(1):123-130.
4. ACEVEDO, D.; RODRÍGUEZ, A.; FERNÁNDEZ, A. 2013. Efectos simultáneos de las variables de proceso sobre las propiedades de flujo del suero costeño. Rev. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. (Colombia). Edición Especial (2):112-117.
5. AHMED, J.; RAMASWAMY, H.S.; SASHIDHAR, K.C. 2007. Rheological characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) juice concentrates. LWT-Food Sci. Technol. (United States). 40(2):225-231.
6. MAGAÑA-BARAJAS, E.; RAMÍREZ-WONG, B.; PLATT-LICERO, L. C.; LÓPEZ-AHUMADA, G.A.; TORRES, P.I.; SÁNCHEZ-MACHADO, D.I. 2009. Caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves. Tecnología, Ciencia, Educación. 24(1):12-22.
7. HINCAPIÉ, G.A.; PALACIO, J.C.; PÁEZ, S.; RESTREPO, C.E.; VÉLEZ, L.M. 2012. Elaboración de una bebida energizante a partir de borojó (*Borojo apatinoi* Cuatrec.). Rev. Lasallista Invest. 9(2):33-43.
8. MORENO, M.J.; GIRÁN, N.; SERRANO, K.; GARCÍA, D.; BELÉN, D.R. 2003. Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra beta-ceae* Sendth). ALAN. 53(3):282-286.
9. OBULESU, M.; BHATTACHARYA, S. 2011. Color changes of tamarind (*Tamarindus indica* L.) pulp during fruit development, ripening, and storage. Int. J. Food Properties. (United Kingdom). 14(2):538-549.
10. OROZCO-SANTOS, M. 2001. El cultivo de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en el trópico seco de México. Folleto Técnico N°1. Ed. Tecomán, Col. (México). 96p.
11. PAULA, F.S.; KABEYA, L.M.; KANASHIRO, A.; DE FIGUEIREDO, A.S.; AZZOLINI, A.E.; UYEMURA, S.A.; LUCISANO-VALIM, Y.M. 2009. Modulation of human neutrophil oxidative metabolism and degranulation by extract of *Tamarindus indica* L. fruit pulp. Food Chem. Tox. (United Kingdom). 47:163-170.
12. RAMÍREZ-MÉNDEZ, R.; ACOSTA, K.; ARENAS, L.; YAMARTE, M.; SANDOVAL, L. 2009. Efecto del escalado sobre la calidad microbiológica de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.). Boletín Centro Invest. Biológicas (Venezuela). 43(1):97-99.
13. RAMOS, A.M.; IBARZ, A. 1998. Tixotropy of orange concentrate and quince puree. J. Texture Studies. (United Kingdom). 29:313-324.
14. RAMOS, A.M.; IBARZ, A. 2006. Comportamiento viscoelástico de pulpa de membrillo en función de la concentración de sólidos solubles. Ciência e Tecnologia Alimentos. (Brazil). 26(1):214-219.
15. RAZALI, N.; MAT-JUNIT, S.; ABDUL-MUTHALIB, A.F.; SUBRAMANIAM, S.; ABDUL-AZIZ, A. 2012. Effects of various solvents on the extraction of antioxidant phenolics from the leaves, seeds, veins and skins of *Tamarindus indica* L. Food Chem. (United Kingdom). 131(2):441-448.

16. VIVEROS, J.C.; FIGUEROA, K.A.; GALLARDO, F.; GARCÍA, E.; RUIZ, O.; HERNÁNDEZ, F. 2012. Sistemas de manejo y comercialización de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en tres municipios de Veracruz. Rev. Mex. Ciencias Agrícolas. 3(6):1217-1230.

Recibido: Mayo 26 de 2014

Aceptado: Octubre 20 de 2014

Como citar:

Tirado, D.; Acevedo, D.; Montero, P. 2014. Propiedades reológicas de la pulpa edulcorada de tamarindo. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 17(2): 495-501.