

Campus Monterrey

Escuela de Ingeniería y Ciencias



Microencapsulación de licopeno en mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa mediante secado por aspersión

Disertación presentada por

Mayra Cristina Soto Caballero

Sometida a la

Escuela de Ingeniería y Ciencias

como un requisito parcial para obtener el grado académico de

Doctor

en

Biotecnología

Monterrey Nuevo León, diciembre de 2018

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Monterrey

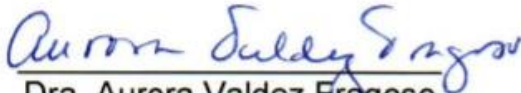
School of Engineering and Sciences

Escuela de Ingeniería y Ciencias

Los miembros del comité aquí citados certificamos que hemos leído la disertación doctoral presentada por Mayra Cristina Soto Caballero y consideramos que es adecuada en alcance y calidad como un requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Biotecnología.



Dr. Hugo Mújica Paz
Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Asesor principal



Dra. Aurora Valdez Fragoso
Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Co-asesor



Dr. Jorge Welti Chanes
Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Miembro del comité



Dr. Enrique Arriola Guevara
Centro Universitario de Ciencias
Exactas e Ingenierías
Universidad de Guadalajara
Miembro del comité



Dr. Marcelo Videá Vargas
Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Miembro del comité



Dr. Rubén Morales Menéndez
Director Nacional de Posgrado
Escuela de Ingeniería y Ciencias



Tecnológico
de Monterrey

09 NOV 2018

Dirección Nacional de Posgrado
Dr. Rubén Morales Menéndez

Monterrey Nuevo León, 14 de diciembre 2018

Declaración de autoría

Yo, Mayra Cristina Soto Caballero, declaro que esta disertación titulada, "Microencapsulación de licopeno en mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa mediante secado por aspersión", y el trabajo que se presenta en ella es de mi autoría. Adicionalmente, confirmo que:

- Realice este trabajo en su totalidad durante mi candidatura al grado de doctor en esta universidad.
- He dado crédito a cualquier parte de esta disertación que haya sido previamente sometida para obtener un grado académico o cualquier otro tipo de titulación en esta o cualquier otra universidad.
- He dado crédito a cualquier trabajo previamente publicado que se haya consultado en esta disertación.
- He citado el trabajo consultado de otros autores, y la fuente de donde los obtuve.
- He dado crédito a todas las fuentes de ayuda utilizadas.
- He dado crédito a las contribuciones de mis coautores, cuando los resultados corresponden a un trabajo colaborativo.
- Esta disertación es enteramente mía, con excepción de las citas indicadas.



Mayra Cristina Soto Caballero

Monterrey Nuevo León, 14 de diciembre 2018

@2018 por Mayra Cristina Soto Caballero
Todos los derechos reservados

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todas esas personas importantes en mi vida, que siempre confiaron en mí y me apoyaron en todo momento.

Reconocimientos

Mi mayor agradecimiento a:

A Dios por permitirme llegar hasta donde estoy y darme siempre fuerza para continuar.

A mis asesores el Dr. Hugo Mújica Paz y la Dra. Aurora Valdez Fragoso y a los miembros de mi comité de tesis el Dr. Jorge Welti Chanes, el Dr. Marcelo Videa Vargas y el Dr. Enrique Arriola Guevara por la disponibilidad mostrada en todo momento.

Al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey campus Monterrey, por haber financiado gran parte de mis estudios doctorales con las becas otorgadas de colegiatura y sostenimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca recibida durante todo el proceso de mi formación doctoral.

Microencapsulación de licopeno en mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa mediante secado por aspersión

por

Mayra Cristina Soto Caballero

Resumen

En este trabajo se obtuvieron microcápsulas de licopeno con soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa mediante secado por aspersión, tras una previa caracterización reológica de las soluciones encapsulantes que permitió determinar los parámetros de proceso. El análisis reológico consistió de pruebas de flujo y viscoelásticas a 25, 50 y 75°C con un dispositivo de placas paralelas. Las mezclas evaluadas siguieron un comportamiento pseudoplástico; por lo que se utilizó la ecuación de la ley de potencia para obtener los parámetros reológicos: índice de comportamiento de flujo (n) e índice de consistencia (K , Pa·s ^{n}). El efecto de la temperatura sobre K fue explicado por la relación de Arrhenius. Mediante las pruebas viscoelásticas, se obtuvieron los módulos de pérdida (G') y de almacenamiento (G'') los cuales fueron modelados para obtener los parámetros que describen el comportamiento viscoso (K'') y elástico (K'). En base a estos resultados, se decidió utilizar soluciones con 0.1% de goma xantana y 3.0% de pectina, con (3.0%) y sin sacarosa, para ser usadas como material encapsulante en el proceso de secado. Esto debido a que dicha mezcla, presentó una mayor estabilidad a la deformación y se comportó como un fluido viscoso y no elástico.

En la microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersión además de estudiar el efecto de la mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa como material encapsulante, se evaluó el efecto de la temperatura del aire de entrada (180-210°C) y el flujo de alimentación de la emulsión (18-71 mL min⁻¹) en el proceso de encapsulación y en algunas de las propiedades físicas de las microcápsulas. La eficiencia de encapsulación, el rendimiento de secado y las propiedades físicas de las microcápsulas se vieron significativamente afectadas por los factores de secado. Se obtuvo una alta eficiencia de encapsulación (79%) a 198°C y un flujo de 45 mL min⁻¹, independientemente del

contenido de sacarosa. La sacarosa promovió la formación de microcápsulas esféricas con una superficie exterior lisa. Las microcápsulas obtenidas con forma irregular y superficie colapsada fueron el resultado de una baja temperatura de secado en ausencia de azúcar.

En este estudio se generó un sistema novedoso y eficiente para microencapsular licopeno. Las microcápsulas obtenidas podrán ser utilizadas en la formulación de diversos alimentos, con el fin de impartirles color y contribuir en la generación de productos funcionales.

Microencapsulation of lycopene by spray drying in xanthan gum, pectin and sucrose solutions

by

Mayra Cristina Soto Caballero

Abstract

Lycopene microcapsules were obtained with solutions of xanthan gum and pectin with and without sucrose by spray drying, following a previous assessment on the rheological parameters of the encapsulating solutions. The rheological analysis consisted of flow and viscoelastic tests at 25, 50 and 75°C with a parallel-plate device. The mixtures evaluated followed a pseudoplastic behavior; therefore, the power law equation was used to obtain the rheological parameters: flow behavior index (n) and consistency index (K , Pa·s ^{n}). The effect of temperature on K was explained by the Arrhenius relation. Through the viscoelastic testing, loss modulus (G'') and storage modulus (G') were obtained, the which were modeled to obtain the parameters that describe the viscous (K'') and elastic (K') behavior. Based on these results, it was decided to use solutions with 0.1% xanthan gum and 3.0% pectin, with (3.0%) and without sucrose, to be used as encapsulating material in the drying process. This because these mixtures, presents a greater deformation stability and a viscous behavior.

In the microencapsulation of lycopene by spray drying in addition to studying the effect of the solution of xanthan gum, pectin and sucrose as encapsulating material, the effect of inlet air drying temperature (180-210°C) and feed emulsion flow (18-71 mL min⁻¹) on the encapsulation process and properties of the microcapsules was evaluated. The encapsulation efficiency, drying yield and the physical properties of the microcapsules were significantly affected by the spray drying parameters. A high encapsulation efficiency (79%) was obtained at 198°C and 45 mL min⁻¹, regardless of sucrose content. Sucrose promoted the formation of spherical microcapsules with smooth outer surface. Irregular shaped microcapsules and wrinkled surface resulted from low drying temperature in absence of sugar.

In this study a novel and efficient system to microencapsule lycopene was generated. The microcapsules obtained can be used in the formulation of various food, in order to impart color and to contribute to the generation of functional products.

Lista de Figuras

Figura 1. Microcápsulas esféricas, multipared, matriciales, irregulares y multinúcleo. ..	5
Figura 2. Sistema de secado por aspersión	8
Figura 3. Imágenes SEM de microcápsulas con forma esférica y con microestructura colapsada, elaboradas con jugo de acai y maltodextrina.....	11
Figura 4. Curvas de flujo de fluidos Newtonianos y no Newtonianos.....	18
Figura 5. Estructura química de la goma xantana.....	20
Figura 6. Estructura química de la pectina.....	23
Figura 7. Estructura química del licopeno.....	25
Figura 8. Plan de investigación.....	28
Figura 9. Reogramas de soluciones acuosas de pectina a diferentes temperaturas..	38
Figura 10. Efecto de la velocidad de corte en el esfuerzo de corte y la viscosidad aparente de soluciones de goma xantana a diferentes temperaturas y concentraciones	42
Figura 11. Índice de comportamiento de flujo de mezclas de pectina-goma xantana en función de la temperatura y concentración de goma xantana, pectina y agua.....	45
Figura 12. Conformaciones estructurales de la goma xantana.....	45
Figura 13. Índice de consistencia de mezclas acuosas de goma xantana-pectina en función de la temperatura y la concentración de goma xantana, pectina y agua.....	48
Figura 14. Efecto de la concentración de goma xantana, pectina y agua sobre la energía de activación del índice de consistencia.....	50
Figura 15. Índice de comportamiento de flujo de mezclas de pectina, goma xantana y sacarosa en función de la temperatura y la concentración.....	53
Figura 16. Índice de consistencia de mezclas de pectina, goma xantana y sacarosa en función de la temperatura y la concentración.....	54
Figura 17. Efecto de la concentración de goma xantana y pectina en la energía de activación del índice de consistencia.....	55
Figura 18. Representación de la interacción entre las cadenas de polímeros.....	57
Figura 19. Efecto de la velocidad de corte, la temperatura y la concentración en la viscosidad aparente de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa.....	59

Figura 20. Efecto de la concentración de goma xantana y pectina en el comportamiento viscoso y elástico de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa.	62
Figura 21. Barrido de amplitud de soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa.....	63
Figura 22. Imágenes SEM de microcápsulas de licopeno preparadas con una mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa, obtenidas a diferentes condiciones de temperatura del aire de secado y flujo de alimentación de la emulsión.....	65
Figura 23. Representación de la asociación de las cadenas de pectina.....	66
Figura 24. Representación de la expansión de burbuja durante el secado por aspersión.	68
Figura 25. Distribución del tamaño de las microcápsulas de licopeno preparadas con mezclas de goma xantana y pectina con y sin sacarosa, obtenidas a diferentes condiciones de temperatura del aire de secado y flujo de alimentación de la emulsión	69
Figura 26. Rendimiento de secado de emulsiones de licopeno, goma xantana y pectina con o sin sacarosa, en función de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión	72
Figura 27. Efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión en la eficiencia de encapsulación de licopeno en una mezcla de goma xantana y pectina con sacarosa.....	73
Figura 28. Contenido de humedad y actividad de agua de las microcápsulas de licopeno preparada con una mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa, en función de la temperatura de secado y el flujo de alimentación de la emulsión	76
Figura 29. Efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de emulsión de la emulsión sobre la densidad a granel a) y solubilidad b) de las microcápsulas de licopeno, preparadas con una mezcla de goma de xantana y pectina con y sin sacarosa.....	78

Lista de Tablas

Tabla 1 Compuestos microencapsulados	4
Tabla 2 Métodos de microencapsulación	6
Tabla 3 Compuestos encapsulantes	15
Tabla 4 Materiales pared y condiciones de secado utilizados en la microencapsulación de compuestos bioactivos	16
Tabla 5 Compuestos microencapsulados mediante secado por aspersion usando goma xantana, pectina y sacarosa como materiales pared	21
Tabla 6 Composición de las mezclas acuosas de pectina y goma xantana	31
Tabla 7 Composición de las soluciones acuosas con mezclas de pectina/goma xantana/sacarosa	33
Tabla 8 Variables y niveles del diseño experimental de la microencapsulación de licopeno	35
Tabla 9 Viscosidad a diferente concentración y temperatura y energía de activación de soluciones acuosas de pectina	39
Tabla 10 Parámetros de la ley de la potencia a diferente concentración y temperatura, y energía de activación de soluciones acuosas de goma xantana	40
Tabla 11 ANOVA del índice de comportamiento de mezclas acuosas de pectina-goma xantana, a 25, 50 y 75°C	46
Tabla 12 ANOVA del índice de consistencia de mezclas acuosas de pectina-goma xantana, a 25, 50 y 75°C	46
Tabla 13 Ecuaciones predictivas para el índice de comportamiento de flujo y el índice de consistencia de las mezclas de goma xantana y pectina a diferentes temperaturas	47
Tabla 14 Términos de las ecuaciones de predicción del n y el K de mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa, a las temperaturas analizadas	52
Tabla 15 Ecuaciones predictivas de la viscosidad aparente de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa	58
Tabla A.1. Descripción de abreviaturas	82
Tabla B.1. Variables y símbolos	83

Contenido

Resumen.....	iii
Abstract.....	v
Lista de Figuras	vii
Lista de Tablas.....	ix
Capítulo 1.....	1
Introducción	1
Capítulo 2.....	4
Marco Teórico	4
2.1 Microencapsulación mediante secado por aspersión	7
2.1.1 Variables de secado y su efecto sobre las propiedades físicas de las microcápsulas.....	10
2.1.2 Caracterización de las microcápsulas	12
2.2. Compuestos encapsulantes utilizados en el secado por aspersión	13
2.2.1 Factores importantes a considerar de los materiales encapsulantes	17
2.2.1.1 Propiedades reológicas	18
2.3 Goma xantana	20
2.4 Pectina.....	22
2.5 Sacarosa.....	24
2.6 Licopeno	25
2.6.1 Antecedentes sobre microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersión	26
Capítulo 3.....	25
Hipótesis, Objetivos y Plan de investigación.....	25
3.1 Hipótesis.....	25
3.2 Objetivo general.....	25
3.2.1 <i>Objetivos particulares</i>	25
3.3 Plan de investigación.....	26
Capítulo 4.....	29
Materiales y Métodos.....	29
4.1 Caracterización reológica de las soluciones encapsulantes.....	29
4.1.1 Soluciones de goma xantana/pectina	31
4.1.2 Soluciones de goma xantana/pectina/sacarosa.....	32
4.2 Microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersión	34

Capítulo 5.....	37
Resultados y Discusión.....	37
5.1 Caracterización reológica de las soluciones encapsulantes.....	37
5.1.1 Soluciones de pectina-goma xantana.....	37
5.1.2 Soluciones de goma xantana-pectina-sacarosa.....	51
5.2 Microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersion en soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa.....	64
Capítulo 6.....	79
Conclusiones.....	79
6.1. Contribución.....	79
6.2. Conclusiones.....	79
6.3. Trabajo futuro.....	80
Apéndice A.....	82
Abreviaciones.....	82
Apéndice B.....	83
Variables y Símbolos.....	83
Apéndice C.....	84
Datos experimentales, análisis estadísticos y graficas adicionales.....	84
Apéndice D.....	158
Trabajos derivados de la investigación.....	158
Artículos.....	158
Trabajos presentados en congresos.....	158
Artículos Publicados.....	180
1. Artículo: Rheological parameters of xanthan gum/pectin solutions as a function of temperature and composition.....	180
Curriculum Vitae.....	189

Capítulo 1

Introducción

El licopeno es un pigmento natural que además de dar el color rojo a muchas frutas y hortalizas, es un potente antioxidante (Goula y Adamopoulos, 2012; Ilahy et al., 2011). Sin embargo, este compuesto tiene una estructura altamente insaturada que lo hace sensible a la degradación por efecto del oxígeno, el calor y la luz (Pirayesh Islamian y Mehrali, 2015).

Se ha utilizado la microencapsulación mediante secado por aspersión para proteger al licopeno contra agentes de degradación, atrapándolo dentro de una matriz protectora (Frascareli et al., 2012). Esto se logra poniendo en contacto un flujo de aire caliente con una emulsión o solución atomizada que contiene el compuesto activo y el material pared (Mortazavian et al., 2007). Como resultado de ello, el disolvente se evapora rápidamente y el compuesto activo queda atrapado en una fina película formada por el material encapsulante (Frascareli et al., 2012). La eficiencia de encapsulación, el rendimiento de secado y las propiedades físicas de las microcápsulas y su microestructura dependen de las condiciones de secado y del material encapsulante (Carneiro et al., 2013; Peanparkdee et al., 2016).

La temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión son algunas de las variables más importantes en el secado por aspersión (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015). La temperatura del aire de secado determina la velocidad de secado y el contenido de humedad final en las microcápsulas (Gharsallaoui et al., 2007; Ray et al., 2016). Las bajas temperaturas de secado producen microcápsulas con alto contenido de humedad que tienden a aglomerarse fácilmente (Jafari et al., 2008). En contraste, una alta temperatura de secado causa una evaporación excesiva que puede generar la formación de grietas en la pared de la microcápsula, induciendo la degradación del compuesto encapsulado (Goula y Adamopoulos, 2005; Gharsallaoui et al., 2007).

El flujo de alimentación de la emulsión afecta el tamaño de partícula y el rendimiento de secado (Chegini y Ghobadian, 2007). Un flujo bajo de alimentación facilita la evaporación de humedad debido a la mayor superficie de transferencia de calor entre el aire seco y el líquido (Gharsallaoui et al., 2007). Sin embargo, los flujos altos del líquido generan partículas más grandes con alto contenido de humedad que tienden a pegarse en la pared de la cámara de secado (Gharsallaoui et al., 2007).

Como materiales encapsulantes se utilizan carbohidratos, gomas y proteínas de alto peso molecular (Parra-Huertas, 2010; Ray et al., 2016). La selección del material pared depende de su capacidad para crear una emulsión estable durante el secado y de su habilidad para formar hidrogeles (Parra-Huertas, 2010).

Los materiales encapsulantes utilizados para licopeno incluyen a la maltodextrina (Goula y Adamopoulos, 2012), al almidón modificado (Rocha et al., 2012) y a mezclas como goma arábica/maltodextrina (Matioli y Rodríguez-Amaya, 2002), goma arábica/sacarosa (Nunes y Mercadante, 2007) y gelatina/sacarosa (Shu et al., 2006; Ranveer et al., 2015). Se ha reportado que el almidón modificado y la goma arábica tienen buenas propiedades emulsionantes, sin embargo, su capacidad barrera al oxígeno es baja (Gharsallaoui et al., 2007). Las maltodextrinas en cambio, proporcionan una buena estabilidad oxidativa al encapsulado, pero tienen una pobre capacidad emulsionante (Gharsallaoui et al., 2007). La gelatina tiene una alta capacidad emulsionante y de formación de película (Gharsallaoui et al., 2007), sin embargo, su función es altamente dependiente de la temperatura y se utiliza sobre todo en procesos de coacervación (Parra-Huerta, 2010; Gharsallaoui et al., 2007). Las mezclas encapsulantes con sacarosa favorecieron la obtención de micropartículas esféricas con superficie lisa, lo que puede proporcionar mayor estabilidad de las microcápsulas (Shu et al., 2006).

La goma xantana (GX) es un polisacárido ampliamente utilizado en la industria alimentaria por sus excelentes propiedades emulsionantes y estabilizantes (Habibi y Khosravi-Darani, 2017). Dichas propiedades podrían ser utilizadas para procesos de microencapsulación por secado por aspersion, sin embargo, la GX tiene una baja capacidad para formar geles (Takahashi et al., 2006). Para mejorar la eficiencia de la

goma xantana como material encapsulante, la GX se puede combinar con compuestos gelificantes como la pectina (PEC). La PEC es un compuesto con alta capacidad para formar hidrogeles (Sundar-Raj et al., 2012; Belščak-Cvitanović et al., 2016). La acción emulsificante de la GX en combinación con la capacidad gelificante de la PEC podría generar una eficiente alternativa para encapsular y proteger compuestos bioactivos como el licopeno. Si, además a la mezcla de goma xantana/pectina se le añade sacarosa, se puede promover la estabilidad de las microcápsulas (Shu et al., 2006).

La composición de la mezcla encapsulante y la relación entre sus componentes se puede establecer conociendo sus propiedades reológicas (Jafari, 2008). La caracterización reológica de la mezcla encapsulante es también importante en el proceso de secado por aspersión, ya que la alimentación de emulsiones con alta viscosidad afecta el proceso de atomización y favorece la formación de gotas grandes con forma irregular (Carneiro et al., 2013). Por el contrario, soluciones diluidas fluyen mejor en el equipo de secado, pero la formación de la microcápsula puede ser deficiente debido a la baja cantidad de solutos en la solución (López et al., 2009).

El objetivo de este estudio fue obtener microencápsulas de licopeno con soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa mediante secado por aspersión, haciendo una caracterización reológica de las soluciones encapsulantes y evaluando el efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión, en la eficiencia de encapsulación, el rendimiento de secado, en la microestructura de las microcápsulas de licopeno y en algunas de sus propiedades físicas.

Capítulo 2

Marco Teórico

La microencapsulación es una técnica en la que un compuesto activo se encapsula con ciertos polímeros para protegerlo de la humedad, temperatura u otras condiciones que son desfavorables para su estabilidad (Shah y Ravula, 2000).

Tabla 1. Compuestos microencapsulados

	Compuestos	Referencia
Aromas	Butirato y caprilato de etilo	Rosenberg y Sheu, 1996
	Compuestos volátiles de café	Rodrigues y Grosso, 2008
	Etil vainillina	Milanovic et al., 2010
	3-metilbutiraldehído	Brückner et al., 2007
Ácidos orgánicos	Ácido fumárico, cítrico y málico	Zhang et al., 2005
	Ácido ascórbico	Bastos et al., 2009
	Ácido gálico	Da Rosa et al., 2013
Aceites esenciales	Ácido omega-3	Kaushik et al., 2015
	Ácido linoleico	Fang et al., 2005
	Aceite de pescado	Kolanowski et al., 2006
	Aceite de menta	Baranauskienė et al., 2007
	Aceite de bergamota	Penbunditku et al., 2011
Antioxidantes	Polifenoles	Pang et al., 2013
	Antocianinas	Ersus y Yurdagel, 2007; Chiou y Langrish, 2007
	Carotenoides	Shu et al., 2006

La microencapsulación se considera también una forma especial de empacar, en la que un material en particular se cubre para protegerlo del ambiente (Gorena et al., 2010; Ray et al., 2016).

Esta técnica, provee un medio de envasar, separar y almacenar materiales en escala microscópica, para su posterior liberación bajo condiciones controladas (Desai y Park, 2005). Entre los compuestos que se han microencapsulado se encuentran aromas, saborizantes, ácidos orgánicos, aceites esenciales y antioxidantes. Algunos ejemplos de estos compuestos se muestran en la Tabla 1.

En la microencapsulación, a la sustancia activa se le denomina fase interna o relleno, mientras que al material encapsulante se le llama recubrimiento o material pared (Escalona-López, 2004). Los productos obtenidos se denominan micropartículas, microesferas, microcápsulas o nanocápsulas (Reyes-Nava, 2010).

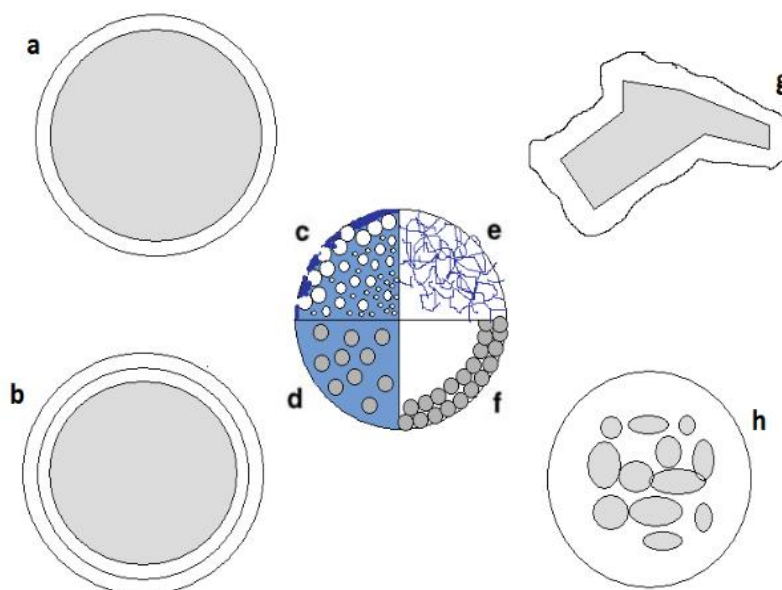


Figura 1. Microcápsulas esféricas (a), multipared (b), matriciales (c, d, e y f), irregulares (g) y multinúcleo (h) (Reyes-Nava, 2010).

Se pueden obtener microcápsulas de diferente tamaño (1-1000 μm) y morfología; pueden ser de forma esférica (Figura 1a) o irregular (Figura 1g) y tener uno o varios núcleos (Figura 1h) (Bakry et al., 2016). Así mismo, dependiendo del material

encapsulante, las microcápsulas pueden tener estructuras uni o multi pared (Figura 1b) (Schooyen et al., 2001). La sustancia activa puede estar dispersa en la matriz polimérica (Figura 1c) o en forma de red (Figura 1e). Además, el material activo puede encontrarse disperso en todo el centro de la microcápsula (Figura 1d) o en la periferia de ésta (Figura 1f) (Reyes-Nava, 2010; Desai y Park, 2005). La estructura de las microcápsulas depende de las características fisicoquímicas del compuesto activo, de la composición del material encapsulante y del método de microencapsulación (Desai y Park, 2005).

Los métodos de microencapsulación se agrupan de acuerdo a su naturaleza en físicos, químicos y fisicoquímicos (Tabla 2). La selección del método depende de las propiedades del compuesto a microencapsular, del tamaño deseado de las microcápsulas y de la aplicación de éstas (Desai y Park, 2005; Yáñez Fernández et al., 2002).

Tabla 2. Métodos de microencapsulación

Físicos	Químicos	Fisicoquímicos
Extrusión	Coacervación	Inclusión de complejos
Lecho fluidizado	Atrapamiento en liposomas	Polimerización interfacial
Secado por aspersion		

Parra-Huertas, 2010; Fang y Bhandari, 2010

Los métodos químicos incluyen principalmente la coacervación y el atrapamiento en liposomas (Parra-Huertas, 2010). La coacervación consiste en formar un sistema de tres fases químicamente inmiscibles (fase líquida, material a recubrir y material de cobertura), seguido de la deposición del material polimérico sobre el material a cubrir y la solidificación del recubrimiento (Martín Villena et al., 2009). El atrapamiento en liposomas utiliza vesículas huecas que encapsulan parte del disolvente en el que se han preparado y cuya membrana está formada por una o varias bicapas lipídicas, generalmente de fosfolípidos (Martín Villena et al., 2009).

Estos métodos químicos son muy eficientes, pero son de alto costo y su procedimiento es complicado (Yáñez Fernández et al., 2002).

La inclusión de complejos y la polimerización interfacial son los métodos fisicoquímicos más utilizados para microencapsular compuestos (Parra-Huertas, 2010). La inclusión de complejos utiliza β -ciclodextrinas para retener las moléculas (Desai y Park, 2005). Mientras que la polimerización interfacial se basa en la formación de un polímero por reacción de dos solutos que se encuentran en fases líquidas (Bansode et al., 2010). Tanto la inclusión de complejos como la polimerización interfacial son métodos efectivos, sin embargo, su costo de operación es elevado (Yáñez Fernández et al., 2002).

Los métodos físicos como la extrusión, el lecho fluidizado y el secado por aspersion son de bajo costo y fácil manejo (Ray et al., 2016; Yáñez Fernández et al., 2002). La extrusión consiste en hacer pasar la emulsión conformada por el material activo y el encapsulante, a través de un extrusor para darle forma de microesferas (Desai y Park, 2005). El lecho fluidizado se basa en hacer pasar un fluido sobre un lecho con partículas sólidas, para lograr una mezcla homogénea entre las partículas y el fluido (Yáñez Fernández et al., 2002). El secado por aspersion se fundamenta en la atomización de un material que se encuentra en estado líquido en una corriente de aire caliente, dentro de una cámara de secado (Escalona-López, 2004). A pesar de que el uso de estos métodos físicos de microencapsulación es efectivo, se recomienda el secado por aspersion para compuestos sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5-30 s) (Boza et al., 2004; Ray et al., 2016).

2.1 Microencapsulación mediante secado por aspersion

La microencapsulación mediante secado por aspersion consiste en atomizar una emulsión o solución que contiene el compuesto activo y el material encapsulante, en forma de finas gotas en una corriente de aire caliente (Mortazavian et al., 2007). Cuando las pequeñas gotas del líquido se ponen en contacto con el aire caliente, el disolvente se evapora instantáneamente permitiendo que el compuesto activo,

quede atrapado dentro de una fina película formada por el material de recubrimiento (Pedroza-Islas et al., 2002). Con este método se pueden obtener microcápsulas de entre 1 y 1000 μm (Escalona-López, 2004).

Un equipo de secado por aspersión está compuesto principalmente por un sistema de alimentación del líquido, un dispositivo de atomización, una cámara de secado y un recolector del producto seco (Figura 2) (Mortazavian et al., 2007; Phisut, 2012).

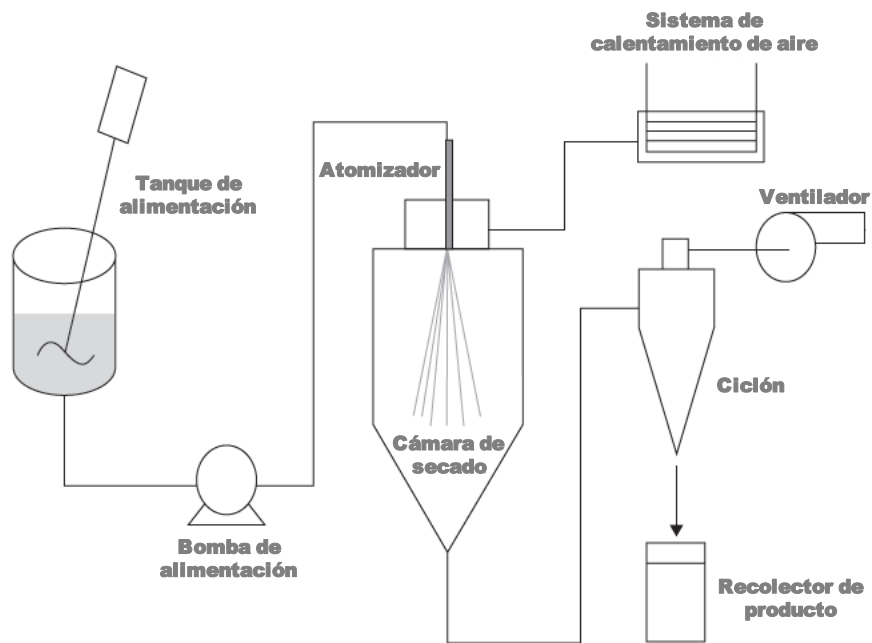


Figura 2. Sistema de secado por aspersión (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015).

El proceso de secado consta de tres etapas principalmente: atomización, contacto aire-gota y evaporación (Mortazavian et al., 2007):

Atomización. El objetivo de esta etapa es crear una superficie máxima de transferencia de calor entre el aire seco y el líquido para lograr la evaporación y optimizar la transferencia de masa (Mortazavian et al., 2007). Cuanto más pequeñas sean las gotas, mayor la superficie y más fácil la evaporación y consecuentemente una mayor eficiencia térmica (Mortazavian et al., 2007). Para la atomización se

pueden utilizar discos rotatorios o boquillas a presión de uno y dos fluidos (Mujumdar, 2014). El tipo de atomizador determina no sólo la energía requerida para formar el aerosol, sino también influye en el tamaño y la distribución de tamaño de las gotas, y por tanto en el tamaño de partícula (Mujumdar, 2014).

Contacto aire-gota. Esta etapa se puede llevar a cabo usando un flujo paralelo, a contracorriente o mixto (Snow, 2003). El flujo recomendado para materiales termolábiles es el flujo paralelo, ya que el líquido y el aire caliente se introducen en la zona superior de la cámara y viajan en la misma dirección, lo que permite que el aire de secado se vaya enfriando y las partículas secas tengan contacto con aire más frío a la salida del equipo (Snow, 2003).

Evaporación. La velocidad de evaporación se lleva a cabo en dos periodos: periodo de velocidad constante y periodo de velocidad decreciente (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015). Cuando la gota se expone al aire caliente, se lleva a cabo una rápida evaporación, durante la cual, la gota se calienta desde su temperatura inicial a la temperatura de equilibrio de evaporación. Durante este período, la eliminación de humedad sigue el período de velocidad constante ya que la difusión de humedad desde dentro de la gota permite tener la superficie saturada de líquido, el tamaño de la gota disminuye y su temperatura es constante a la temperatura de bulbo húmedo; la temperatura del aire de secado desciende a medida que gana humedad (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015; Mujumdar, 2014).

Cuando la velocidad de migración de humedad a la superficie no es suficiente para mantenerla saturada, los solutos disueltos en el líquido alcanzan una concentración arriba de su concentración de saturación y tienden a formar una capa delgada en la superficie de la gota (Mujumdar, 2014). Después de la formación de la corteza, la eliminación de humedad se convierte en un proceso controlado por la difusión, y la velocidad de evaporación depende de la velocidad de difusión del vapor de agua a través de la cáscara de superficie seca. Esto constituye el periodo de velocidad decreciente. Durante el período de velocidad decreciente, la partícula se comienza a calentar, pero es ya en la parte más fría del secador, en la que el aire de secado se encuentra en o cerca de la temperatura de salida del secador. En consecuencia,

la microcápsula no se calienta por encima de la temperatura del aire de salida, a pesar de que la temperatura del aire de entrada puede ser considerablemente mayor (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015).

Un fenómeno interesante que ocurre durante el período de velocidad decreciente es "la formación de burbujas". Cuando la presión parcial del vapor en el centro de gotita excede la presión ambiente, da lugar a la formación de burbujas y a un posterior aumento de la temperatura. Se requiere una cantidad considerable de energía para esta evaporación, lo que detiene el calentamiento sensible. Como se mencionó anteriormente, una corteza se va formando a medida que el contenido de humedad disminuye, y la temperatura de la gotita en última instancia, se eleva hacia la temperatura de bulbo seco del aire (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015).

2.1.1 Variables de secado y su efecto sobre las propiedades físicas de las microcápsulas

Dentro de las variables que influyen en el proceso de secado se puede distinguir aquellas propias del líquido alimentado: densidad, viscosidad, tensión superficial, temperatura, y las del equipo de secado: humedad relativa del aire de secado, presión de atomización, diámetro de la boquilla, temperatura del aire de secado y flujo de alimentación del líquido (Gharsallaoui et al., 2007; Phisut, 2012).

La temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación del líquido son algunas de las variables con mayor influencia sobre las propiedades físicas de las microcápsulas y en su microestructura (Gharsallaoui et al., 2007; Jafari et al., 2008). A una baja temperatura de secado disminuye la velocidad de evaporación y se generan microcápsulas con alto contenido de humedad (Jafari et al., 2008; Gharsallaoui et al., 2007). Esto promueve la aglomeración de partículas, la cual aumenta la densidad y reduce la solubilidad de las micropartículas (Gharsallaoui et al., 2007). Por el contrario, una temperatura del aire de secado muy alta puede generar una excesiva evaporación que puede causar la formación de grietas en la

pared de la microcápsula, las cuales permitirán la exposición del compuesto encapsulado y su subsecuente degradación (Tonon et al., 2011; Phisut, 2012). Con respecto al flujo de alimentación del líquido, se ha reportado que con flujos bajos de alimentación se facilita la evaporación de humedad de cada gotita rociada, debido al aumento en la superficie de contacto (Gharsallaoui et al., 2007). Por lo que influye en el contenido de humedad de las microcápsulas y en su tamaño (Tonon et al., 2008; Phisut, 2012). De esta variable depende en gran medida el rendimiento de secado, ya que, si no se logra eliminar la suficiente cantidad de agua, las gotitas alimentadas se adhieren a las paredes de la cámara de secado (Phisut, 2012).

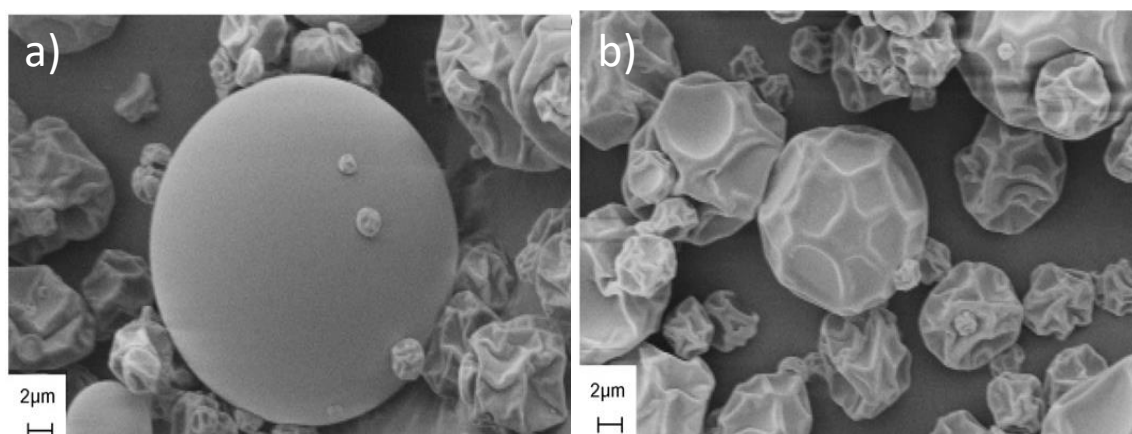


Figura 3. Imágenes SEM de microcápsulas con forma esférica y con microestructura colapsada, elaboradas con jugo de acai y maltodextrina, obtenidas a 202°C a) y 138°C b), respectivamente (Tonon et al., 2008).

Goula y Adamopoulos (2005) estudiaron el efecto de la temperatura del aire de secado en las características de tomate en polvo obtenido por secado por aspersion, y llegaron a la conclusión que el rendimiento de secado aumentó con el aumento de la temperatura. Así mismo, Chegini y Ghobadian (2005) reportaron que la densidad a granel de las micropartículas obtenidas mediante secado por aspersion disminuyó con el aumento de la temperatura del aire. Un efecto inverso de la temperatura del aire de secado sobre la densidad a granel de polvo obtenido mediante secado por aspersion fue también observado (Jumah et al., 2000). Se ha reportado que a baja temperatura de secado se obtienen partículas colapsadas de forma irregular, como

las que se muestran en la Figura 3b, mientras que el aumento de la temperatura del aire de secado da lugar a un mayor número de partículas esféricas con superficie lisa (Figura 3a) (Tonon et al., 2008). Esto último ha sido atribuido a la velocidad de secado, la cual es más alta a elevadas temperaturas de secado (Tonon et al., 2008).

2.1.2 Caracterización de las microcápsulas

La eficiencia de la microencapsulación mediante secado por aspersión se puede determinar en base al rendimiento de secado y a la eficiencia de encapsulación (Alamilla et al., 2005). El rendimiento de secado se calcula con la relación entre la masa de microcápsulas obtenidas al final del proceso y la masa en la solución inicial (Shu et al., 2006). Mientras que la eficiencia de encapsulación se determina con la relación entre la masa inicial del compuesto activo antes del secado por aspersión y la masa del compuesto activo en las microcápsulas (Kha et al., 2010).

Las microcápsulas obtenidas por secado por aspersión deben ser caracterizadas en base a sus características físicas y morfológicas. Las propiedades físicas de las microcápsulas tales como contenido de humedad, densidad y solubilidad son importantes para establecer condiciones de almacenamiento, empaque y transportación (Gharsallaoui et al., 2007). Mientras que la observación de las microcápsulas por microscopía electrónica de barrido (SEM) permite analizar la forma, tamaño, distribución y la superficie interna y externa de las microcápsulas (Acevedo et al., 2008). El análisis morfológico es también utilizado para detectar aglomeración, la cual es la unión de pequeñas partículas entre sí, que tienden a formar un sólido de gran tamaño llamado agregado (Alamilla et al., 2005).

Las propiedades físicas de las microcápsulas y sus características morfológicas dependen tanto de las condiciones de secado como del material encapsulante utilizado (Acevedo et al., 2008).

2.2. Compuestos encapsulantes utilizados en el secado por aspersión

Los compuestos encapsulantes usados en el proceso de secado por aspersión, incluyen a diversos carbohidratos, gomas, proteínas y lípidos (Tabla 3). La selección de estos compuestos se basa sobre todo en su capacidad emulsificante y en su habilidad para formar una fina y densa película que retenga al compuesto de interés (Parra-Huertas, 2010). Estos compuestos se pueden utilizar de manera individual o en mezclas entre ellos, para complementar las propiedades requeridas y lograr una eficiente encapsulación de compuestos bioactivos (Rodríguez-Huezo, 2005).

Los carbohidratos como los almidones y las maltodextrinas se consideran buenos materiales pared, ya que muestran viscosidades bajas a alto contenido de sólidos y una buena solubilidad. Sin embargo, la mayoría de estos compuestos no son buenos emulsificantes, por lo que generalmente se mezclan con otros compuestos para compensar esta deficiencia (Gharsallaoui et al., 2007). Las maltodextrinas y el almidón modificado son de los carbohidratos más utilizados para encapsular compuestos bioactivos (Rocha et al., 2012; Shu et al., 2006).

Las gomas se utilizan como encapsulantes debido a sus propiedades de emulsión y de formación de película (Torres et al., 2012). Entre las gomas más utilizadas como material pared se encuentran la goma arábiga y la de mezquite (Krishnan et al., 2005; Beristain et al., 2001).

La goma arábiga ha sido por muchos años, el agente encapsulante más utilizado por tener excelentes propiedades emulsificantes. Sin embargo, además de que ofrece una pobre protección contra la oxidación, su costo y disponibilidad han limitado su uso (Trubiano y Lacourse, 1988; Inglett et al., 1988). El uso de la goma mezquite es debido a su capacidad emulsificante y estabilizante (López-Franco et al., 2006; Beristain et al., 2001).

Entre las proteínas utilizadas como encapsulantes, destaca la gelatina debido a sus propiedades de emulsificación, formación de película, solubilidad y biodegradabilidad (Parra-Huerta, 2010). Las proteínas son biopolímeros muy

complejos y de gran diversidad funcional debido a su naturaleza química. Sin embargo, su conformación espacial se ve fuertemente influenciada por el pH, la fuerza iónica y la temperatura (Pedroza-Islas, 2002).

Dentro de los principales agentes encapsulantes de carácter lipídico, se encuentran ceras, parafinas, lecitinas y ácido esteárico. Estos compuestos son buenos formadores de película, capaces de cubrir las partículas individuales, proporcionando una encapsulación uniforme (Parra-Huerta, 2010).

El material encapsulante influye también en las características físicas y morfológicas de las microcápsulas (Fernandes et al., 2013). Goula y Adamopoulos (2008) reportaron que el contenido de humedad de microcápsulas de jugo de tomate se incrementó al aumentar la concentración de maltodextrina. Sin embargo, estos resultados son contrastantes con algunos otros estudios que reportaron que el contenido de humedad disminuye al aumentar la concentración del material encapsulante, ya que se incrementan los sólidos totales y se reduce la evaporación de agua (Jittanit et al., 2010).

Shrestha et al. (2007) mostraron que un aumento en la concentración de maltodextrina causó una disminución en la densidad a granel de polvo de jugo de naranja. Así mismo, Yousefi et al. (2011) estudiaron el efecto de la maltodextrina, goma arábiga y almidón en la solubilidad del polvo de jugo de granada y encontraron que las muestras obtenidas con almidón son menos solubles. Se reportó también que al aumentar la concentración de maltodextrina se obtuvieron microcápsulas más grandes (Tonon et al. 2008).

Tabla 3. Compuestos encapsulantes utilizados en el secado por aspersión

Compuestos		Referencia
Carbohidratos	Almidón	Loksuwan, 2007
	Maltodextrina	Arrazola et al., 2014; Tonon et al., 2008
	Jarabe de maíz	Parra-Huertas, 2011
	Carragenina	Babić et al., 2006
	Alginato	Charoenthai et al., 2007
Gomas	Goma mezquite	Jimenez-Aguilar et al., 2011; Beristain et al., 2001
	Goma arábica	Pitalua et al., 2010
	Goma gelana	Morkhade y Joshi, 2007
Proteínas	Quitosano	Desai et al., 2006
	Gluten	Yáñez Fernández et al., 2002
	Caseína	Sáenz et al., 2009
	Proteína de suero	Madene et al., 2006
	Gelatina	Shu et al., 2006
Lípidos	Ceras	Milanovic et al., 2010
	Parafinas	Parra-Huertas, 2011
	Aceite de palma	Comunian et al., 2014

En la Tabla 4 se muestran algunos compuestos pared usados para microencapsular antioxidantes, así como también las condiciones de secado aplicadas. Aunque ya se conocen algunos compuestos como encapsulantes, es importante estudiar algunos otros polisacáridos, gomas y proteínas para lograr una mejor protección de los compuestos y para obtener microcápsulas estables.

Tabla 4. Materiales encapsulantes y condiciones de secado utilizados en la microencapsulación de compuestos bioactivos

Compuesto activo	Material encapsulante	Condiciones de secado		Referencias
		T _i (°C)	F _i (mL min ⁻¹)	
Antocianinas	Maltodextrina	160-200	5	Ersus y Yurdagel, 2007
Antocianinas	Goma mezquite	140-160	8.5-9.6	Jiménez-Aguilar et al., 2011
Antocianinas	Inulina	150-205	NR	Bakowska y Kolodziejczyk, 2011
L-Mentol	Goma arábica/almidón modificado	180	NR	Sootitawat et al., 2005
Antocianinas	Goma arábica/maltodextrina/ almidón modificado	140-180	NR	Silva et al., 2013
Astaxantinas	Maltodextrina/inulina	180	NR	Bustos-Garza et al., 2013
Betacianinas	Maltodextrina/almidón nativo y modificado	150-210	NR	Cai y Corke, 2000
Betacianinas	Goma arábica	180	NR	Pitalua et al., 2010
Betalainas	Maltodextrina	120-160	NR	Janiszewska y Wlodarczyk, 2013
Licopeno	Almidón modificado	180	10	Rocha et al., 2012
Licopeno	Gelatina/sacarosa	170-210	1.7	Shu et al., 2006
Licopeno	Goma arábica/sacarosa	170	30	Nunes y Mercadante, 2007
Licopeno	Goma arábica/maltodextrina	120	10	Matioli y Rodríguez-Amaya, 2002
Oleoresina	Goma arábica/proteína de soya/almidón modificado	160-200	NR	Rascon et al., 2011
β-caroteno	Almidón nativo de tapioca/maltodextrina	180	20	Loksuwan, 2007

T_i-Temperatura del aire de secado, F_i- Flujo de alimentación del líquido, NR: Valor no reportado

2.2.1 Factores importantes a considerar de los materiales encapsulantes

Debido a que en el secado por aspersión se usan principalmente polisacáridos de como agentes encapsulantes, es importante considerar algunos factores que pueden influir en su estructura y acomodo. El pH es un factor que puede afectar la conformación de las cargas intramoleculares de los polisacáridos, cuando éstos son polielectrolitos. Los polímeros polielectrolitos son macromoléculas que poseen una cantidad de grupos ionizables ($^{-}\text{COO}^{-}\text{H}^{+}$). Un desacomodo molecular de los polisacáridos puede dar como resultado, diferentes tamaños de partícula, modificaciones en la permeabilidad del recubrimiento que forman y baja eficiencia de encapsulación (Rodríguez-Huezo, 2005).

Entre las propiedades colorimétricas de importancia en la microencapsulación, se encuentra la temperatura de transición vítrea (T_g). La T_g es un cambio de estado físico, que ocurre conforme la temperatura aumenta y las cadenas de un polímero amorfo sufren un incremento significativo en su movilidad o espacio molecular (Slade y Levine, 1991). Esta propiedad determinará la cohesividad que puede lograrse al formar la película. Calentando por encima de la T_g , las capas de la película se vuelven más cohesivas debido a una mayor movilidad molecular por efecto de la temperatura, lo cual ayuda a la adhesión de la película en el material a cubrir. Debajo de esta temperatura el polímero tiene un comportamiento estructural similar al de un sólido (Rodríguez-Huezo, 2005).

Es importante considerar también las propiedades reológicas del material encapsulante, ya que la solución, suspensión o emulsión que se utilizará en el proceso de secado deberá fluir por tuberías hasta llegar a un atomizador, el cual despliega pequeñas gotas en la cámara de secado (Bakry et al., 2016). Las características reológicas de la solución son muy importantes en el proceso de secado por aspersión, ya que afectarán la eficiencia del proceso de secado y las características del producto final. Además, una adecuada viscosidad de la solución es un factor crítico para el rendimiento del proceso de secado. Una baja viscosidad permite una mejor fluidez de la mezcla en el sistema de atomización (López et al., 2009).

2.2.1.1 Propiedades reológicas

Las soluciones encapsulantes son fluidos que se pueden deformar bajo la aplicación de esfuerzos cortantes. Los fluidos los podemos dividir principalmente en fluidos newtonianos, no newtonianos y viscoelásticos (Figura 4) (Macosko, 1994; Malkin y Isayenv, 2017).

Fluidos Newtonianos. Fluidos donde el esfuerzo de corte es directamente proporcional a la rapidez de deformación, se denominan Newtonianos. Fluidos comunes como el agua y el aceite, son ejemplos de estos fluidos (Rao, 2013).

Fluidos no Newtonianos. Los fluidos no Newtonianos son aquellos que exhiben un flujo uniforme, pero la relación entre el esfuerzo cortante y velocidad de deformación no es lineal. Los fluidos no Newtonianos pueden subdividirse como dependientes e independientes del tiempo. En el primer grupo se incluyen los fluidos tixotrópicos y reopécticos; mientras que los fluidos independientes del tiempo son pseudoplásticos, dilatantes y plásticos (Malkin y Isayenv 2017).

Fluidos viscoelásticos. Son aquellos que exhiben simultáneamente las propiedades viscosas propias de un líquido y las elásticas características de un sólido (Rao, 2013).

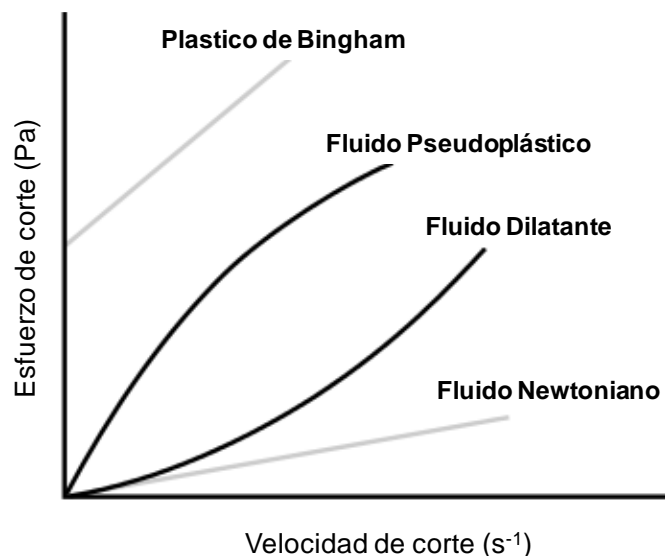


Figura 4. Curvas de flujo de fluidos Newtonianos y no Newtonianos (Barnes, 2000).

En la microencapsulación por secado por aspersión se utilizan soluciones, emulsiones o suspensiones de polímeros de cadena larga, los cuales en su mayoría son de carácter no Newtoniano. Una de las principales características de los fluidos es la viscosidad, la cual se refiere a la facilidad con la que el fluido viaja dentro de un determinado conducto (Barnes, 2000). Para los fluidos no Newtonianos, la viscosidad depende principalmente de la concentración y las características del compuesto encapsulante (Barnes, 2000). Dichas características se refieren al peso molecular, a la fuerza iónica y al grado de ramificación (López et al., 2009). Un bajo grado de ramificación del compuesto, generalmente disminuye la viscosidad, ya que las cadenas son más compactas (Li et al., 2009). En cambio, si la ramificación es alta, la viscosidad aumenta debido a una mayor interacción entre las cadenas del polímero (Barnes, 2000). La viscosidad es también influenciada por factores externos como pH y temperatura (Manjunatha y Raju, 2013).

Rodríguez-Huezo et al. (2004) caracterizaron reológicamente emulsiones de goma mezquite y arábica con carotenoides previo al secado por aspersión. Se encontró que las emulsiones mostraron comportamiento pseudoplástico, por lo que la relación entre el esfuerzo de cortante y velocidad de deformación no era lineal. En ese estudio la mayor eficiencia de encapsulación y las mejores propiedades físicas de las microcápsulas se obtuvieron con emulsiones con alto contenido de sólidos y por lo tanto con mayor viscosidad aparente (Rodríguez-Huezo et al., 2004).

La reología de suspensiones de maltodextrina/células *Beijerinckia sp* también se determinó previo al secado por aspersión, encontrando viscosidades de 0.0037 a 0.01 Pa s (Boza et al., 2004). Se reportó una mayor supervivencia de las células al utilizar suspensiones de baja viscosidad. Esto porque la alimentación de suspensiones de alta viscosidad produce partículas más grandes, que implican menor área de contacto con el aire caliente y tiempos de secado más largos, que pueden reducir la viabilidad celular (Boza et al., 2004).

Penbuditku et al. (2011) estudiaron el efecto de la viscosidad de emulsiones de almidón modificado (de 0.001 a 1.0 Pa s), en la retención de aceite de bergamota. Encontraron una mayor retención de aceite usando emulsiones con una viscosidad por encima de 0.13 Pa s (Penbuditku et al., 2011).

2.3 Goma xantana

La goma xantana (GX) es una alternativa para usarla como material encapsulante, debido a que su estructura química le permite generar soluciones o emulsiones altamente estables, en un amplio rango de temperatura (de 4 a 93°C) y pH (de 1 a 13) (Flores Candia y Deckwer, 1999). La GX se obtiene de la fermentación de la dextrosa por la bacteria *Xanthomonas Campestris* (Song et al., 2006).

La GX es un heteropolisacárido constituido por una columna de D-glucosa, con cadenas laterales, las cuales contienen dos unidades de D-manosa y un ácido D-glucurónico (también contiene grupos acetilo y ácido pirúvico) (Figura 5) (Sharma et al., 2006). Debido a la presencia de ácido glucurónico y piruvato en sus cadenas laterales, la goma xantana se considera un polielectrolito aniónico (Argin, 2007). El peso molecular de la GX varía entre 2×10^6 y 20×10^6 Dalton, lo cual depende de la interacción entre las cadenas y la formación de agregados (García-Ochoa et al., 2000).

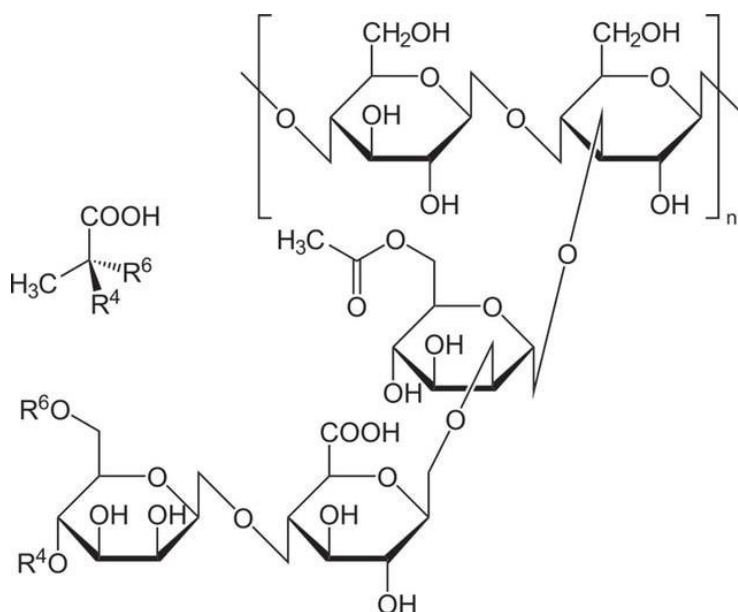


Figura 5. Estructura química de la goma xantana (Sharma et al., 2006).

La goma xantana es soluble tanto en agua caliente como en fría, se hidrata rápidamente una vez dispersa y facilita la retención de agua produciendo soluciones

de viscosidad relativamente alta a concentraciones bajas (Sharma et al., 2006). Debido a lo anterior, para procesos de secado por aspersion se recomienda utilizar la GX en un rango de concentración entre 0.1 y 1.0% (Lim et al., 2013). Las soluciones de goma xantana son altamente pseudoplásticas y casi no presentan histéresis. Esta pseudo-plasticidad mejora las características sensoriales de algunos alimentos.

En solución acuosa, las moléculas de alto peso molecular de la goma xantana forman una estructura semi flexible y desarrollan una red de gel débil por medio de puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas y electrostáticas (Argin, 2007). Dado que las uniones entre las secuencias de cadena ordenada en la red de gel son débiles se rompen fácilmente, provocando la disociación de los agregados (Argin, 2007).

Tabla 5. Compuestos microencapsulados mediante secado por aspersion usando goma xantana, pectina y sacarosa como materiales pared

Material encapsulante	Compuesto	Referencias
Goma xantana/goma tara	Fenoles y carotenoides	Rutz et al., 2013
Goma xantana	Ácido gálico	da Rosa et al., 2013
Pectina/alginate	Ácido fólico	Madziva et al., 2005
Pectina/maltodextrina	Extractos nutracéuticos*	Sansone et al., 2011
Sacarosa/gelatina	Licopeno	Shu et al., 2006
Sacarosa/goma arábica	Licopeno	Nunes y Mercante, 2007
Sacarosa/maltodextrina	Citral	Sosa et al., 2011
Sacarosa/goma arábica/ Maltodextrina	Bixina	Barbosa et al., 2005

*Extractos de las plantas *Fadogia ancyllantha*, *Melissa officinalis* y *Tussilago fárfara*

La goma xantana se ha utilizado con éxito para microencapsular sobre todo *Lactobacillus* (Shu et al., 2017; McMaste y Kokott 2005; Fareez et al., 2017). Los estudios de microencapsulación mediante secado por aspersión de compuestos bioactivos que utilizaron la GX como encapsulante se muestran en la Tabla 5. da Rosa et al. (2013) microencapsularon ácido gálico mediante secado por aspersión utilizando goma xantana, quitosano y ciclodextrinas.

En este estudio se obtuvo la más baja eficiencia de encapsulación al utilizar goma xantana (77%), siendo el quitosano el compuesto más efectivo para microencapsular ácido gálico. En otro estudio igualmente utilizando la técnica de secado por aspersión, la goma xantana se combinó con goma tara para microencapsular compuestos fenólicos y carotenoides. Los resultados mostraron una baja eficiencia de encapsulación de compuestos fenólicos (76%), así como también una degradación de los carotenoides durante el almacenamiento (Rutz, et al., 2013).

2.4 Pectina

Los materiales encapsulantes además de emulsificantes, deben ser sustancias capaces de formar paredes de recubrimiento alrededor del compuesto bioactivo, para protegerlo contra factores que causan su degradación (Flores-Belmont y Jiménez-Munguía, 2013). Para esto último se pueden utilizar compuestos gelificantes como la pectina (PEC). La PEC está conformada por polisacáridos aniónicos heterogéneos que se encuentran en la pared celular de vegetales (Drusch, 2006; Alphons et al., 2009). Este polisacárido está conformado por unidades de ácido α -D-galacturónico (Drusch, 2006) (Figura 6).

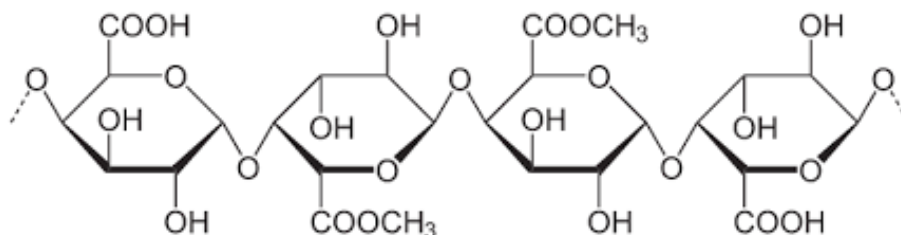


Figura 6. Estructura química de la pectina (Drusch, 2006).

La acción gelificante de la pectina está determinada por el grado de esterificación de sus grupos carboxilos y de factores como peso molecular, pH, sales disueltas y presencia de azúcares (Nussinovitch, 1997). Las pectinas se pueden dividir en pectinas de alto metoxilo, que contienen de 55 a 80% de sus grupos carboxilo de manera esterificada y en pectinas de bajo metoxilo que solo presentan de 18 a 45% de esterificación (Sriamornsak, 2003).

Las pectinas de alto metoxilo en solución acuosa dan origen a suspensiones de elevada viscosidad por la formación de enlaces hidrógeno entre los grupos polares de la molécula pectica y el agua. Los centros de carga negativa, originados por los grupos carboxílicos disociados que tienden a repelerse, mantienen a las moléculas en suspensión, impidiendo la formación de enlaces pectina–pectina que son la base de la formación del gel. Las pectinas de alto metoxilo gelifican en un intervalo de pH de 2.0 a 3.5 y en presencia de sacarosa (60-65%) (Sriamornsak, 2003). La adición del azúcar tiene un efecto "deshidratante" sobre los polímeros, lo que ocasiona que se favorezcan las interacciones polisacárido-polisacárido de manera hidrófoba y se cree una estructura tridimensional que rodea las moléculas de sacarosa altamente hidratadas (Bystrický y Malovíková, 1990).

En el caso de las pectinas de baja esterificación, éstas pueden gelificar solo en presencia de cationes polivalentes, generalmente calcio (cantidad mínima 15 mg Ca⁺⁺/g pectina). Las pectinas bajo metoxilo pueden formar gel en un amplio intervalo de pH (de 2.6-7.0) y con una concentración de sólidos solubles totales variable del 10 al 70%. El enlace con

el Ca^{++} no es una simple interacción de iones, sino que involucra enlaces intermoleculares de tipo quelante, llevando a la formación de agregados macromoleculares (cavidad “caja de huevo”). Cuanto mayor es la concentración de sólidos solubles y menor es el pH, mayor es la reactividad de la pectina (Sriamornsak, 2003).

En la Tabla 5 se muestran algunos estudios de microencapsulación mediante secado por aspersión que utilizaron a la pectina como material pared. Madziva et al. (2005) utilizaron una mezcla de pectina/alginato para encapsular ácido fólico y observaron que la eficiencia de encapsulación, la retención y la estabilidad de este compuesto fue mayor al utilizar la mayor concentración de pectina (30%). Más recientemente la pectina se utilizó en combinación con maltodextrina para microencapsular extractos nutraceuticos de *Fadogia ancyllanthe*, *Melissa officinalis* y *Tussilago farfara*, obteniendo una alta eficiencia de encapsulación y bajos rendimientos de secado (Sansone et al., 2011).

Las ventajas de utilizar pectina como compuesto encapsulante es que además de que se puede obtener de desechos agroalimentarios, la PEC tiene efectos benéficos para la salud (Voragen et al., 2009). La pectina tiene la habilidad de ayudar a disminuir los niveles de azúcar en la sangre debido a que retrasa la absorción de la glucosa, disminuyendo su ingreso en el torrente sanguíneo (Voragen et al., 2009).

2.5 Sacarosa

Además de polisacáridos, al material encapsulante se le pueden también adicionar compuestos de bajo peso molecular como sorbitol, glucosa y sacarosa. Éstos últimos contribuyen en la obtención de microcápsulas más estables, aumentando con ello la eficiencia de encapsulación (Gharsallaoui et al., 2007; Shu et al., 2006). La sacarosa se ha utilizado en combinación con algunos polímeros para microencapsular compuestos bioactivos (Tabla 5). Este compuesto no reductor está formado por una molécula de glucosa y una de fructosa unidas por un enlace glucosídico $\beta(1,2)$ (Gülseren y Coupland, 2008).

La sacarosa puede ayudar a formar microcápsulas con superficie lisa debido a su capacidad hidratante, la cual le permite fijar moléculas de agua a sus grupos OH por medio de puentes de hidrógeno (Pongsawatmanit et al., 2007; Shu et al., 2006; Gülseren y Coupland, 2008). Se ha reportado también que la sacarosa puede aumentar la fuerza de atracción entre los componentes que conforman la microcápsula y promover que ésta tenga forma esférica (Shu et al., 2006).

Es importante considerar que, si la sacarosa se combina con polisacáridos, proteínas o gomas de alto peso molecular, puede interactuar con los grupos polares de las cadenas ramificadas de los polímeros y afectar las propiedades reológicas de la mezcla encapsulante, las cuales tienen una influencia importante en el proceso de secado por aspersión y en las características físicas de las microcápsulas (López et al., 2009).

2.6 Licopeno

El licopeno es un carotenoide que da el color rojo a frutas y hortalizas como tomate, toronja, pimiento rojo, etc. Este compuesto es de carácter hidrofóbico y está formado por ocho unidades de isopreno, su estructura química se muestra en la Figura 7 (Berk, 1998; Lee y Chen, 2002).

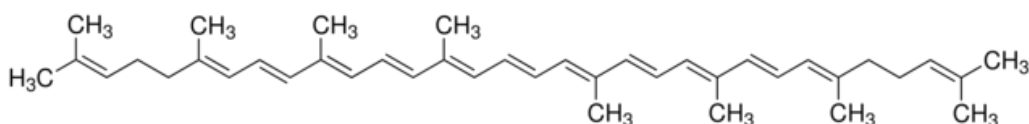


Figura 7. Estructura química del licopeno (Berk, 1998).

El licopeno es un potente antioxidante que, una vez adsorbido por el organismo ayuda a reparar células dañadas. Además, como cualquier otro compuesto antioxidante evita la acción de los radicales libres, que atacan al ADN impidiendo que tenga lugar la replicación celular que contribuye al envejecimiento celular (Candelas Cadillo, 2006; Lee y Chen, 2002).

Este compuesto puede ser utilizado en diversas formulaciones alimenticias, sin embargo, debido al alto grado de insaturación en su estructura (Figura 7), se oxida fácilmente por exposición a la luz, al oxígeno, al calor, a condiciones extremas de pH y al contacto con

superficies activas (Lee y Chen, 2002; Berk, 1998). Para evitar la degradación del licopeno se ha utilizado la microencapsulación, usando principalmente el método de secado por aspersión (Rocha et al., 2011; Shu et al., 2006).

2.6.1 Antecedentes sobre microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersión

El licopeno se microencapsuló mediante secado por aspersión utilizando como material pared una mezcla de goma arábica-sacarosa y una temperatura de secado de 120°C (Matioli y Rodríguez-Amaya, 2002) (Tabla 4). A pesar de que se obtuvo una alta eficiencia de encapsulación (de 94 a 96%), el rendimiento de secado no superó el 51%. Esto último posiblemente por la baja temperatura de secado utilizada. El bajo rendimiento en el secado por aspersión es un factor importante a considerar si se quiere escalar el proceso. Para optimizar el proceso de secado, es recomendable usar varios niveles de temperatura del aire de entrada y evaluar el efecto de otros factores importantes que influyen en las propiedades de las microcápsulas. En este estudio se utilizó goma arábica, compuesto que, aunque tiene buenas propiedades emulsificantes, en algunos estudios de microencapsulación de compuestos se ha reportado su baja protección a la oxidación durante el almacenamiento del encapsulado.

Shu et al. (2006) evaluaron el efecto de las variables de secado en la eficiencia y rendimiento de encapsulación al microencapsular licopeno por secado aspersión, utilizando una mezcla de gelatina/sacarosa como material encapsulante (Tabla 4). En ese estudio obtuvieron la máxima eficiencia de encapsulación con una relación gelatina/sacarosa de 3/7, una relación licopeno/material pared de 1/4, una temperatura de alimentación de 55°C, una temperatura de secado de 190°C, una presión de homogenización de 40 MPa y una pureza de licopeno no menor del 52%. Esta investigación arrojó importantes resultados, ya que comprendió el efecto de varios factores que no solo incluían a las variables de secado. Sin embargo, evaluar un gran número de variables dificulta el entendimiento de los resultados. Se obtuvo una alta eficiencia de encapsulación al utilizar gelatina y sacarosa como materiales

encapsulantes. La gelatina es un compuesto con buenas propiedades emulsificantes y de formación de película, pero su función es altamente dependiente de la temperatura y además se ha relacionado con problemas de alergias. Los resultados sugirieron una influencia de la sacarosa en la obtención de microcápsulas esféricas y con superficie lisa, efecto que puede proporcionar una mayor estabilidad al encapsulado, por lo que sería interesante continuar evaluando dicho efecto.

Más recientemente, Rocha et al. (2011) microencapsularon licopeno con almidón modificado a una temperatura del aire de secado de 180°C, obteniendo una eficiencia de encapsulación no mayor al 30%. Así mismo, Goula y Adamopoulos (2012) utilizaron igualmente el secado por aspersion para microencapsular licopeno, utilizando maltodextrina como material encapsulante. En este estudio se obtuvieron valores altos de eficiencia de encapsulación, a pesar de la pobre capacidad emulsificante de la maltodextrina. Las condiciones de máxima eficiencia (93%) se obtuvieron utilizando una relación licopeno/material pared de 1:3.3 y una temperatura de alimentación y secado de 52 y 147°C, respectivamente.

En estudios previos de microencapsulación de licopeno se observó que algunos de los compuestos utilizados como materiales pared no cumplen con las características de emulsificación y gelificación requeridas en el proceso de secado por aspersion. Así mismo, se pudo apreciar que algunos de los estudios de microencapsulación se limitan a evaluar solo el efecto de la temperatura del aire de entrada y a un solo nivel, dejando de lado el efecto de algunos otros factores de secado que tienen efecto en el proceso y el análisis físico de las microcápsulas obtenidas. Además, a pesar de que los compuestos utilizados como materiales encapsulantes son hidrocoloides, y que por lo tanto su viscosidad o consistencia depende de la concentración y temperatura, no se han encontrado reportes que hagan una previa caracterización reológica del material encapsulante. Esto último, además de ayudar a establecer la relación entre los componentes encapsulantes y la temperatura de alimentación, ayudará en la explicación y comprensión los resultados de microencapsulación.

Lo anterior, genera un área de oportunidad para seguir investigando compuestos o mezclas de éstos con características reológicas adecuadas para ser utilizados en el

proceso de secado, y con buenas propiedades emulsificantes y alta capacidad gelificante para ser usados como encapsulantes de licopeno. Además, es importante estudiar el proceso de microencapsulación, evaluando el efecto de factores de secado a diferentes niveles y las propiedades físicas de las microcápsulas, mediante diseños estadísticos que faciliten el análisis de los resultados.

Combinar las propiedades emulsificantes de la goma xantana y la habilidad gelificante de la pectina, podría resultar en un eficiente sistema encapsulante para compuestos bioactivos como el licopeno. Además, debido a las propiedades de la goma xantana, ésta puede solubilizarse fácilmente, lo que facilitaría la ruptura intencionada de las microcápsulas y su aplicación en matrices alimentarias. Además, la pectina es considerada por si sola un compuesto nutracéutico, lo que da un mayor valor bioactivo a las microcápsulas. La mezcla de goma xantana y pectina puede enriquecerse si se le adiciona sacarosa, disacárido relacionado con la obtención de microcápsulas estables.

Capítulo 3

Hipótesis, Objetivos y Plan de investigación

3.1 Hipótesis

Se puede estabilizar adecuadamente el licopeno mediante secado por aspersión con una mezcla de pectina, goma xantana con y sin sacarosa en proporciones que faciliten el proceso de secado y permitan la formación de microcápsulas estables.

3.2 Objetivo general

Obtener microcápsulas de licopeno con soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa mediante secado por aspersión, haciendo una caracterización reológica de las soluciones encapsulantes y evaluando el efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión, en la eficiencia de encapsulación, el rendimiento de secado, en la microestructura de las microcápsulas de licopeno y en algunas de sus propiedades físicas.

3.2.1 *Objetivos particulares*

- Evaluar las propiedades reológicas de soluciones de goma xantana/pectina con y sin sacarosa en función de la concentración y temperatura, para determinar cuál de las mezclas estudiadas presenta mayor estabilidad a la deformación y un comportamiento reológico adecuado para el proceso de secado por aspersión.
- Microencapsular licopeno mediante secado por aspersión con soluciones de goma xantana y pectina con o sin sacarosa, evaluando el efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión en la eficiencia de encapsulación y el rendimiento de secado.

- Determinar las propiedades físicas y morfológicas de las microcápsulas de licopeno, para estimar su estabilidad y establecer las condiciones óptimas de almacenamiento.

3.3 Plan de investigación

En el plan de investigación presentado en la Figura 8 se muestran las etapas planeadas para la realización de la presente investigación, la descripción de cada etapa se muestra a continuación.

Etapa 1. Caracterización reológica de soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa y de sus mezclas

Se analizará el comportamiento reológico del material encapsulante. Primeramente, se determinarán los parámetros reológicos de soluciones individuales de goma xantana (0.1-0.5%) y pectina (1.6-2.0%) y de sus mezclas, aplicando pruebas de flujo y evaluando el efecto de la temperatura (25, 50 y 75°C) y la concentración. Esto ayudará a establecer la concentración de los compuestos encapsulantes y la temperatura de alimentación. Después, se evaluará el comportamiento viscoelástico y de flujo de mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa a 25, 50 y 75°C. Todas las pruebas reológicas se realizarán con un reómetro MCR XX1, usando el dispositivo de placas paralelas. La selección de la mezcla encapsulante se realizará en base a su estabilidad y comportamiento reológico.

Las combinaciones de las mezclas se establecerán con un diseño experimental de mezclas, elaborado con el programa estadístico Design Expert (StateEase Inc., USA). Los datos reológicos se modelarán dependiendo del tipo de fluido, con el modelo de la ley de la potencia o con la ecuación de Newton. El efecto de la temperatura sobre los parámetros reológicos se determinará con la ecuación de Arrhenius.

Etapa 2. Microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersion usando mezclas de goma xantana y pectina con y sin sacarosa

Se utilizará una mezcla de goma xantana y pectina con y sin sacarosa para microencapsular licopeno mediante secado por aspersion. Se evaluará el efecto de la temperatura del aire secado (180-210°C), el flujo de alimentación de la emulsión (18-71 mL min⁻¹) y la composición de la solución encapsulante sobre la eficiencia de encapsulación y el rendimiento de secado. Se realizarán 18 corridas experimentales de acuerdo a un diseño experimental D-óptimo y utilizando un secador por aspersion a escala piloto. Las microcápsulas obtenidas se colocarán en recipientes cerrados y se almacenarán a -18°C.

Etapa 3. Caracterización física y morfológica de las microcápsulas de licopeno.

Se evaluará el efecto de las variables de secado sobre las propiedades físicas de las microcápsulas de licopeno con el programa estadístico Design Expert. Se determinarán las propiedades físicas de las microcápsulas de licopeno tales como: contenido de humedad, actividad de agua, solubilidad y densidad a granel. Se utilizarán métodos estándares para determinar el contenido de humedad y la solubilidad de las microcápsulas de licopeno. Las mediciones de actividad de agua y densidad se realizarán con un higrómetro y picnómetro, respectivamente.

Se analizará la morfología de las microcápsulas de licopeno mediante microscopia electrónica de barrido. Se determinará la estructura interna y externa de las microcápsulas utilizando el programa ImageJ (Image Processing and Analysis in Java, USA). La distribución del tamaño de partícula se obtendrá con el programa estadístico Minitab 16 (Statistical Software, USA).

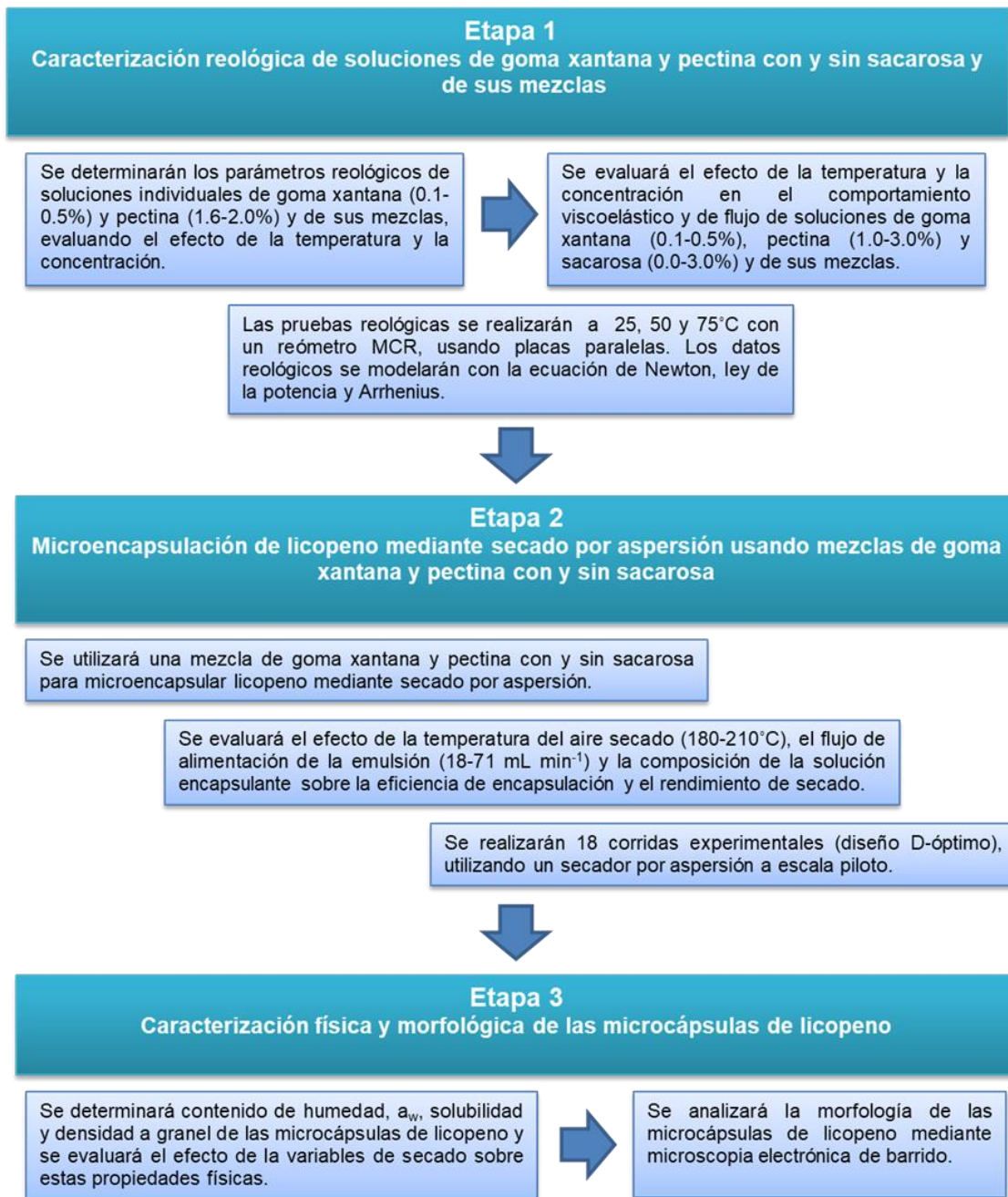


Figura 8. Plan de investigación.

Capítulo 4

Materiales y Métodos

4.1 Caracterización reológica de las soluciones encapsulantes

Materia prima

Se utilizó pectina cítrica con 69% de esterificación (DEQ, México), goma xantana (G1253 SIGMA, USA), sacarosa (DEQ, México) y agua destilada.

Preparación de las soluciones

Las soluciones se prepararon a 60°C en una placa de calentamiento (Thermo Scientific, USA) con agitación constante (350 rpm) hasta disolución completa. Para eliminar las burbujas de aire formadas en la solución, se aplicó ultrasonido a 35 kHz (VWR, China) durante 30 minutos. El pH de las soluciones se midió con un potenciómetro Orion 3 Star (Thermo Scientific, USA).

Pruebas reológicas

Las pruebas reológicas se realizaron con un reómetro MCR XX1 (Anton Paar, Austria), usando el dispositivo de placas paralelas (diámetro: 5 cm, gap: 1 mm). Todos los experimentos se llevaron a cabo por triplicado a 25, 50 y 75°C.

Determinación de los parámetros de flujo

La viscosidad de las soluciones se determinó con el modelo Newtoniano (Ec. 1) (Marcotte et al., 2001) y los parámetros reológicos: índice de comportamiento de flujo (n) e índice de consistencia (K) con el modelo de la ley de la potencia (Ec. 2)

(Guerra-DellaValle et al., 2009). El efecto de la temperatura sobre los parámetros reológicos se obtuvo con la ecuación de Arrhenius linealizada (Ec. 3) (Ramírez-Arreola et al., 2006).

$$\mu = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \quad \text{Ec. 2}$$

$$\ln(K) = \ln(A) - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T_a} \quad \text{Ec. 3}$$

donde τ es el esfuerzo de corte (Pa), K es el índice de consistencia (Pa sⁿ), n es el índice de comportamiento de flujo (adimensional), $\dot{\gamma}$ es la velocidad de corte (s⁻¹), μ es la viscosidad (Pa s), A es el factor pre-exponencial (Pa sⁿ), E_a es la energía de activación de flujo (kJ mol⁻¹), R es la constante universal de los gases (8.314 J mol⁻¹K⁻¹) y T_a es la temperatura absoluta (K).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de mezclas D-óptimo (Design-Expert 7), para definir los niveles de concentración de los componentes de las mezclas y para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados. Una característica distintiva del diseño experimental seleccionado es que los componentes de la mezcla no se pueden cambiar de forma independiente ya que su suma debe ser igual a 100%. Esto significa que los factores de las mezclas se expresan como una fracción de la cantidad total y sus rangos experimentales están entre 0 y 100% (Mura et al., 2005).

4.1.1 Soluciones de goma xantana/pectina

Se determinaron las propiedades reológicas de soluciones individuales de pectina (1.6 y 2.0%) y goma xantana (0.1 y 0.5%) y de sus mezclas (de acuerdo a las composiciones indicadas en la Tabla 6), aplicando una prueba de flujo en un rango de velocidad de corte ($\dot{\gamma}$) de 0 a 300 s^{-1} .

Tabla 6. Composición de las mezclas acuosas de pectina y goma xantana

Mezcla	C _{GX} (%)	C _{PEC} (%)	C _A (%)
1	0.10	2.00	97.90
2	0.50	1.60	97.90
3	0.43	1.93	97.63
4	0.50	2.00	97.50
5	0.10	2.00	97.90
6	0.37	1.87	97.77
7	0.30	2.00	97.70
8	0.50	2.00	97.50
9	0.30	1.80	97.90
10	0.30	1.80	97.90
11	0.50	1.80	97.70
12	0.33	1.93	97.73
13	0.50	1.80	97.70
14	0.50	1.60	97.90
15	0.23	1.93	97.83
16	0.43	1.73	97.83

C_{GX} – concentración de goma xantana, C_{PEC} – concentración de pectina y C_A – concentración de agua. Todas las concentraciones están expresadas en % (p/p).

4.1.2 Soluciones de goma xantana/pectina/sacarosa

Se prepararon soluciones de mezclas de goma xantana/pectina/sacarosa, los rangos de porcentaje en peso de los componentes de las mezclas fueron: agua de 93.5 a 97.9%, goma xantana de 0.1 a 0.5%, pectina de 1.0 a 3.0% y sacarosa de 0 a 3.0% (Tabla 7). Se analizaron también soluciones individuales de pectina (1.0 y 3.0%) y goma xantana (0.1 y 0.5%). Se realizaron pruebas de flujo variando la velocidad de corte ($\dot{\gamma}$) de 1 a 500 s^{-1} . La viscosidad se determinó a una velocidad de corte de 100, 300 y 500 s^{-1} . Para determinar las características viscoelásticas de las soluciones, se realizó un barrido de frecuencia de 0.05 a 500 rad/s (8% de deformación) y un barrido de amplitud de 0.1-4000%, a una frecuencia constante de 1 rad/s. Los parámetros reológicos dinámicos se obtuvieron con las ecuaciones linealizadas 4 y 5.

$$G' = k' (\omega)^{n'}$$
Ec. 4

$$G'' = k'' (\omega)^{n''}$$
Ec. 5

donde G' es el módulo de almacenamiento, G'' es el módulo de pérdida, ω es la frecuencia oscilatoria (rad/s) y k' , k'' , n' y n'' son constantes.

Tabla 7. Composición de las soluciones acuosas con mezclas de pectina/goma xantana/sacarosa

Mezcla	C _A (%)	C _{PEC} (%)	C _{GX} (%)	C _{SAC} (%)
1	96.90	3.00	0.10	0.00
2	97.90	1.00	0.50	0.60
3	93.50	3.00	0.50	3.00
4	96.90	3.00	0.10	0.00
5	95.54	1.98	0.30	2.18
6	93.50	3.00	0.50	3.00
7	93.90	3.00	0.10	3.00
8	96.50	3.00	0.50	0.00
9	97.90	1.80	0.30	0.00
10	95.20	3.00	0.30	1.50
11	96.90	1.00	0.10	2.00
12	96.44	2.48	0.40	0.68
13	96.26	1.92	0.50	1.32
14	96.50	3.00	0.50	0.00
15	95.70	1.00	0.30	3.00
16	93.90	3.00	0.10	3.00
17	97.90	1.00	0.50	0.60
18	97.90	1.00	0.10	1.00
19	94.70	2.00	0.30	3.00
20	97.14	1.98	0.20	0.68

C_A – concentración de agua, C_{PEC} – concentración de pectina, C_{GX} – concentración de goma xantana y C_{SAC} – concentración de sacarosa. Todas las concentraciones están expresadas en % (p/p).

4.2 Microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersión

Compuesto activo y material encapsulante

Se utilizó extracto de licopeno (NK 7025, Farbe, México) como compuesto bioactivo. Soluciones de goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con (30%) y sin sacarosa fueron los materiales pared.

Preparación de la emulsión

Una muestra de 1 g de extracto de licopeno pre-disuelto en acetona al 10% (p/v), se añadió en 2 L de solución encapsulante pre-calentada a 50°C. La emulsión se homogeneizó a 10,000 rpm durante 3 minutos y alimentó en el secador por aspersión.

Secado por aspersión

Se utilizó un secador por aspersión TF80 (Armfield, England) equipado con una cámara de secado (35 cm de diámetro y 150 cm de altura), un sistema de alimentación, un atomizador de dos fluidos (diámetro de la boquilla de 0.7 mm), un ventilador de aire caliente y un separador de polvos. Las variables de proceso fueron el flujo de alimentación de la emulsión (18-71 mL min⁻¹) y la temperatura del aire de secado (180-210°C). En todos los experimentos se utilizó un flujo paralelo, una presión de aire de 5 bar y se registró la temperatura del aire de salida. Las microcápsulas obtenidas se colocaron en recipientes cerrados y se mantuvieron a -18°C hasta su posterior análisis.

Diseño experimental

Las corridas experimentales de microencapsulación se realizaron con un diseño D-óptimo. Las variables del proceso fueron la temperatura del aire de secado (T_i) (180-210°C) y el flujo de alimentación de la emulsión (F_f) (18-71 mL min⁻¹). La emulsión con (E1) o sin (E2) sacarosa fue la variable categórica. El diseño experimental (Tabla 8) y el análisis estadístico se realizó con el programa Design Expert v.7.1.5.

Tabla 8. Variables y niveles del diseño experimental de la microencapsulación de licopeno

Corrida	T_i (°C)	F_f (mL min ⁻¹)	Emulsión
1	195.0	18	E2
2	195.0	44	E2
3	210.0	18	E1
4	195.0	44	E1
5	180.0	71	E2
6	210.0	18	E1
7	180.0	71	E2
8	180.0	18	E2
9	210.0	18	E2
10	195.0	44	E2
11	180.0	18	E1
12	202.5	44	E1
13	195.0	18	E1
14	210.0	71	E2
15	180.0	71	E2
16	210.0	71	E1
17	210.0	71	E1
18	180.0	44	E1

T_i – temperatura del aire de secado, F_f – flujo de alimentación de la emulsión, Emulsión de licopeno (0.05%), goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%), con (3.0%) (E1) y sin (E2) sacarosa.

Microestructura

La morfología de las microcápsulas de licopeno se estudió mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Las micropartículas se colocaron en una cinta adhesiva de doble cara y se recubrieron con carbono bajo condiciones de vacío (Denton Vacuum, Desk V, USA). Posteriormente, la muestra se analizó en un microscopio electrónico de barrido Phenom ProX con un detector de electrones retrodispersados (SEM, Netherlands), a un voltaje de aceleración de 10 kV. Con el fin de evaluar la estructura interna de las microcápsulas, las muestras se enfriaron en nitrógeno líquido y luego se aplanaron usando un mortero para promover su fractura. Se utilizó el programa ImageJ (Image Processing and Analysis in Java, USA) para determinar el tamaño de las partículas que tenían un rango de esfericidad de 0.6 a 1.0. Se utilizó el programa estadístico Minitab 16 (Statistical Software, USA) para obtener la distribución de tamaño de partícula y realizar comparaciones de medianas (Prueba Kruskal-Wallis).

Rendimiento de secado (DY)

El rendimiento de secado se calculó con la relación entre la masa de microcápsulas obtenida al final del proceso (en base seca) (M_f) y la masa de la solución inicial (M_i), incluyendo el licopeno, la goma xantana, la pectina y la sacarosa (Ec. 6).

$$DY = \frac{M_f}{M_i} \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Eficiencia de encapsulación (EE)

Se utilizó el método descrito por Chiu et al. (2007) con algunas modificaciones para calcular la EE. Las microcápsulas de licopeno (0.25 g) se disolvieron en 20 mL de agua destilada, se homogeneizaron a 10,000 rpm por 3 minutos y se sonicaron a 35 kHz en un baño de ultrasonido (5°C) durante 10 minutos. La mezcla resultante se

adicionó con n-hexano (20 ml) y se centrifugó (X-15R, Beckman Allegra, USA) por 10 minutos a 3000 g (20°C). El sobrenadante se analizó en un lector Multi-Modal de microplacas (Synergy HT, BioTek, USA) a una longitud de onda de 471 nm. La concentración de licopeno en la muestra se calculó usando el valor de absorción de la solución estándar (L9879, Sigma-Aldrich, México). El EE (%) se determinó con la relación entre la masa inicial de licopeno antes del secado por aspersion (L_i) (mg/Kg sólidos) y la masa de licopeno en las microcápsulas (L_f) (mg/Kg sólidos) (Ec. 7) (Kha et al., 2010).

$$EE = \frac{L_f}{L_i} \times 100 \quad \text{Ec. 7}$$

Contenido de humedad (M_c)

El contenido de humedad de las microcápsulas se determinó de acuerdo al método descrito por Behboudi-Jobbehdar et al. (2013). Las muestras se secaron en un horno de convección (SMO1E, Shel-Lab, USA) a 105°C durante 24 h. El M_c se calculó como la diferencia entre el peso húmedo (w_i) y el peso seco (w_f) de la muestra, dividido entre w_i (Ec. 8).

$$CM = \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100 \quad \text{Ec. 8}$$

Actividad de agua (a_w)

La medición de actividad de agua se llevó a cabo a 25°C usando un higrómetro Aqualab 4TEV (Decagon, Pullman, USA). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Densidad a granel (ρ_a)

La densidad a granel de las microcápsulas de licopeno se determinó con un picnómetro de gas Ultrapyc 1200e (Quantachrome Instruments, USA). Este equipo se basa en la técnica de desplazamiento de gas y en la Ley de Boyle. Una muestra de 1-2 g se colocó en una celda de acero inoxidable y se introdujo en el equipo, la medición se realizó a 25°C usando gas nitrógeno.

Solubilidad (S)

La solubilidad se expresó en términos de máxima cantidad de soluto que se puede disolver en 100 g de agua y se determinó de acuerdo al método descrito por Fazaeli et al. (2012). Una muestra de un 1 g se mezcló con 100 mL de agua destilada, se homogeneizó a 10,000 rpm durante 3 minutos y se centrifugó a 3000 g por 5 minutos. Se tomó una alícuota de 25 mL del sobrenadante y se transfirió a cápsulas de aluminio previamente taradas. La muestra se secó en una estufa a 105°C durante 5 horas (SMO1E, Shel-Lab, USA). La solubilidad (%) se midió por triplicado y se calculó como la diferencia de peso entre la cápsula con muestra seca y la cápsula vacía, multiplicada por 4.

Capítulo 5

Resultados y Discusión

5.1 Caracterización reológica de las soluciones encapsulantes

5.1.1 Soluciones de pectina-goma xantana

Se determinaron las propiedades reológicas de soluciones individuales de pectina (1.6 y 2.0%) y goma xantana (0.1 y 0.5%) y de sus mezclas (de acuerdo a las composiciones indicadas en la Tabla 6).

Soluciones de pectina

Las soluciones acuosas que contenían 1.6 y 2.0% de pectina tenían un pH de 3.04 ± 0.00 , similar al $\text{pH} = 2.8 \pm 0.04$ reportado por Yaseen et al. (2005) para soluciones de pectina (concentración no especificada). A las tres temperaturas estudiadas, las soluciones de pectina se comportaron como fluidos Newtonianos, los reogramas muestran claramente que el esfuerzo de corte es proporcional a la velocidad de corte (Figura 9) (Rao, 2013). Estos resultados son consistentes con los reportados para soluciones de pectina cítrica al 1.0 y 2.0% (Baümler et al., 2013). Por otro lado, se ha reportado que soluciones de pectina arriba del 0.4% (Methacanon et al., 2014) y entre 1.0 y 5.0% (Marcotte et al., 2001a), no muestran comportamiento Newtoniano. Estos resultados contrastantes podrían estar relacionados con el peso molecular, el grado de esterificación y las condiciones de extracción de la pectina (Sriamornsak, 2003; Chan et al., 2017). Mayor número de interacciones entre las moléculas de pectina y las del agua dan como resultado una mayor expansión de las moléculas y la formación de grandes redes tridimensionales, lo que favorece el comportamiento no Newtoniano (Sato et al., 2008).

Como se muestra en la Tabla 9, la viscosidad de las soluciones de pectina incrementó con el aumento de la concentración y disminuyó al aumentar la

temperatura. El efecto de la concentración podría ser debido a las fuerzas intermoleculares y a la resistencia de los enlaces hidrógeno del agua-soluto que restringen el movimiento molecular (Constenla et al., 1989; Ortega Quintana et al., 2015).

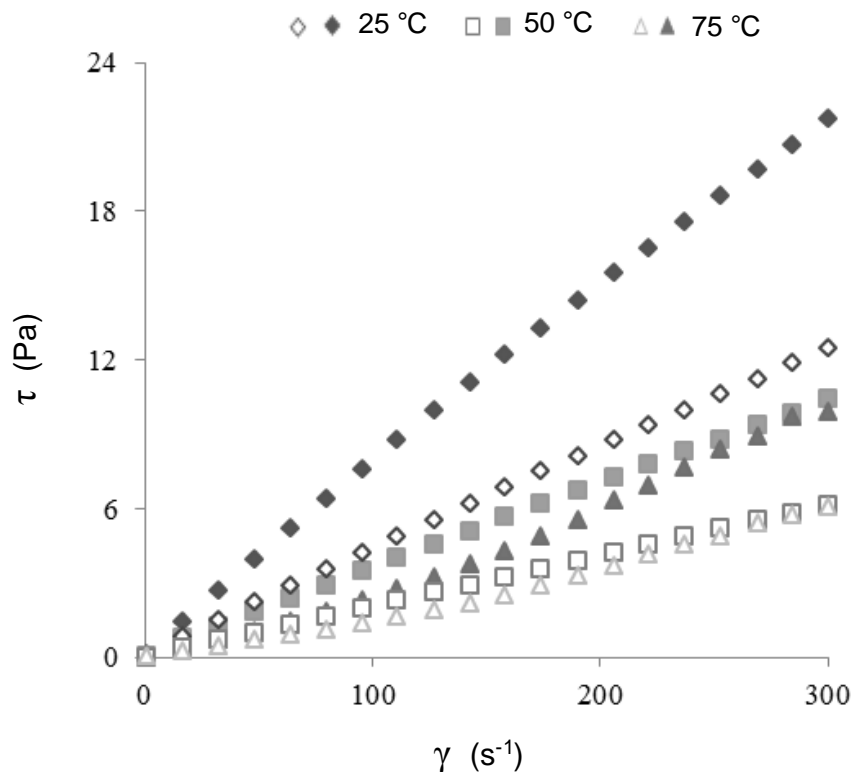


Figura 9. Reogramas de soluciones acuosas de pectina (1.6% - símbolos vacíos; 2.0% - símbolos llenos) a diferentes temperaturas. Esfuerzo de corte (τ) y velocidad de corte (γ).

Cuando una alta cantidad de pectina se disuelve en agua, la viscosidad aumenta debido al incremento de los enlaces hidrógeno con los grupos hidroxilo de la pectina (Azoubel et al., 2005; Guimarães et al., 2009). Por otra parte, se observó el cambio más significativo en la viscosidad cuando la temperatura aumentó de 25 a 50°C. Estos cambios pueden atribuirse a una variación más pronunciada en la separación intermolecular, causada por una mayor expansión térmica (Guimarães et al., 2009; Ortega Quintana et al., 2015).

La dependencia de la viscosidad de las soluciones de pectina a la temperatura fue modelada con la ecuación de Arrhenius (Tabla 9). Los valores de energía de activación (13.71, 13.68 kJ mol⁻¹) indican una sensibilidad a la temperatura similar en soluciones de pectina con 1.6 y 2.0%. Altas energías de activación se registraron en soluciones de pectina cítrica al 1.0 y 3.0% (19.7 y 33.4 kJ mol⁻¹) y en una solución de pectina de toronja al 1.4% (15.77 kJ mol⁻¹) (Marcotte et al., 2001a; Arslan y Toğrul, 1996). Estas diferencias podrían deberse al tipo de pectina y a las condiciones experimentales utilizadas (Lopes da Silva et al., 1994; Chan et al., 2017).

Tabla 9. Viscosidad a diferente concentración y temperatura y energía de activación de soluciones acuosas de pectina.

C _{PEC} (%)	μ* (Pa s)			E _a (kJ mol ⁻¹)	R ² _{adj}
	25°C	50°C	75°C		
1.6	0.041±0.00	0.020±0.00	0.019±0.00	13.71	0.834
2.0	0.071±0.00	0.034±0.00	0.033±0.00	13.68	0.815

C_{PEC} – concentración de pectina, μ – viscosidad, E_a – energía de activación de flujo, R²_{adj} – coeficiente de determinación ajustado. *Promedio y desviación estándar de 3 valores.

Soluciones de goma xantana

En el rango de temperatura experimental, el pH de las soluciones acuosas de goma xantana al 0.1 y 0.5% fue de 6.58 ± 0.21 y 5.85 ± 0.04, respectivamente. Para concentraciones similares de goma, Yaseen et al. (2005) reportaron un pH = 4.24, a 4°C. Las soluciones de goma xantana mostraron una reología de fluido pseudoplástico (Figura 10a); por lo que su viscosidad aparente disminuyó con el aumento de la velocidad de corte de 0 a 300 s⁻¹, a las temperaturas estudiadas (Figura 10b). Se observó un comportamiento similar en soluciones con 0.5 y 1.3% de goma xantana (Speers y Tung, 1986; Xuewu et al., 1996).

Tabla 10. Parámetros de la ley de la potencia a diferente concentración y temperatura, y energía de activación de soluciones acuosas de goma xantana.

	C _{XG} (%)	Temperatura (°C)			E _a (kJ mol ⁻¹)	R ² _{adj}
		25	50	75		
n*	0.1	0.52±0.00	0.57±0.01	0.63±0.00	3.61	0.988
	0.5	0.24±0.00	0.27±0.00	0.38±0.00	7.91	0.902
K* (Pa s ⁿ)	0.1	0.13±0.00	0.09±0.00	0.06±0.00	13.47	0.995
	0.5	3.17±0.00	2.57±0.09	1.43±0.04	13.71	0.906

C_{XG} – concentración de goma xantana, n – índice de comportamiento de flujo, K – índice de consistencia, E_a – energía de activación de flujo, R²_{adj} – coeficiente de determinación ajustado. *Promedio y desviación estándar de 3 valores.

El comportamiento reológico de las soluciones de goma xantana fue modelado con la ecuación de la ley de potencia (Ec. 2). El índice de comportamiento de flujo (n) de las soluciones disminuyó cuando la concentración de goma xantana pasó de 0.1 a 0.5% (Tabla 10). Esta reducción en los valores de n implica una tendencia hacia un comportamiento pseudoplástico de las soluciones de goma xantana. Marcotte et al. (2001b) observaron la misma tendencia en una solución con mayor concentración (2.0%) de goma xantana, a temperaturas entre 20 y 80°C. El efecto de la concentración de goma xantana en la pseudoplasticidad podría atribuirse a la disociación de los iones carbonio de las cadenas laterales de la goma y a la formación de agregados a través de numerosos enlaces hidrógeno (Sworn, 2009).

En cuanto al índice de consistencia (K) de las soluciones de goma xantana, se puede observar que aumentó con la concentración (Tabla 10). La solución de goma xantana al 0.5% exhibió el valor más alto de K (3.17 Pa sⁿ) a 25°C, que es cuatro veces menor al reportado para la solución de goma xantana al 1.0% (12.46 Pa sⁿ) a 20°C (Tipvarakarnkoon y Senge 2008).

La relación entre la temperatura y los parámetros reológicos de las soluciones de goma xantana se modeló mediante la ecuación de Arrhenius (Ec. 3) ($R^2 > 0.900$), como se muestra en la Tabla 10. Los bajos valores de energía de activación obtenidos para el índice comportamiento de flujo indican que la temperatura no influyó en este parámetro. La E_a fue dependiente de la concentración como se reportó anteriormente por Ortega Quintana et al. (2015). La sensibilidad a los cambios de temperatura en soluciones de goma xantana con 0.1 y 0.5% fue similar, de acuerdo con los valores de energía de activación obtenidos ($E_a = 13.47$ y 13.71 kJ mol^{-1}) (Tabla 10). La respuesta de K al aumento de la temperatura de 25 a 75°C podría estar asociada con la transición de una estructura helicoidal, estabilizada por puentes de hidrógeno intermoleculares e intramoleculares, a una estructura de espiral con un número limitado de enlaces hidrógeno (Khouryieh et al., 2006).

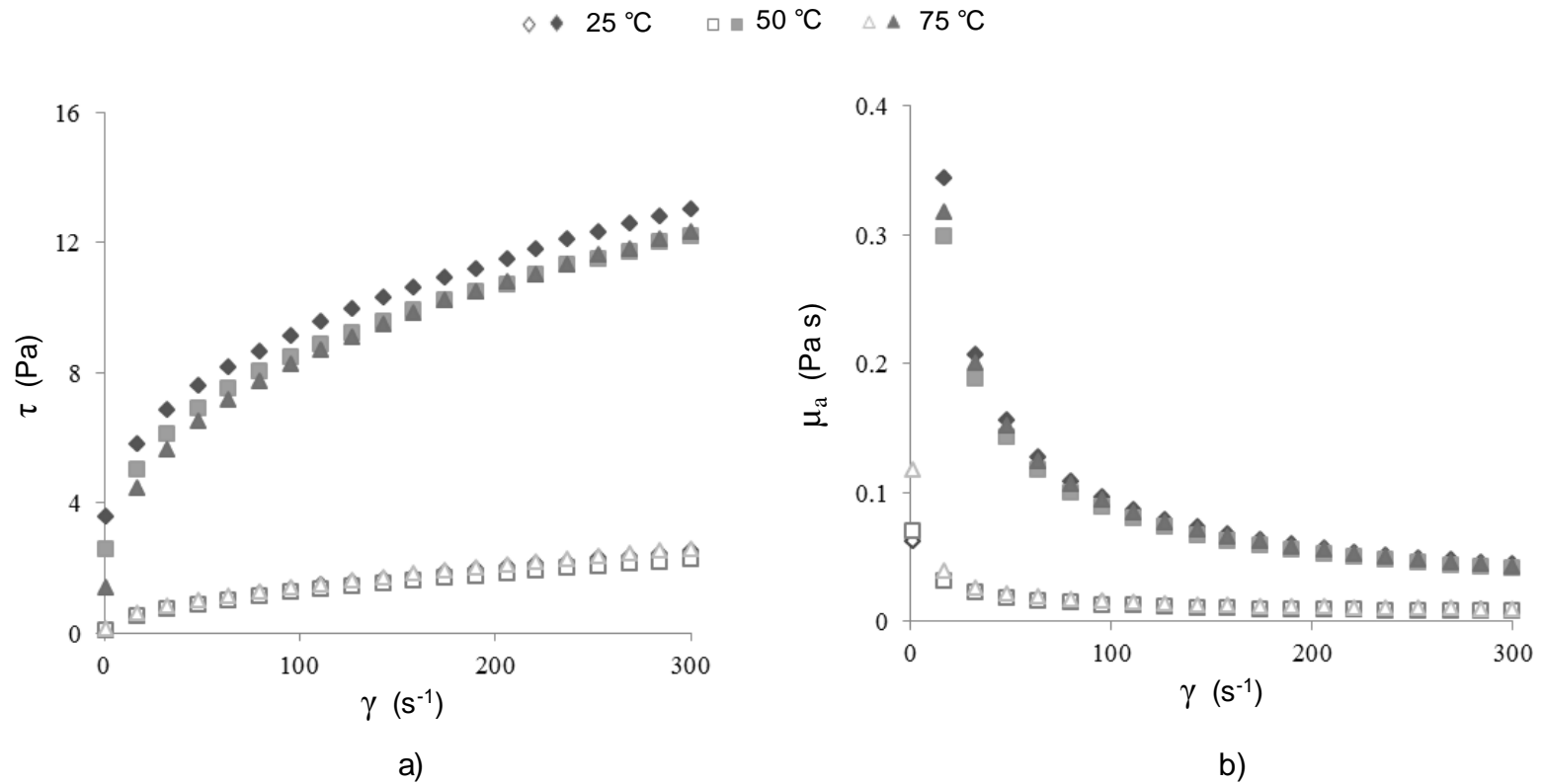


Figura 10. Efecto de la velocidad de corte (γ) en el a) esfuerzo de corte (τ) y la b) viscosidad aparente (μ_a) de soluciones de goma xantana a diferentes temperaturas y concentraciones (0.1% - símbolos vacíos; 0.5% - símbolos llenos).

Mezclas de pectina-goma xantana

En promedio, el pH de las 16 mezclas fue 3.27 ± 0.09 , el cual está entre los valores de pH de las soluciones individuales de pectina (pH = 3.04) y goma xantana (pH = 5.85 y 6.58). Los valores de pH de las mezclas parecen estar influenciados por la mayor proporción de pectina en las mezclas. En las condiciones experimentales estudiadas, las mezclas de pectina-goma xantana muestran un carácter no Newtoniano, que se describió con el modelo de la ley de potencia (Ec. 2).

El índice de consistencia y el índice comportamiento de flujo se analizaron con un diseño experimental de mezclas D-óptimo (Design-Expert 7), para ajustar el modelo de regresión adecuado y probar la prueba de bondad de ajuste (R^2) y la prueba de falta de ajuste a través del ANOVA (Tabla 11 y 12).

Análisis estadístico de los parámetros reológicos

La Tabla 13 resume las ecuaciones obtenidas para predecir n y K en función de la composición de las mezclas, a 25, 50 y 75°C. El índice de comportamiento de flujo varió linealmente con la concentración de los componentes. En cuanto al índice de consistencia, éste también se vio afectado de manera significativa por los términos de concentración lineal de goma xantana y pectina, y la interacción C_{XG} - C_{PEC} ($p < 0.05$).

Índice de comportamiento de flujo (n)

El índice de comportamiento de flujo predicho para las mezclas se presenta en la Figura 11. Las flechas mostradas en la parte inferior de la figura indican cómo mover a lo largo de los ejes la concentración de los componentes, para localizar y leer los valores de n . Por ejemplo, a 75°C, una solución que contiene 1.0% de goma

xantana, 2.0% de pectina y 97.9% de agua tiene un índice de comportamiento de 0.98.

Aún cuando Moraes et al. (2011) reportaron que el índice de comportamiento es independiente de la temperatura, en este estudio los valores de n de las mezclas variaron de 0.70 a 0.92, de 0.76 a 0.92 y de 0.82 a 0.98, a 25, 50 y 75°C, respectivamente. De acuerdo con los valores del índice de comportamiento de flujo ($n < 1$), las mezclas acuosas de pectina-goma xantana tenían un carácter pseudoplástico predominante, el cual enfatiza la influencia de la goma xantana, a pesar de que esta en concentraciones más bajas.

Se ha observado que el poder espesante de los compuestos hidrocoloides como la pectina y la goma xantana depende de su concentración y peso molecular (Saha y Bhattacharya, 2010). Por lo tanto, como la goma xantana tiene un peso molecular de alrededor de 6000 kDa (Argin-Soysal et al., 2006), tendría un papel más significativo en el comportamiento reológico de las mezclas que la pectina, que tiene un peso molecular entre 50 y 150 kDa (Sriamornsak, 2003). Se observó un efecto similar de la goma xantana en mezclas de goma xantana-almidón de arroz (Kim y Yoo, 2006).

Considerando los valores de n de las soluciones individuales de goma xantana (0.24-0.63, Tabla 10), las mezclas de pectina-goma xantana exhiben un carácter pseudoplástico menor, ya que el índice de comportamiento de flujo varió de 0.70 a 0.95. Esto podría estar relacionado con una reducción de la interacción de la goma xantana con el agua debido a la presencia de pectina en la mezcla, la cual tiene una densidad de carga mayor (0.3 mol/mol) que la de la goma xantana (0.25 mol/mol) (de Jong y van de Velde, 2007). Con respecto al efecto de la temperatura, las mezclas de pectina-goma xantana se acercaron a un comportamiento Newtoniano a medida que la temperatura aumentó (Figura 11). Podría ser la hipótesis de que a bajas temperaturas (~25°C) la goma xantana tiene una forma helicoidal, pero ésta cambiaría a una conformación estructural heterogénea a temperaturas más elevadas (>55°C), como se muestra en la Figura 12 (Khouryieh et al., 2006)

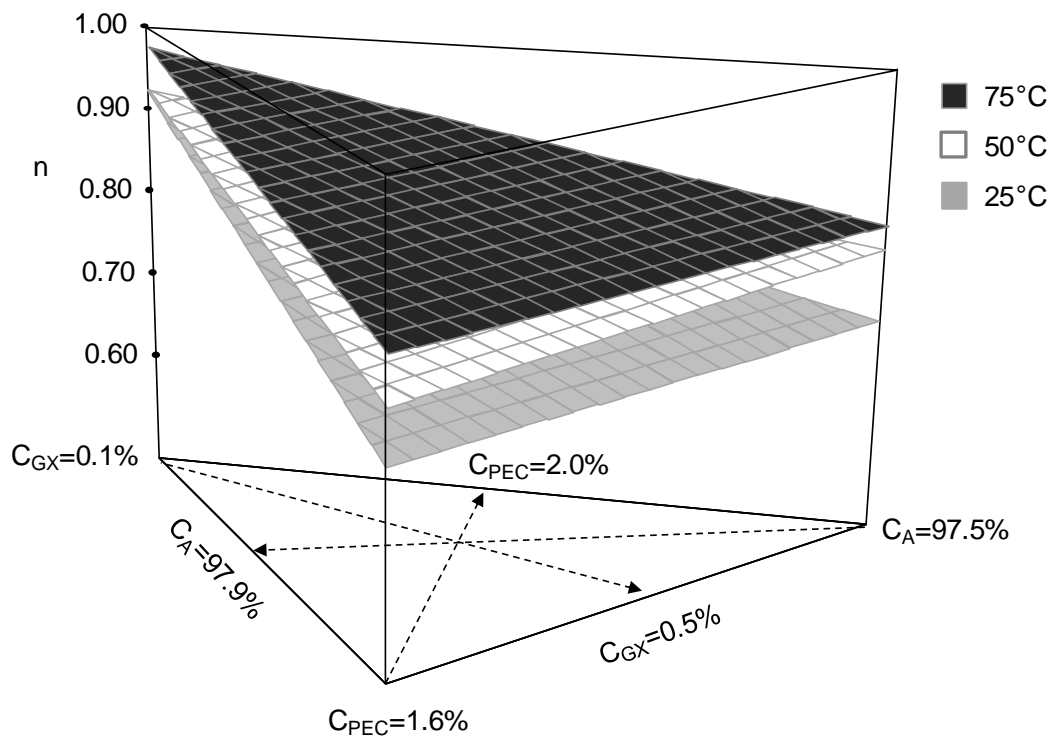


Figura 11. Índice de comportamiento de flujo de mezclas de pectina-goma xantana en función de la temperatura y concentración de goma xantana (C_{XG}), pectina (C_{PEC}) y agua (C_A).

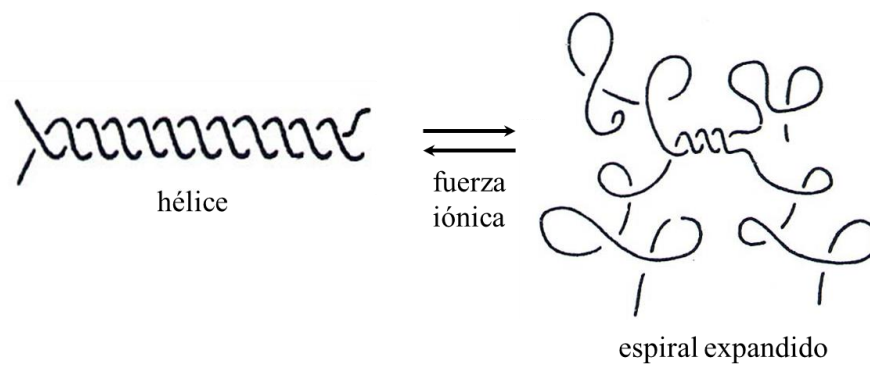


Figura 12. Conformaciones estructurales de la goma xantana (Casas et al., 2000).

Tabla 11. ANOVA del índice de comportamiento (n) de mezclas acuosas de pectina-goma xantana, a 25, 50 y 75°C

Fuente	Suma de cuadrados			gl	Cuadrados medios			F			p-valor Prob > F		
	25	50	75		25	50	75	25	50	75	25	50	75
Modelo	0.086	0.039	0.043	2	0.043	0.019	0.021	364.12	63.54	20.95	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s
Mezcla lineal	0.086	0.039	0.043	2	0.043	0.019	0.021	364.12	63.54	20.95	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s
Residual	0.001	0.003	0.013	13	0.000	0.000	0.001						
Falta de ajuste	0.001	0.001	0.008	8	0.000	0.000	0.001	1.33	0.400	1.32	0.393 ^{ns}	0.879 ^{ns}	0.394 ^{ns}
Error puro	0.004	0.002	0.004	5	0.000	0.000	0.008						
Total	0.087	0.043	0.056	15									

gl: grados de libertad para n y K a 25, 50 y 75°C; ^s significativo; ^{ns} no significativo; C_{XG} –concentración de goma xantana, C_{PEC} – concentración de pectina y C_A – concentración de agua. Todas las concentraciones se expresaron en % (p/p).

Tabla 12. ANOVA del índice de consistencia (K) de mezclas acuosas de pectina-goma xantana, a 25, 50 y 75°C

Fuente	Suma de cuadrados			gl	Cuadrados medios			F			p-valor Prob > F		
	25	50	75		25	50	75	25	50	75	25	50	75
Modelo	0.950	0.170	0.086	5	0.190	0.034	0.017	215.72	40.40	9.50	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s
Mezcla lineal	0.900	0.160	0.081	2	0.450	0.078	0.041	510.24	92.80	22.33	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s	< 0.00 ^s
C _{XG} -C _{PEC}	0.017	0.007	0.000	1	0.017	0.007	0.000	18.70	9.10	0.45	0.001 ^s	0.013 ^s	0.515
C _{XG} -C _A	0.030	0.002	0.004	1	0.030	0.002	0.004	33.47	2.79	2.26	0.000 ^s	0.125	0.164
C _{PEC} -C _A	0.003	0.003	0.000	1	0.003	0.003	0.000	3.40	4.54	0.003	0.095	0.058	0.953
Residual	0.008	0.008	0.018	10	0.000	0.000	0.001						
Falta de ajuste	0.003	0.002	0.000	5	0.000	0.000	0.000	0.57	0.31	0.30	0.725 ^{ns}	0.885 ^{ns}	0.894 ^{ns}
Error puro	0.005	0.006	0.014	5	0.001	0.001	0.002						
Total	0.960	0.180	0.10	15									

gl: grados de libertad para n y K a 25, 50 y 75°C; ^s significativo; ^{ns} no significativo; C_{XG} –concentración de goma xantana, C_{PEC} – concentración de pectina y C_A – concentración de agua. Todas las concentraciones se expresaron en % (p/p).

Tabla 13. Ecuaciones predictivas para el índice de comportamiento de flujo y el índice de consistencia de las mezclas de goma xantana y pectina a diferentes temperaturas.

T (°C)	Ecuaciones	R ² _{adj}
Índice de comportamiento de flujo		
25	$n = -0.52 C_{XG} + 0.03 C_{PEC} + 9.3 \times 10^{-3} C_A$	0.979
50	$n = -0.31 C_{XG} + 0.08 C_{PEC} + 7.9 \times 10^{-3} C_A$	0.892
75	$n = -0.36 C_{XG} + 0.02 C_{PEC} + 9.8 \times 10^{-3} C_A$	0.661
Índice de consistencia (Pa sⁿ)		
25	$K = 381.54 C_{XG} - 107.36 C_{PEC} - 0.04 C_A - 2.62 C_{XG} C_{PEC} - 3.82 C_{XG} C_A + 1.11 C_{PEC} C_A$	0.986
50	$K = 106.92 C_{XG} + 121.37 C_{PEC} + 0.04 C_A - 1.78 C_{XG} C_{PEC} - 1.07 C_{XG} C_A - 1.26 C_{PEC} C_A$	0.929
75	$K = 140.46 C_{XG} - 5.19 C_{PEC} + 0.002 C_A - 0.58 C_{XG} C_{PEC} - 1.42 C_{XG} C_A + 0.05 C_{PEC} C_A$	0.739

T - temperatura (°C), R²_{adj} – coeficiente de determinación ajustado; C_{XG} – concentración de goma xantana, C_{PEC} – concentración de pectina y C_A – concentración de agua. Todas las concentraciones se expresaron en % (p/p).

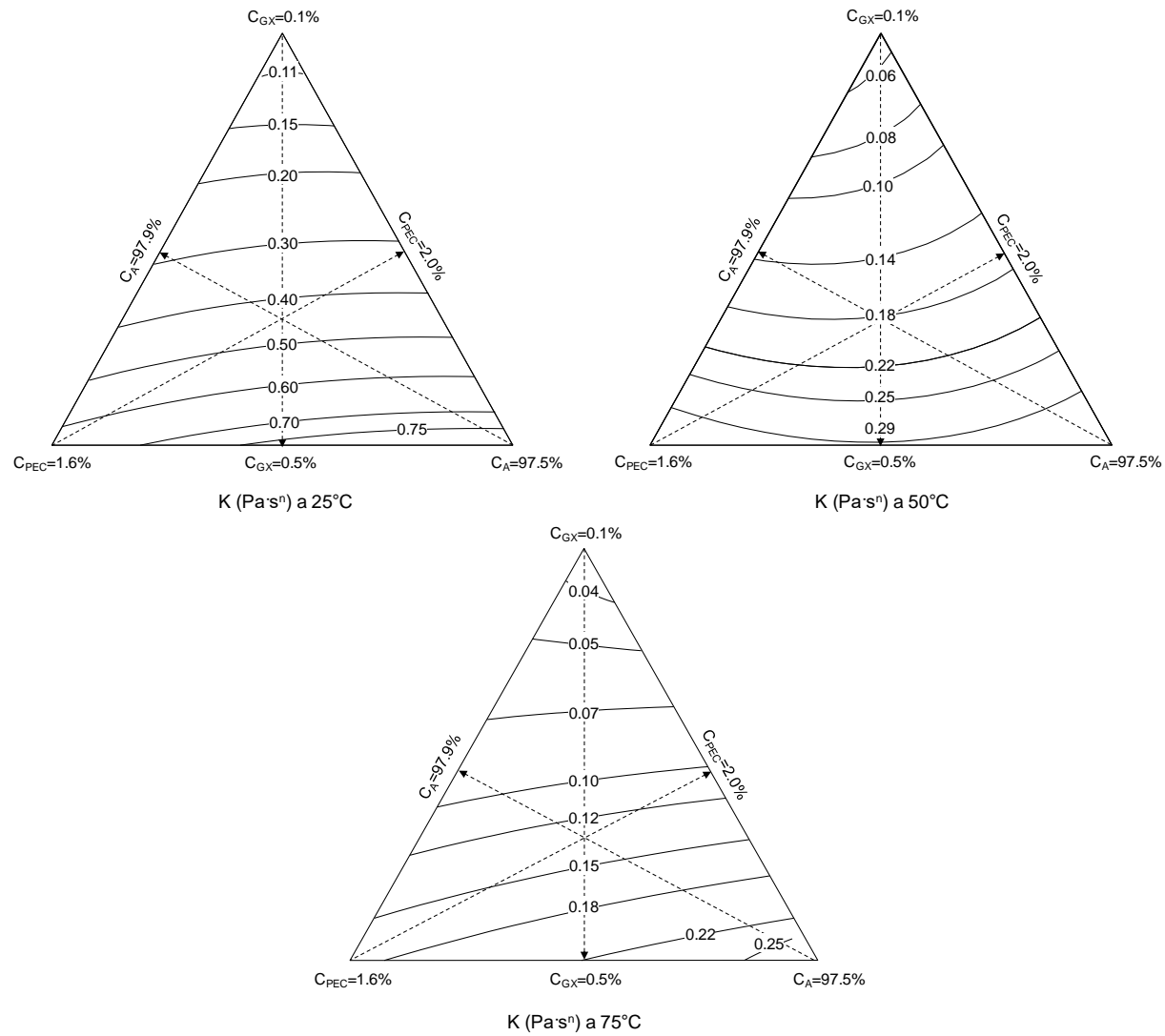


Figura 13. Índice de consistencia (K) de mezclas acuosas de goma xantana-pectina en función de la temperatura y la concentración de goma xantana (C_{GX}), pectina (C_{PEC}) y agua (C_A).

Índice de consistencia (K)

El índice de consistencia, considerado como un indicador de la naturaleza viscosa del sistema (Simuang et al., 2004), aumentó con la concentración de los hidrocoloides y disminuyó con el aumento de la temperatura (Figura 13). Ambos factores influyen en la dirección opuesta a las fuerzas intermoleculares, cuya extensión está determinada directamente por la separación intermolecular y la fuerza de los enlaces hidrógeno (Azoubel et al., 2005). Se observó un efecto similar en mezclas de almidón de tapioca-pectina-carragenina y goma de almidón de maíz nativo (Babić et al., 2006; Wang et al., 2008). Cabe señalar que las concentraciones más altas de goma xantana implican bajas concentraciones de pectina en la mezcla.

El índice de consistencia de las mezclas varió de 0.04 a 0.75 Pa sⁿ, sobre el rango de temperatura estudiado. Existe una importante diferencia entre estos valores de K y los obtenidos para la solución de goma xantana a una concentración de 0.5% (Tabla 10, Figura 13). A esta concentración, la goma xantana es esencialmente un fluido pseudoplástico, pero esta característica se atenúa cuando se mezcla con pectina. Una mayor reducción del índice de consistencia se observó en salsa de tomate después de la adición de pectina (Gujral et al., 2002). Este cambio puede ser en parte atribuido al potencial debilitado de la goma para absorber agua, como resultado del cambio de pH.

Energía de activación de flujo (E_a)

La sensibilidad a la temperatura del índice de consistencia de las mezclas se evaluó con el modelo de Arrhenius (Ec. 3). Los valores resultantes de E_a de las 16 mezclas se analizaron con el software Design-Expert 7, obteniéndose un modelo polinomial para predecir E_a en función de la composición de mezcla (Ec. 9, R²_{adj}= 0.950). Los términos lineales y las interacciones C_{GX}-C_{PEC} y C_{PEC}-C_{CA} mostraron un efecto significativo (p < 0.05) en la energía de activación de flujo. Donde E_a es la energía

de activación de flujo (kJ mol^{-1}) y C_{GX} , C_{PEC} , y C_A son las concentraciones respectivas de goma xantana, pectina, y agua (%).

$$E_a = 1731.1 C_{XG} - 14407.4 C_{PEC} - 6.6 C_A - 92.9 C_{GX} C_{PEC} - 13.1 C_{GX} C_A + 150.5 C_{PEC} C_A \quad \text{Ec. 9}$$

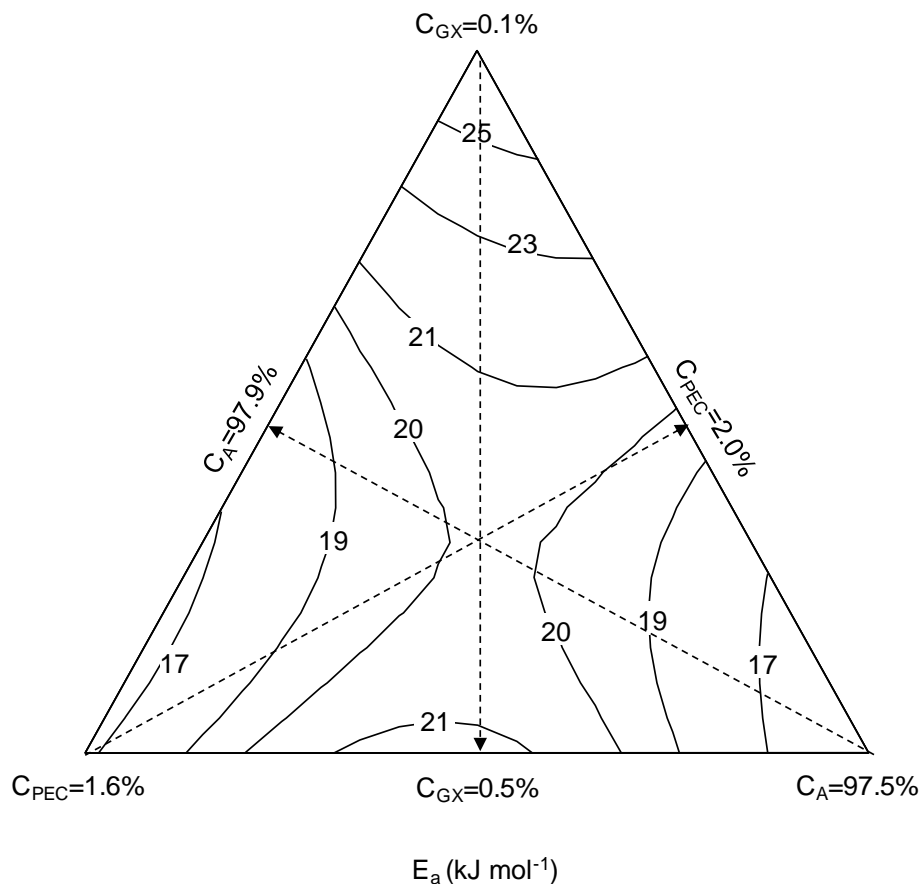


Figura 14. Efecto de la concentración de goma xantana (C_{XG}), pectina (C_{PEC}) y agua (C_A) sobre la energía de activación del índice de consistencia.

Las energías de activación predichas para las mezclas de pectina-goma xantana variaron de 17 a 25 kJ mol^{-1} (Figura 14). Estos valores de E_a fueron más altos que los reportados para mezclas de goma xantana-almidón de arroz (3.77-7.53 kJ mol^{-1}) (Kim y Yoo, 2006). Se observó una disminución en la E_a de las mezclas a medida que la concentración de goma xantana incrementó, lo que es consistente con la estabilidad térmica reportada para la goma xantana (Choi y Yoo, 2009). La energía

de activación disminuyó a mayores concentraciones de goma xantana (Figura 14), haciendo que el efecto de la temperatura fuera menos significativo, lo que podría justificarse por el aumento de las interacciones polímero-polímero y la menor movilidad molecular (Moraes et al., 2011).

De acuerdo a la alta energía de activación, las mezclas de pectina-goma xantana son más dependientes de la temperatura que las soluciones individuales de goma xantana (Tabla 10).

5.1.2 Soluciones de goma xantana-pectina-sacarosa

Se determinaron las propiedades reológicas de soluciones de goma xantana/pectina/sacarosa, los rangos de porcentaje en peso de los componentes fueron: agua de 93.5 a 97.9%, goma xantana de 0.1 a 0.5%, pectina de 1.0 a 3.0% y sacarosa de 0 a 3.0% (Tabla 7).

Parámetros de flujo

El análisis estadístico indicó que la concentración de goma xantana y de pectina afectaron significativamente ($p < 0.05$) ($R^2_{adj} \geq 0.90$) el índice comportamiento de flujo (n) y el índice de consistencia (K) de las mezclas (Tabla 14). Así mismo, la interacción $C_{PEC}-C_{GX}$ influyó en el índice de comportamiento de flujo. Los términos de los polinomios obtenidos se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Términos de las ecuaciones de predicción del n y el K de mezclas de goma xantana, pectina y sacarosa, a las temperaturas analizadas.

Parámetro	Factor	Términos obtenidos a:		
		25°C	50°C	75°C
n	C_A	0.006	0.006	0.006
	C_{PEC}	-6.234 ^s	-5.942 ^s	-5.160 ^s
	C_{GX}	-11.798 ^s	-19.419 ^s	-23.497 ^s
	C_{SAC}	-0.140	-0.129	-0.210
	C_A-C_{PEC}	0.065	0.062	0.054
	C_A-C_{GX}	0.110	0.186	0.228
	C_A-C_{SAC}	0.001	0.001	0.002
	$C_{PEC}-C_{GX}$	0.307 ^s	0.422 ^s	0.413 ^s
	$C_{PEC}-C_{SAC}$	0.063	0.059	0.054
	$C_{GX}-C_{SAC}$	0.120	0.200	0.237
K (Pa s ⁿ)	C_A	0.018	0.009	0.005
	C_{PEC}	45.135 ^s	22.97 ^s	12.931 ^s
	C_{GX}	632.93 ^s	366.38 ^s	325.56 ^s
	C_{SAC}	8.439	3.526	2.147
	C_A-C_{PEC}	-0.470	-0.239	-0.134
	C_A-C_{GX}	-6.350	-3.662	-3.254
	C_A-C_{SAC}	-0.088	-0.037	-0.022
	$C_{PEC}-C_{GX}$	-5.692	-3.945	-3.591
	$C_{PEC}-C_{SAC}$	-0.506	-0.232	-0.133
	$C_{GX}-C_{SAC}$	-6.428	-3.726	-3.307

C_A - concentración de agua, C_{PEC} - concentración de pectina, C_{GX} -concentración de goma xantana, C_{SAC} - concentración de sacarosa. Todas las concentraciones se expresaron en % (p/p).

Índice de comportamiento de flujo (n)

En la Figura 15 se muestra el efecto de la temperatura y la concentración sobre el índice de comportamiento de flujo de las mezclas, a una concentración constante

de sacarosa de 3.0%. Las mezclas con 0.5% de goma xantana y el nivel más bajo de pectina (1.0%) mostraron los valores más bajos de n . Así mismo, en la Figura 15 se observa que la pseudoplasticidad de las mezclas disminuyó a medida que la temperatura aumentó. Este comportamiento se debe a que la viscosidad de un líquido está en función de las fuerzas intermoleculares que restringen el movimiento molecular (Ortega Quintana et al., 2015). Estas fuerzas dependen de la separación intermolecular que determinan el volumen libre y se ven afectadas por el cambio en la temperatura (Ortega Quintana et al., 2015). A temperaturas más altas, la energía térmica de la molécula aumenta, provocando la reducción de las fuerzas intermoleculares y en consecuencia la viscosidad disminuye (Ortega Quintana et al., 2015). Marcotte et al. (2001) reportaron una tendencia similar en soluciones acuosas de pectina al 2.5%, en las cuales el índice de comportamiento de flujo varió de 0.827 a 0.920 a 25°C y 80°C, respectivamente.

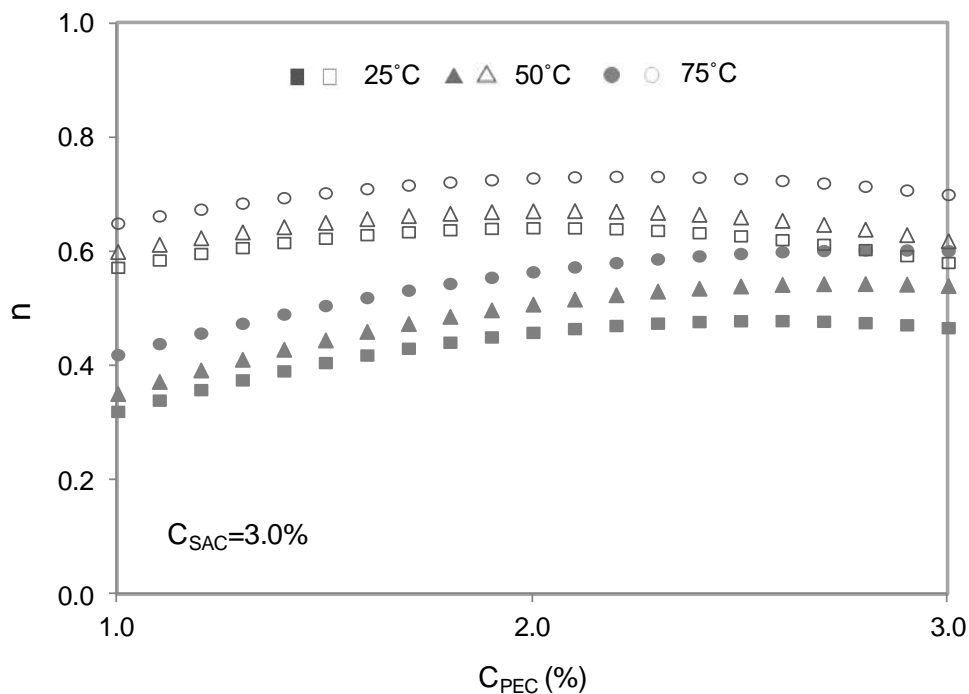


Figura 15. Índice de comportamiento de flujo (n) de mezclas de pectina, goma xantana y sacarosa en función de la temperatura y la concentración ($C_{XG}=0.1\%$ - símbolos vacíos; $C_{XG}=0.5\%$ - símbolos llenos). $C_{SAC}=3.0\%$ en todas las mezclas.

Índice de consistencia (K)

El índice de consistencia de las mezclas de pectina, goma xantana y sacarosa en función de la temperatura y la concentración se muestra en la Figura 16. El aumento de la concentración de la goma xantana incrementó el K, lo que se puede asociar a la conformación desordenada que adopta la goma solución, debido a las largas ramificaciones que presenta (Rojas et al., 2006). Esto aunado a que el carácter iónico de la goma xantana promueve las interacciones entre las moléculas por repulsión de cargas opuestas, lo que causa una mayor expansión de la goma en solución y por lo tanto una mayor consistencia (Rojas et al., 2006). El incremento en el índice de consistencia se hace más evidente en mezclas con 3.0% de pectina y a 25°C.

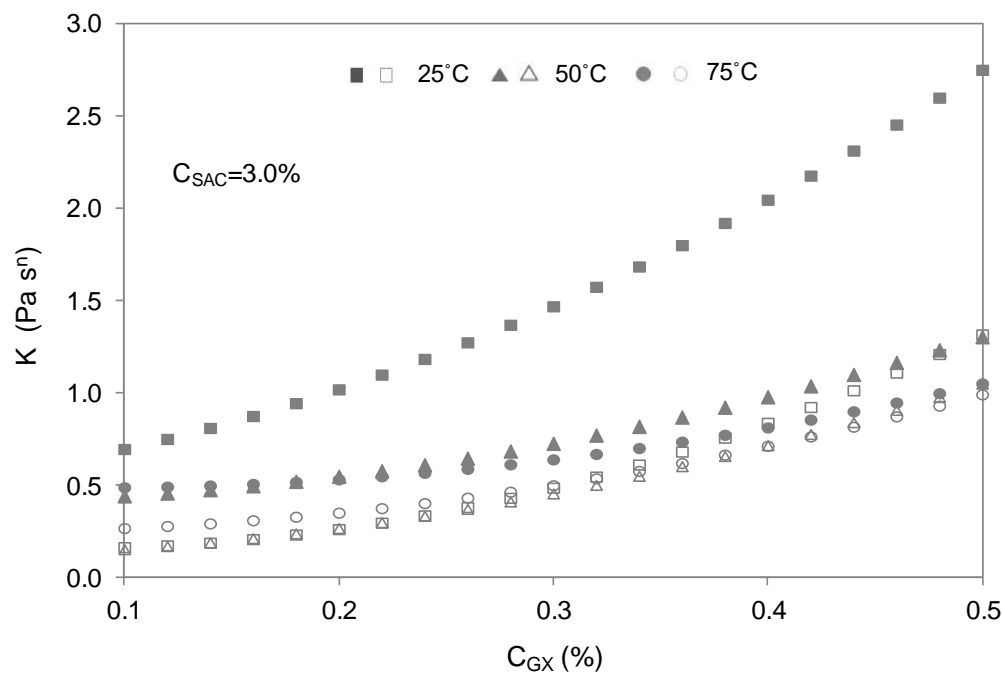


Figura 16. Índice de consistencia (K) de mezclas de pectina, goma xantana y sacarosa en función de la temperatura y la concentración (C_{PEC} = 1.0% - símbolos vacíos; C_{PEC} = 3.0% - símbolos llenos). C_{SAC} = 3.0% en todas las mezclas.

Las mezclas se volvieron menos consistentes a medida que se incrementó la temperatura (Figura 16). De acuerdo a Ramírez Navas (2006) la consistencia o viscosidad de un fluido disminuye con la temperatura, ya que conforme ésta aumenta, las fuerzas viscosas son superadas por la energía cinética, dando lugar a una disminución de la viscosidad.

El efecto de la temperatura sobre el índice de consistencia de las mezclas se describió adecuadamente con la ecuación de Arrhenius (Ec. 3). La E_a se utiliza como un índice de la sensibilidad del material a las variaciones de temperatura (Afonso y Maia, 1999). Los datos obtenidos de E_a se describieron adecuadamente con un modelo lineal ($R^2_{adj} = 0.904$), tanto la concentración de goma xantana como la de pectina fueron las variables significativas ($p < 0.05$). La ecuación 10 muestra el polinomio obtenido para la energía de activación en función de la concentración de agua (C_A), goma xantana (C_{GX}), pectina (C_{PEC}) y sacarosa (C_{SAC}).

$$E_a \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)} = 0.060 C_A + 7.264 C_{PEC} - 6.98 C_{GX} - 0.017 C_{SAC} \quad \text{Ec. 10}$$

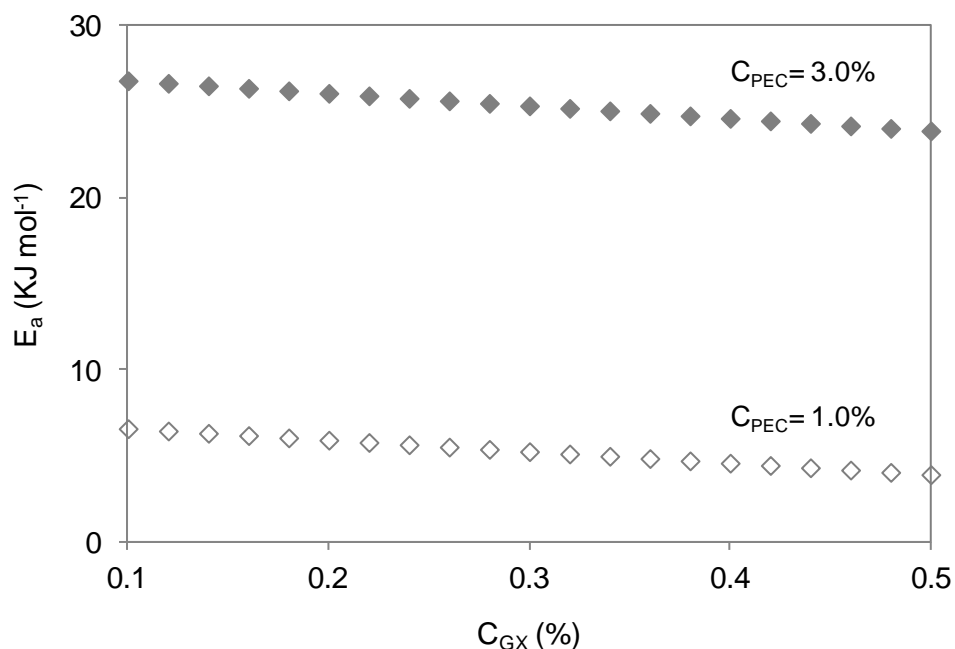


Figura 17. Efecto de la concentración de goma xantana y pectina en la energía de activación del índice de consistencia, con 3.0% de sacarosa en todas las mezclas.

La Figura 17 muestra la energía de activación de flujo de las mezclas en función de la concentración de la goma xantana a dos niveles de concentración de pectina. Al aumentar la concentración de goma xantana, los valores de E_a disminuyeron de 26.8 a 23.8 kJ mol⁻¹ con 1.0% de pectina y de 6.5 a 3.8 kJ mol⁻¹ con 3.0% de pectina (Figura 17). Estos resultados indican que la temperatura tiene mayor efecto en mezclas con mayor cantidad de pectina.

Viscosidad aparente

La viscosidad es otro parámetro reológico importante, está definida como el efecto producido por los fluidos en movimiento, debido a la acción combinada de la cohesión intermolecular y el cambio de momento lineal de las capas vecinas de partículas en movimiento (Ramírez Navas, 2006). Los datos de viscosidad aparente se analizaron estadísticamente con el programa estadístico Design expert, siendo la concentración de goma xantana, la concentración de pectina y la interacción de estos dos compuestos, las variables significativas ($p < 0.05$) para la viscosidad aparente de las mezclas (Tabla 15). Las ecuaciones predictivas para la viscosidad aparente en función de la concentración de los componentes de las mezclas, a diferentes temperaturas y velocidad de corte se muestran en la Tabla 15.

La Figura 19 muestra la influencia de la velocidad de corte, la temperatura y la concentración sobre la viscosidad aparente de las mezclas. La viscosidad aparente incrementó al aumentar la concentración de goma xantana y pectina. Estos resultados pueden ser atribuidos a la formación de interacciones entre las moléculas de la goma xantana y la pectina con el agua y al desenredo de las mismas (García-Quesada, 2008).

La viscosidad aparente disminuyó con el aumento de la velocidad de corte y la temperatura (Figura 19). Esto porque cuando actúa un esfuerzo de cizalla sobre un

fluido provoca ruptura de las interacciones entre las cadenas poliméricas, la movilidad térmica es capaz de compensarlas creándolas por otra parte (García-Quesada, 2008). Sin embargo, si se continúa aumentando el esfuerzo de cizalla, se puede alcanzar un momento a partir del cual se destruyen más interacciones de las que se crean, dando lugar a la pérdida de la estructura; por otra parte, se puede producir también un desenredo y una alineación de las cadenas poliméricas (Figura 18), que produce una mayor separación entre ellas, siendo el resultado de ambos efectos un descenso en la viscosidad del fluido (García-Quesada, 2008; Izidoro et al., 2008).

El efecto inverso de la temperatura sobre la viscosidad aparente de las mezclas (Figura 19), se debe al hecho de que el incremento de la temperatura provoca un aumento en la energía cinética de sus moléculas, lo que causa una disminución en magnitud de las fuerzas de cohesión (Tippens, 2011).

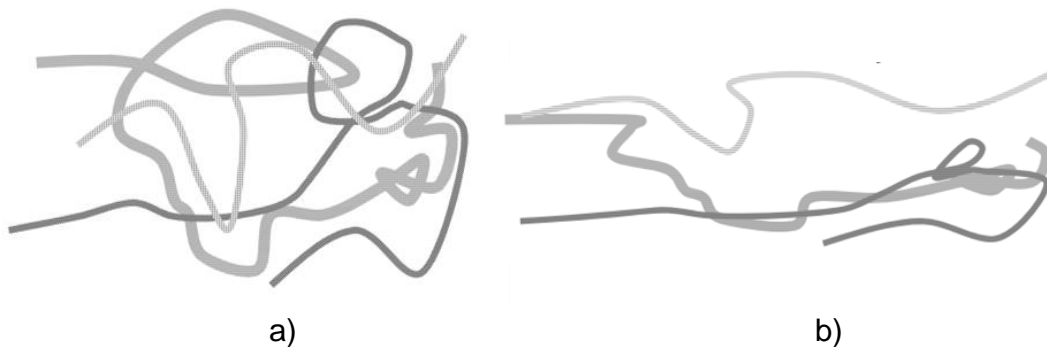


Figura 18. Representación de a) la interacción entre las cadenas de polímeros y de b) la alineación de las mismas (Tippens, 2011).

Tabla 15. Ecuaciones predictivas de la viscosidad aparente (μ_a , Pa s) de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa.

Velocidad de corte (s^{-1})	Temperatura ($^{\circ}C$)	Ecuaciones
100	25	$\mu_a = 0.002 C_A + 9.373 C_{PEC} + 8.643 C_{GX} + 0.487 C_{SAC} - 0.096 C_A C_{PEC} - 0.088 C_A C_{GX} - 0.005 C_A C_{SAC} + 0.1213 C_{PEC} C_{GX} - 0.082 C_{PEC} C_{SAC} - 0.008 C_{GX} C_{SAC}$
	50	$\mu_a = 0.001 C_A + 5.092 C_{PEC} + 6.080 C_{GX} + 0.199 C_{SAC} - 0.052 C_A C_{PEC} - 0.060 C_A C_{GX} - 0.002 C_A C_{SAC} + 0.032 C_{PEC} C_{GX} - 0.046 C_{PEC} C_{SAC} - 0.051 C_{GX} C_{SAC}$
	75	$\mu_a = 0.000 C_A + 3.975 C_{PEC} - 1.190 C_{GX} - 0.003 C_{SAC} - 0.040 C_A C_{PEC} + 0.012 C_A C_{GX} - 0.000 C_A C_{SAC} + 0.036 C_{PEC} C_{GX} - 0.034 C_{PEC} C_{SAC} + 0.043 C_{GX} C_{SAC}$
300	25	$\mu_a = 0.000 C_A + 4.671 C_{PEC} + 14.550 C_{GX} + 0.332 C_{SAC} - 0.047 C_A C_{PEC} - 0.146 C_A C_{GX} - 0.003 C_A C_{SAC} - 0.067 C_{PEC} C_{GX} - 0.043 C_{PEC} C_{SAC} - 0.131 C_{GX} C_{SAC}$
	50	$\mu_a = 0.000 C_A + 3.577 C_{PEC} - 13.974 C_{GX} - 0.203 C_{SAC} - 0.036 C_A C_{PEC} + 0.140 C_A C_{GX} + 0.002 C_A C_{SAC} + 0.188 C_{PEC} C_{GX} - 0.030 C_{PEC} C_{SAC} + 0.142 C_{GX} C_{SAC}$
	75	$\mu_a = 0.000 C_A + 2.784 C_{PEC} - 3.174 C_{GX} - 0.028 C_{SAC} - 0.028 C_A C_{PEC} + 0.032 C_A C_{GX} + 0.000 C_A C_{SAC} + 0.070 C_{PEC} C_{GX} - 0.024 C_{PEC} C_{SAC} + 0.043 C_{GX} C_{SAC}$
500	25	$\mu_a = 0.001 C_A + 3.818 C_{PEC} - 8.052 C_{GX} - 0.073 C_{SAC} - 0.039 C_A C_{PEC} + 0.079 C_A C_{GX} + 0.000 C_A C_{SAC} + 0.185 C_{PEC} C_{GX} - 0.030 C_{PEC} C_{SAC} + 0.084 C_{GX} C_{SAC}$
	50	$\mu_a = 0.000 C_A + 2.142 C_{PEC} + 5.531 C_{GX} - 0.061 C_{SAC} - 0.021 C_A C_{PEC} - 0.056 C_A C_{GX} + 0.000 C_A C_{SAC} + 0.034 C_{PEC} C_{GX} - 0.018 C_{PEC} C_{SAC} - 0.062 C_{GX} C_{SAC}$
	75	$\mu_a = 0.000 C_A + 1.428 C_{PEC} + 10.062 C_{GX} + 0.022 C_{SAC} - 0.014 C_A C_{PEC} - 0.102 C_A C_{GX} - 0.000 C_A C_{SAC} - 0.025 C_{PEC} C_{GX} - 0.012 C_{PEC} C_{SAC} - 0.104 C_{GX} C_{SAC}$

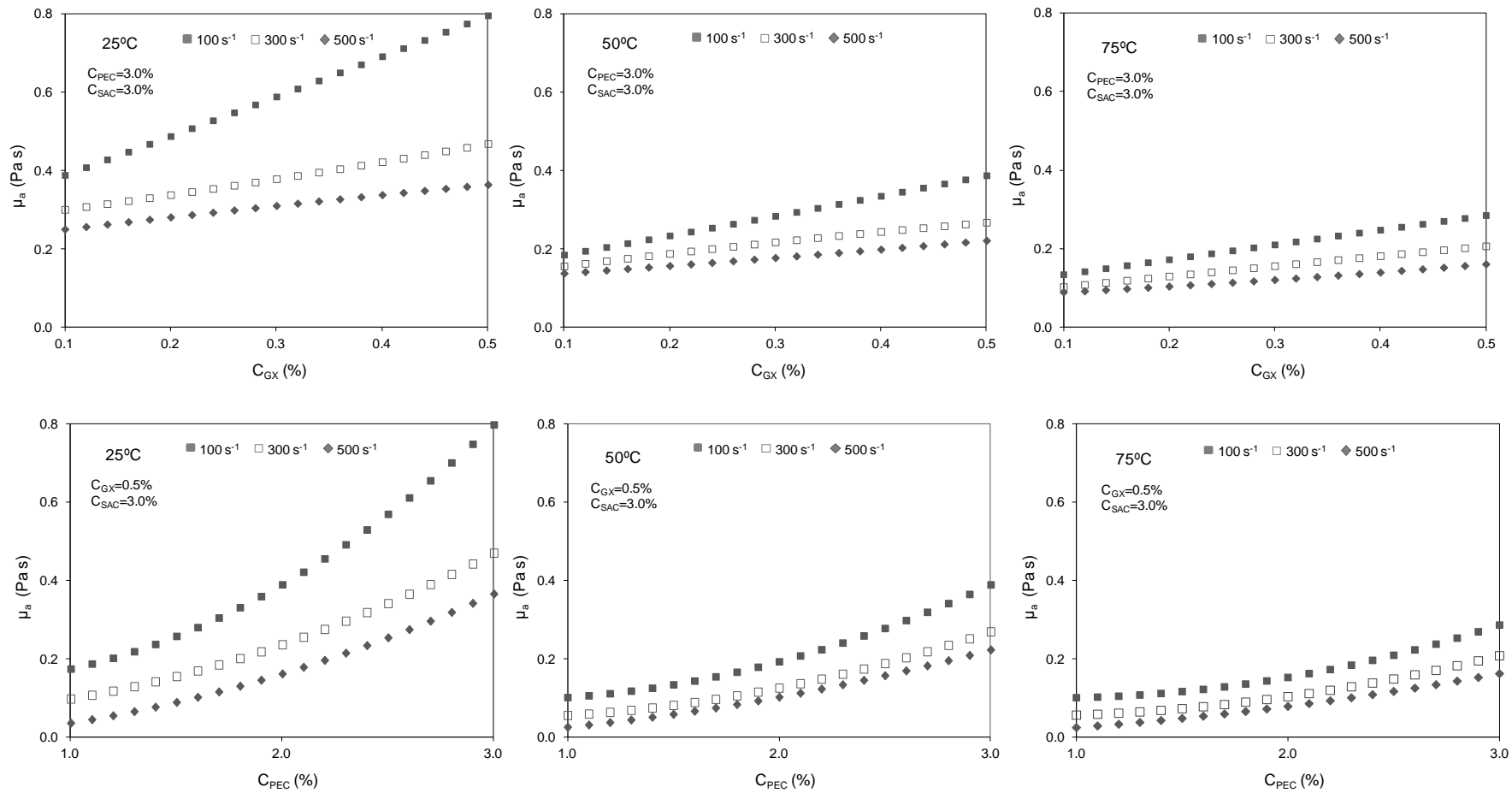


Figura 19. Efecto de la velocidad de corte, la temperatura y la concentración en la viscosidad aparente de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa.

Parámetros viscoelásticos

Los módulos de almacenamiento (G') y de pérdida (G'') fueron modelados en función de la potencia de frecuencia oscilatoria para obtener K' y K'' , parámetros que son comúnmente usados para describir el comportamiento viscoelástico de soluciones y dispersiones (Rao, 1999; Moraes et al., 2011). Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente, sin embargo, solo los datos de K' y K'' obtenidos a 25°C mostraron un ajuste adecuado. Un modelo de segundo orden indicó que la concentración de goma xantana, pectina, agua y sacarosa y sus interacciones, afectaron significativamente los parámetros viscoelásticos. Las ecuaciones predictivas para K' y K'' a 25°C se muestran en las ecuaciones 11 y 12.

$$K' = 0.014 C_A + 38.841 C_{PEC} + 1013.846 C_{GX} + 5.460 C_{SAC} - 0.404 C_A C_{PEC} - 10.126 C_A C_{GX} - 0.058 C_A C_{SAC} - 11.805 C_{PEC} C_{GX} - 0.386 C_{PEC} C_{SAC} - 10.324 C_{GX} C_{SAC} \quad \text{Ec. 11}$$

$$K'' = 0.024 C_A + 37.907 C_{PEC} + 544.356 C_{GX} + 6.384 C_{SAC} - 0.397 C_A C_{PEC} - 5.478 C_A C_{GX} - 0.068 C_A C_{SAC} - 4.665 C_{PEC} C_{GX} - 0.403 C_{PEC} C_{SAC} - 5.33 C_{GX} C_{SAC} \quad \text{Ec. 12}$$

La Figura 20 muestra el comportamiento de K' y K'' en función de la concentración de goma xantana y de pectina. Al aumentar la concentración de goma xantana de 0.1 a 0.5%, el parámetro K'' que representa el comportamiento viscoso predominó en las soluciones con 3.0% de pectina y sacarosa, esto con respecto al término K' que se refiere al comportamiento elástico. Contrario a esto, al aumentar la concentración de pectina de 1.0 a 2.1% en soluciones con 0.5% de goma xantana y 3.0% de sacarosa, éstas se comportaron como fluidos elásticos hasta alcanzar su punto viscoelástico con 2.2% de pectina. Finalmente, al aumentar la concentración de pectina hasta 3.0%, las soluciones nuevamente fueron fluidos viscosos. Para procesos de secado por aspersion podría ser más conveniente utilizar soluciones viscosas, ya que las elásticas podrían afectar la fluidez y el proceso de atomización. Las pruebas de oscilación también fueron realizadas para evaluar el

comportamiento viscoelástico en el rango de viscoelasticidad lineal donde la estructura del material no sufre daños (López et al., 2010).

El rango de viscoelasticidad analizado mediante una prueba de barrido fue de 0.1-4000%, en el Apéndice C se muestran los reogramas de todas las soluciones. Las soluciones 4 y 7 mostraron una mayor resistencia a la deformación (Figura 21), por lo que de acuerdo a López et al. (2010) podrían ser utilizadas en condiciones de procesamiento drástico.

Las soluciones con 3.0% de pectina, 0.1% de goma xantana y 0.0 y 3.0% de sacarosa, podrían ser una alternativa como soluciones encapsulantes, para ser utilizadas en el proceso de secado por aspersión, ya que además de ser viscosas mostraron una alta estabilidad a la deformación.

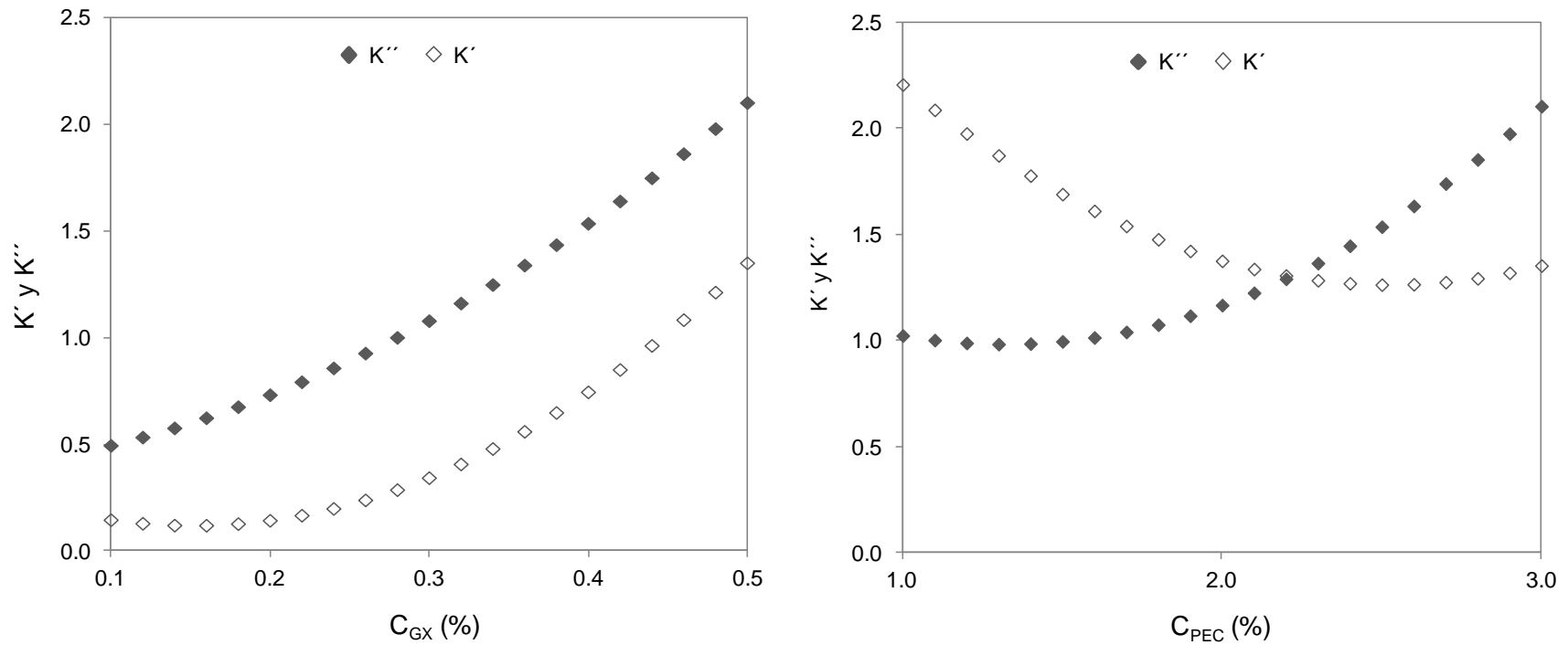


Figura 20. Efecto de la concentración de goma xantana y de pectina en el comportamiento viscoso (K'') y elástico (K') de soluciones de goma xantana, pectina y sacarosa.

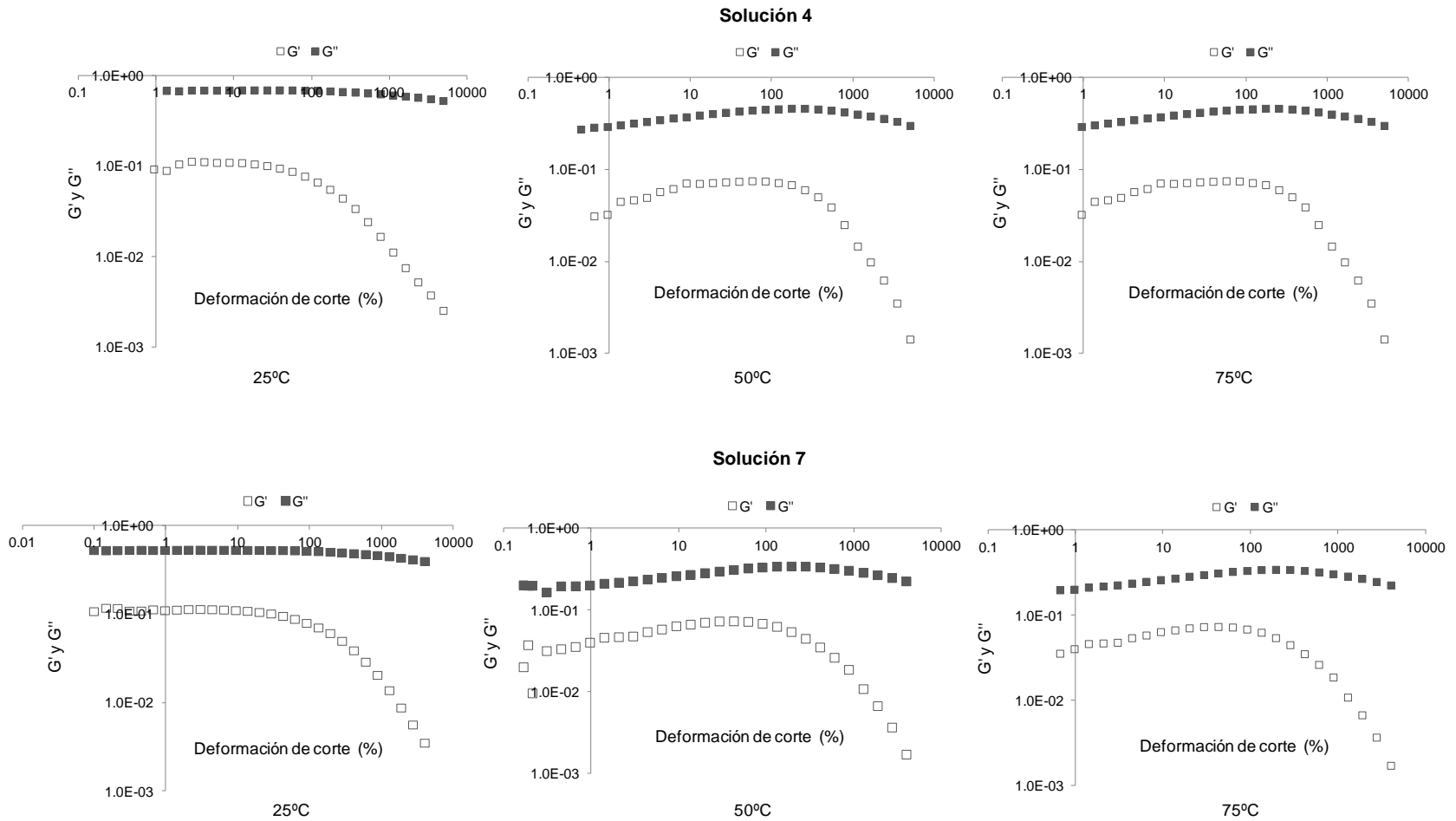


Figura 21. Barrido de amplitud de soluciones de goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con 3.0% (solución 7) y sin (solución 4) sacarosa.

5.2 Microencapsulación de licopeno mediante secado por aspersion en soluciones de goma xantana y pectina con y sin sacarosa

Microestructura de las microcápsulas de licopeno

Las micrografías SEM de las microcápsulas de licopeno se muestran en la Figura 22. Se obtuvieron microcápsulas esféricas con superficie externa lisa principalmente en muestras con sacarosa, independientemente de las condiciones de secado (Figuras 22a y b). Una morfología similar fue observada también por Shu et al. (2006) en microcápsulas de licopeno elaboradas con gelatina y sacarosa. Mas recientemente, Trindade Rigon y Zapata Noreña (2016) observaron microcápsulas igualmente esféricas y con superficie lisa al microencapsular otro carotenoide (β -caroteno) al utilizar povidona.

La esfericidad de las microcápsulas depende principalmente de la tensión superficial de la emulsión, la cual constituye una medida de la fuerza de cohesión entre las moléculas del material encapsulante (Rana, 2005; Foudazi et al., 2015), lo que parece ser intensificado por la presencia de sacarosa. Esto posiblemente porque el carácter hidrofílico de la sacarosa le permite interactuar con las moléculas de agua, haciendo que éstas últimas estén menos disponibles para unirse con las moléculas de pectina (Vaclavik y Christian, 2008). Una mayor asociación entre las cadenas de pectina como se representa en la Figura 22, proporcionará una mayor rigidez a la pared de las microcápsulas para resistir los esfuerzos mecánicos y evitar su colapso (Vehring, 2008).

Además, la sacarosa pudo haber retenido algunas moléculas de agua por medio de enlaces de hidrógeno y llenar los huecos de la pared de las microcápsulas, preservando la hidratación, evitando depresiones en la superficie y promoviendo una superficie lisa en la pared de las microcápsulas (Shu et al., 2006; Bruschi et al., 2003). De acuerdo Trindade Rigon y Zapata Noreña (2016) la formación de microcápsulas con superficie rugosa es indeseable, ya que afecta las propiedades de flujo del material pared.

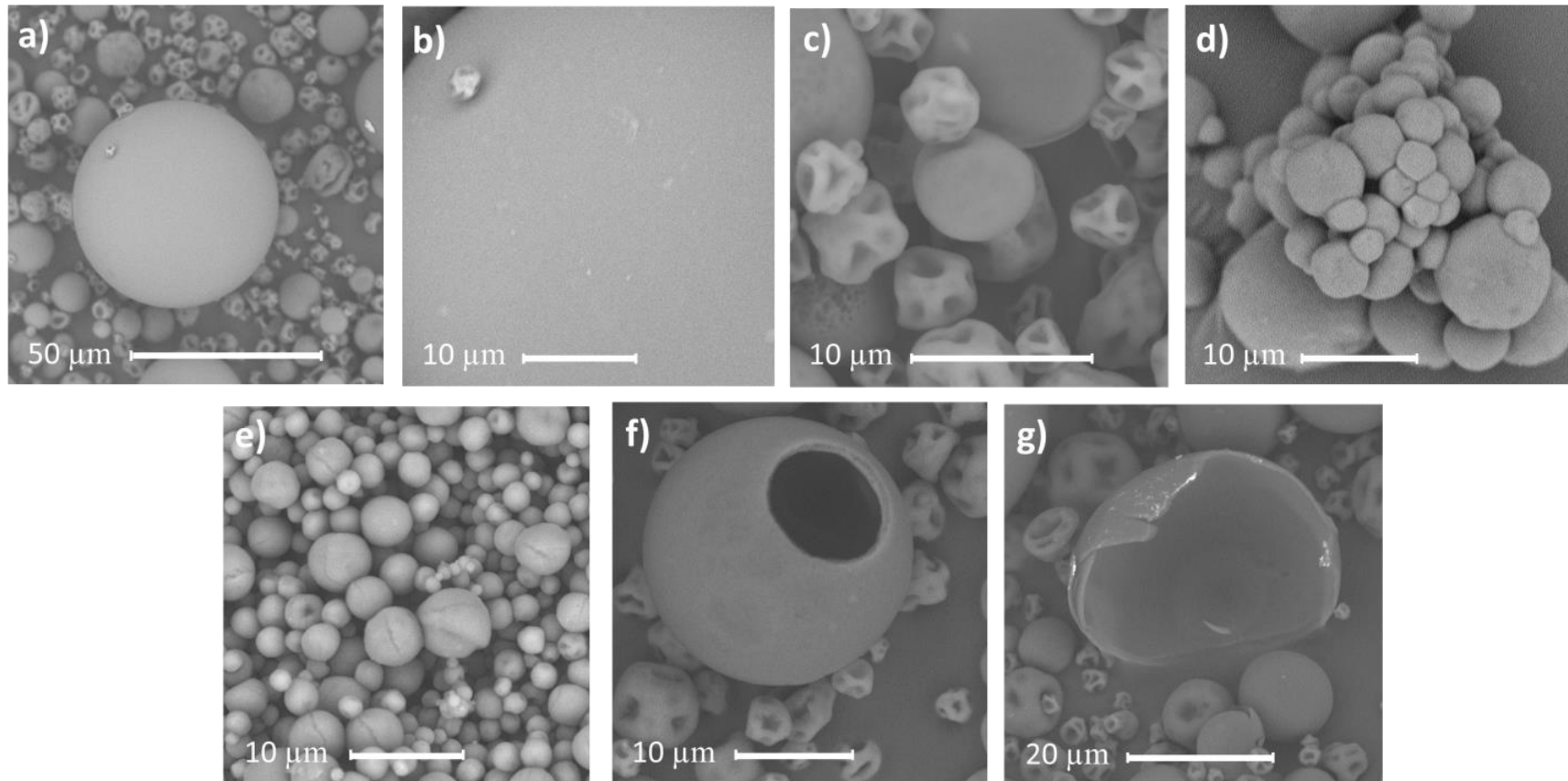


Figura 22. Imágenes SEM de microcápsulas de licopeno preparadas con una mezcla de goma xantana (0.1%), pectina (3.0%) y sacarosa (3.0%), obtenidas a diferentes condiciones de temperatura del aire de secado (T_i) y flujo de alimentación de la emulsión (F_f): a-d) T_i

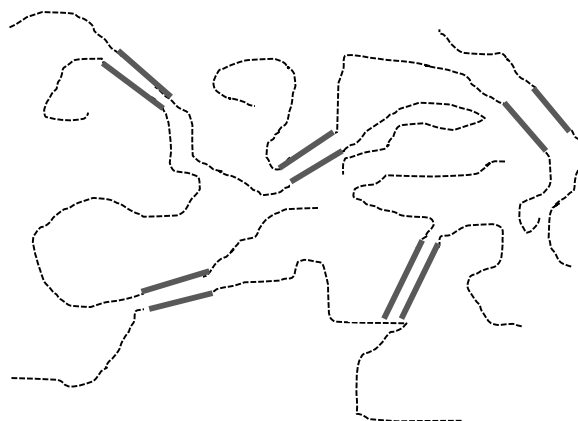


Figura 23. Representación de la asociación de las cadenas de pectina (Vaclavik y Christian, 2008).

La microestructura interna de las microcápsulas de licopeno se muestra en la Figuras 23f y g. Se formaron microcápsulas de tipo de matricial, lo que indica que el licopeno se encuentra distribuido en toda la pared de la microcápsula (Rocha et al., 2012). Rocha et al. (2012) y Rodríguez-Huezo et al. (2004) obtuvieron una estructura interna similar, en microcápsulas de licopeno/almidón modificado y carotenoides/emulsiones ésteres-en-agua, respectivamente. En contraste, Shu et al. (2006) reportaron que microcápsulas de licopeno elaboradas con gelatina y sacarosa tenían una estructura interna similar a una red de abejas.

El espesor de pared de las microcápsulas (Figuras 23f y 1g) varió de 0.1 a 0.9 μm y disminuyó a medida que el tamaño de las microcápsulas aumentó. El grosor de la pared de la microcápsula influye en la estabilidad del compuesto activo y en las propiedades físicas de las microcápsulas (Li et al., 2006). Las microcápsulas con una pared más gruesa son más resistentes. En cambio, si la pared de las microcápsulas es demasiado delgada, éstas pueden romperse fácilmente, induciendo la degradación de compuesto encapsulado (Li et al., 2006; Keller y Sottos, 2006).

Se obtuvieron también microcápsulas colapsadas (Figura 22c), principalmente en muestras sin sacarosa y a bajas temperaturas de secado. Estas temperaturas

generan microcápsulas con una pared más húmeda y flexible (Phisut, 2012), que tenderían a colapsar cuando se produce un vacío parcial dentro de las microcápsulas, como consecuencia de la condensación del vapor de agua (Phisut, 2012; Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015; Trindade Rigon y Zapata Noreña, 2016). Rocha et al. (2012) obtuvieron también micropartículas colapsadas de licopeno/almidón modificado. Al microencapsular otro carotenoide (β -caroteno) con goma arábica, maltodextrina, y almidón modificado, igualmente observaron micropartículas colapsadas, las cuales fueron definidas como esferas distorsionadas con agujeros característicos y hendiduras en toda su superficie (Przybysz et al., 2016).

Distribución del tamaño de las microcápsulas de licopeno

El tamaño de las microcápsulas de licopeno no siguió una distribución normal, por lo que no se aprecia una simetría alrededor de una media (Figura 25). Una distribución log normal, es adecuada para describir la distribución de los datos. Debido a que a prueba t-Student o el análisis de la varianza (ANOVA) precisan que la distribución de los datos debe ser normal para ser utilizados, se realizó la prueba Kruskal-Wallis para evaluar el efecto de los factores de secado sobre el tamaño de las microcápsulas. En este caso se compara la mediana debido a que en los datos no se puede usar la media como medida de centralización. Se obtuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) de la temperatura de secado sobre el tamaño de las microcápsulas (el análisis estadístico se muestra en el apéndice C). La mediana de los datos fue de 4.5, 5 y 10 μm en microcápsulas obtenidas a 180, 195 y 210 C, respectivamente. Esta observación sugiere que las altas temperaturas de secado generaron altas velocidades de evaporación que causaron la formación de una capa dura y seca sobre la superficie de las gotas. Por lo tanto, el flujo de salida de las burbujas de vapor se vio restringido provocando la expansión de la microcápsula, como se muestra en la Figura 24 (Chegini y Ghobadian, 2007). Este comportamiento fue también descrito por Shishir et al. (2014), al estudiar el tamaño

de micropartículas obtenidas con guayaba rosa y maltodextrina mediante secado por aspersión.

Al evaluar el efecto del flujo de alimentación de la emulsión sobre el tamaño de las microcápsulas se obtuvieron igualmente diferencias significativas (el análisis estadístico se muestra en el apéndice C). La mediana de las microcápsulas aumentó de 4.5 a 9 μm con el incremento del flujo de 18 y 71 mL min^{-1} , respectivamente. Esto es debido a que, a presión de atomización constante y altas velocidades de alimentación, la energía de atomización es insuficiente para la disolución del chorro de líquido, dando lugar a la formación de grandes gotitas (Gharsallaoui et al., 2007; Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015). El tamaño de las gotitas atomizadas determina el tamaño de las microcápsulas (Dybdahl et al., 2008).

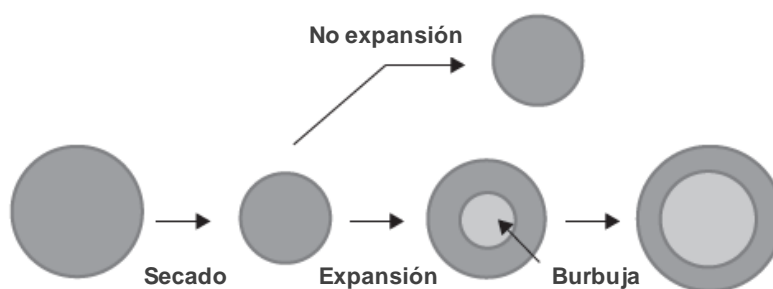


Figura 24. Representación de la expansión de burbuja durante el secado por aspersión (Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya, 2015).

El efecto de la sacarosa sobre el tamaño de las microcápsulas obtenidas en 195°C y un flujo de alimentación de la emulsión de 18 mL min^{-1} no fue significativo. Esto posiblemente porque la viscosidad aparente de las emulsiones era similar $0.156 \pm 0.007 \text{ Pa s}$ y $0.135 \pm 0.005 \text{ Pa s}$ con y sin sacarosa, respectivamente. De acuerdo a Jafari et al. (2008) y Anandharamakrishnan y Padma Ishwarya (2015), la viscosidad del líquido alimentado puede influir en el tamaño de las microcápsulas. Para las emulsiones de alta viscosidad, la energía de atomización suministrada a la boquilla puede no ser suficiente para romper las gotitas, dando lugar a la formación de gotitas más grandes.

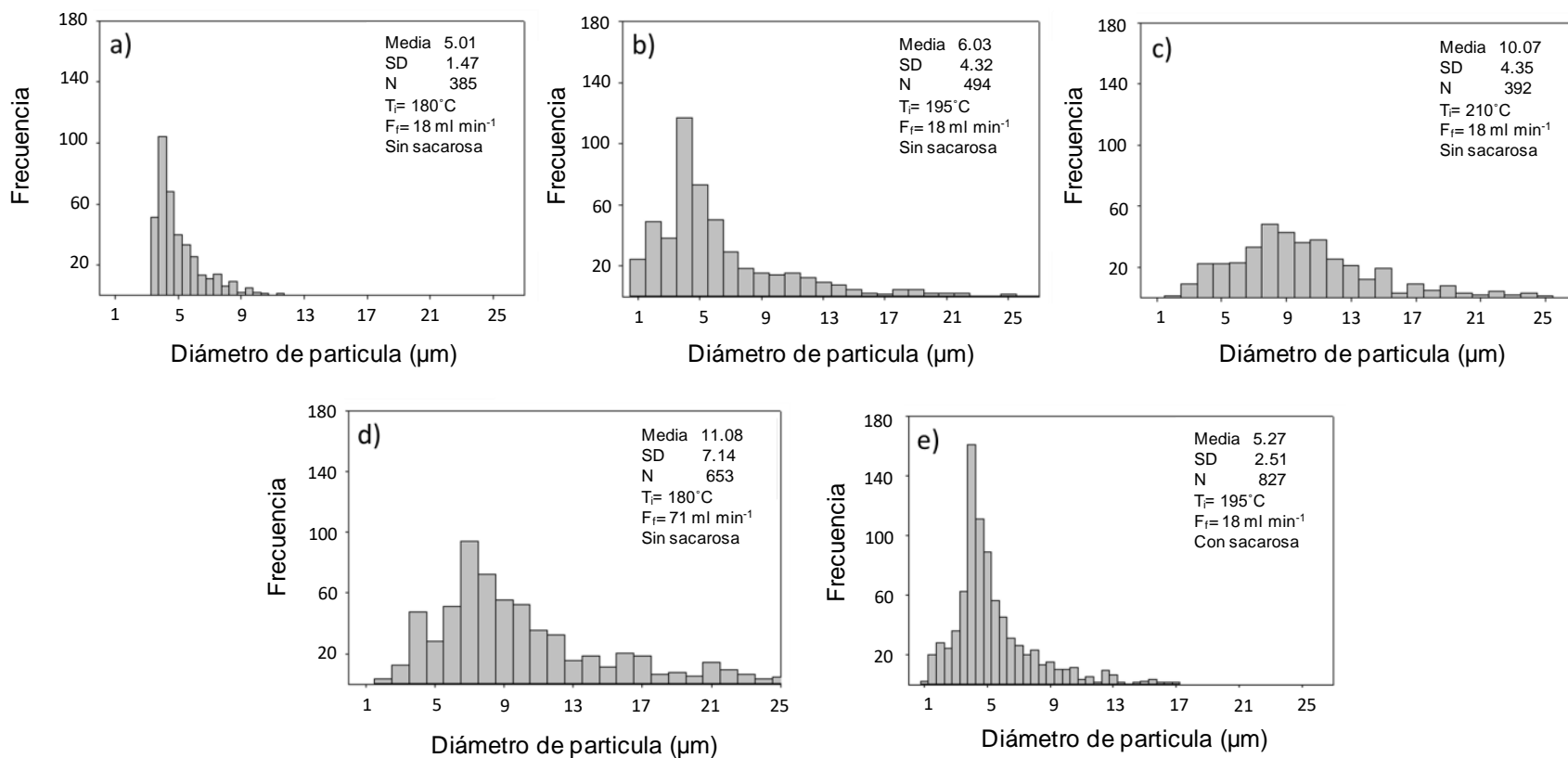


Figura 25. Distribución del tamaño de las microcápsulas de licopeno preparadas con mezclas de goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con (3.0%) y sin sacarosa, obtenidas a diferentes condiciones de temperatura del aire de secado (T_i) y flujo de alimentación de la emulsión (F_f). SD-desviación estándar, N-número de micropartículas analizadas.

Análisis estadístico

Por medio de un análisis de regresión (Design Expert software v. 7, Stat-Ease, USA), se obtuvieron ecuaciones polinómicas para describir las variables de respuesta (rendimiento de secado, eficiencia de encapsulación, solubilidad, contenido de humedad, actividad de agua y densidad a granel) en función de las variables de proceso. Los valores de los coeficientes de determinación (R^2_{adj}) fueron iguales o superiores a 0.70, lo que indica que los modelos proporcionan una descripción adecuada de los datos experimentales.

Se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) de la temperatura del aire de secado sobre el rendimiento de secado, la eficiencia de encapsulación, la solubilidad, el contenido de humedad, la actividad del agua y la densidad a granel. Estas variables de respuesta, excepto la densidad aparente, fueron influenciadas significativamente ($p < 0.05$) por la velocidad de alimentación de la emulsión. La presencia de sacarosa en la emulsión mostró un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la solubilidad de las microcápsulas y el rendimiento de secado.

Rendimiento de secado (DY)

La Figura 26 muestra los rendimientos de secado (DY) obtenidos con las emulsiones de PEC-GX-licopeno. Se alcanzaron altos DY usando flujos de alimentación de 18 a 21 mL min⁻¹ con la emulsión con sacarosa (DY = 73%) y 18 – 65 mL min⁻¹ con emulsiones sin sacarosa (DY = 55%) y una temperatura del aire de secado de 210°C. Se reportaron rendimientos de secado similares en la encapsulación de licopeno y extractos nutracéuticos con mezclas de goma arábica/sacarosa (51%) (Nunes y Mercadante, 2007) y pectina/maltodextrina (72%) (Sansone et al., 2011), respectivamente.

Las altas temperaturas de secado dieron altos rendimientos de secado (Figura 26). Esto porque a medida que aumenta la temperatura, la viscosidad de la emulsión

tiende a disminuir, así como la energía para romper el chorro de alimentación en pequeñas gotitas (Gharsallaoui et al., 2007). Como resultado, la humedad se evaporará más rápidamente. Los bajos DY pueden ser causados por altos niveles de humedad de las micropartículas, que las hacen pegajosas y fácilmente adherentes a la pared de la cámara del secador (Chegini y Ghobadian, 2007; Sahin-Nadeem et al., 2013).

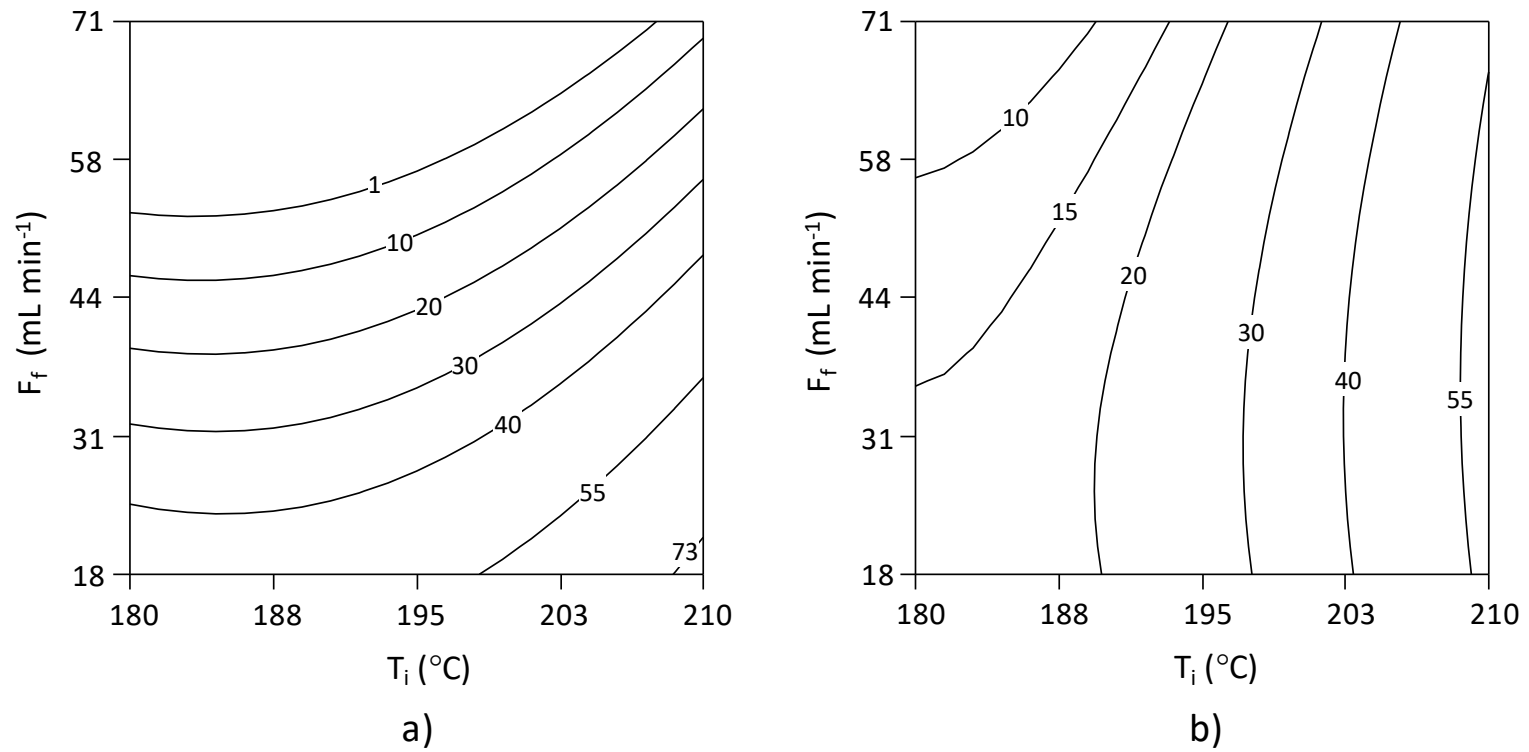


Figura 26. Rendimiento de secado (%) de emulsiones de licopeno, goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con (3.0%) a) o sin b) sacarosa, en función de la temperatura del aire de secado (T_i) y el flujo de alimentación de la emulsión (F_f).

Eficiencia de encapsulación (EE)

La Figura 27 muestra el efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión sobre la eficiencia de encapsulación. Ambos parámetros de secado mostraron un efecto cuadrático sobre la EE. La máxima eficiencia de encapsulación (79%) se obtuvo a 198°C y 45 mL min⁻¹, independientemente de la presencia de sacarosa (Figura 27).

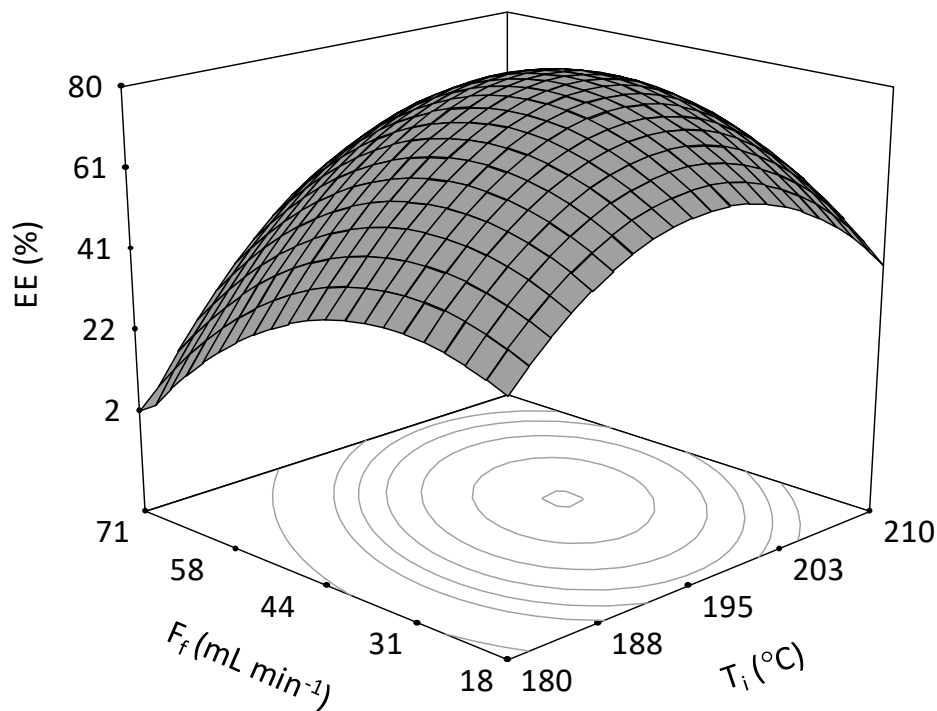


Figura 27. Efecto de la temperatura del aire de secado (T_i) y el flujo de alimentación de la emulsión (F_f) en la eficiencia de encapsulación (%) de licopeno en una mezcla de goma xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con sacarosa (3.0%).

Los resultados indican que bajo altas temperaturas de secado (180-198°C) se forma una cubierta protectora más resistente. Goula y Adamopoulos (2012) también observaron un aumento en la EE de licopeno/maltodextrina con el aumento de la temperatura de secado. Al aumentar la temperatura hay una mayor evaporación de humedad, lo que podría haber mejorado la interacción entre las moléculas de

pectina, ya que es a este compuesto al que se le atribuye la formación de un gel protector para licopeno, el cual se formaría como resultado del bajo pH de la emulsión (3.5). Los grupos ácidos carboxílicos libres de la pectina (COO^-) se protonan (COOH), lo que disminuye la repulsión de las cadenas de pectina y promueve su interacción para formar una red firme que atrapa el soluto activo (Figura 23) (Tsoga, 2004).

Las temperaturas de secado por encima de 198°C redujeron la EE (Figura 27). En estas condiciones, las altas velocidades de secado provocan una rápida expansión de las microcápsulas (Figura 24), dando lugar a la formación de hendiduras y grietas en la pared, como se muestra en la Figura 22d. Estas fisuras facilitan el contacto entre el licopeno y el aire caliente, lo que causa su oxidación y, por consiguiente, la baja EE (Goula y Adamopoulos, 2012). La degradación del licopeno resulta de su oxidación iniciada por isomerización (Przybysz et al., 2016). El licopeno se encuentra en la naturaleza como molécula todo-trans en la que todos sus dobles enlaces están en la configuración trans (Figura 7). Las condiciones de alta temperatura promueven la isomerización a las formas de cis, reduciendo se así la actividad biológica de este carotenoide (Özkan y Bilek, 2014).

Contenido de humedad (M_c) y actividad de agua (a_w)

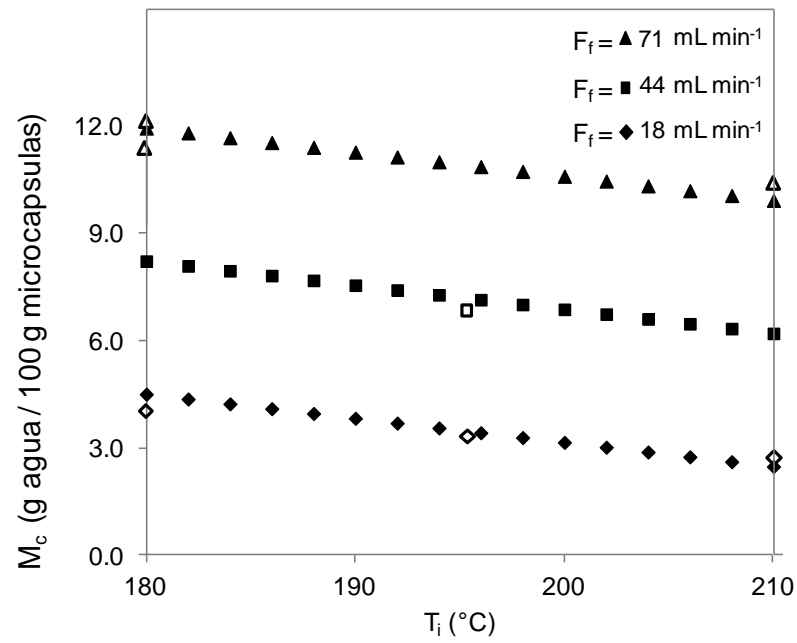
Los valores experimentales y predichos de M_c y a_w de las microcápsulas de licopeno, obtenidos a diferentes niveles de temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión se muestran en la Figura 28.

Tanto el contenido de humedad como la actividad de agua de las microcápsulas disminuyeron con el aumento de temperatura del aire de secado (Figura 28). A altas temperaturas de secado, existe un mayor gradiente de temperatura entre el líquido atomizado y el aire de secado, lo que da como resultado una mayor fuerza para la evaporación de agua (Jarafi et al., 2008; Shishir et al., 2014). Buffo y Reineccius (2000) y Ersus y Yurdagel (2007) también observaron una reducción del M_c y la a_w

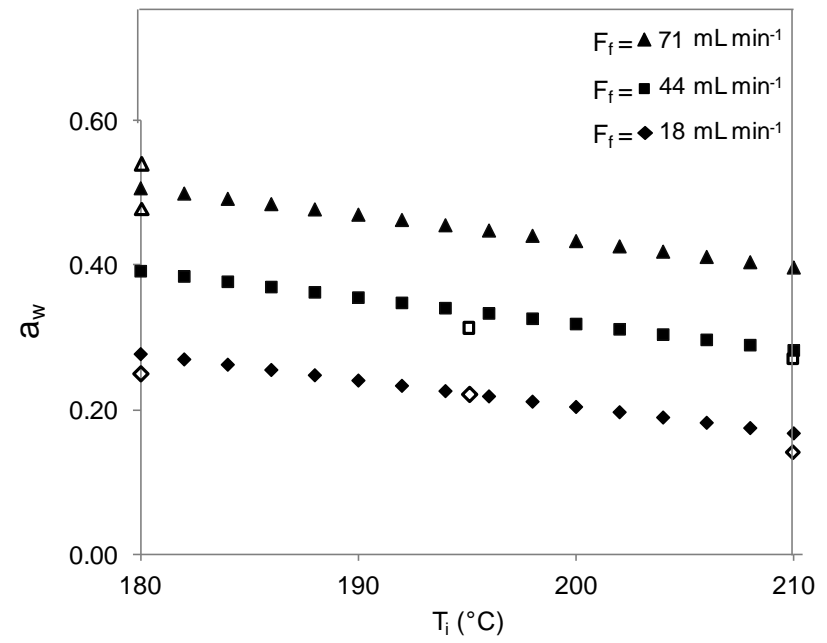
con el aumento de la temperatura de secado, estudiando la microencapsulación mediante secado por aspersión de aceite de naranja y antocianinas, respectivamente. Shishir et al. (2014) reportaron valores similares de humedad (2.3 a 3.4%) a los obtenidos en este estudio a 180°C (Figura 28a), en microcápsulas elaboradas con jugo de guayaba rosa y maltodextrina obtenidas a 150, 160 y 170°C. Los contenidos de humedad bajos limitan la capacidad del agua para actuar como un plastificante, lo que reduce problemas de endurecimiento y aglomeración de las microcápsulas en el almacenamiento (Santana et al., 2018; Mosquera et al., 2010).

El flujo de alimentación de la emulsión afectó directamente el contenido de humedad y la actividad de agua de las microcápsulas (Figura 28). Los flujos bajos de alimentación del líquido generan pequeñas gotitas de atomización, lo que facilita la evaporación de la humedad debido a la mayor superficie de transferencia de calor entre el aire seco y el líquido (Frascareli et al., 2012).

Bajo las condiciones de secado en las que se obtuvo mayor eficiencia de encapsulación (198°C y 45 mL min⁻¹) (Figura 27), se obtuvieron microcápsulas de licopeno microbiológicamente estables (Quek et al., 2007; Klaypradit y Huang, 2008). Esto último en virtud a su bajo contenido de humedad (6.9%) y a_w (0.330) (Figura 28). Sin embargo, debido a que las microcápsulas de licopeno obtenidas tienen un contenido de humedad alto comparado con algunos otros productos secos y por la naturaleza higroscópica de los materiales usados, es recomendable usar un empaque hermético. Microcápsulas de fruta gac/maltodextrina obtenidas a 120°C y 12 mL min⁻¹ tuvieron valores similares de contenido de humedad (5.29%) y de actividad de agua (0.500) (Kha et al., 2010).



a)



b)

Figura 28. Contenido de humedad a) y actividad de agua b) de las microcápsulas de licopeno preparada con una mezcla de goma xantana (0.1%), pectina (3.0%) y sacarosa (3.0%), en función de la temperatura de secado (T_i) y el flujo de alimentación de la emulsión (F_f). Valores experimentales (símbolos vacíos) y predichos (símbolos llenos).

Densidad a granel (ρ_a) y solubilidad (S)

El efecto de la temperatura del aire de secado y el flujo de alimentación de la emulsión sobre la densidad a granel de las microcápsulas de licopeno se muestra en la Figura 29a. La densidad a granel disminuyó de 1.50 a 1.22 g cm⁻³ con el aumento de la temperatura, independientemente del flujo (Figura 29a). Esto como resultado de la obtención de microcápsulas huecas y de gran tamaño, en las Figuras 22f y g se muestran ejemplos de las microcápsulas huecas obtenidas. Los resultados son consistentes con los obtenidos por Kha et al. (2010) en microcápsulas de fruta gac/maltodextrina y se han atribuido a la expansión de las burbujas de aire atrapadas dentro de la partícula, efecto inducido por altas velocidades de evaporación (Figura 24) (Trindade Rigon y Zapata Noreña, 2016).

Se observó también que las microcápsulas obtenidas a altas temperaturas de secado, así como a caudales bajos, fueron más solubles (Figura 29b). Bajo estas condiciones, se formarían microcápsulas más grandes con una pared más delgada y estructura porosa (Chegini y Ghobadian, 2007; Walton y Mumford, 1999), lo que posiblemente favoreció los procesos de hidratación y solubilización. Microcápsulas de extracto de zarzamora elaboradas con goma arábica y povidexrosa presentaron valores similares de solubilidad (88.2 y 97.4%, respectivamente) (Trindade Rigo y Zapata Noreña, 2016).

Los valores bajos de solubilidad de las microcápsulas obtenidas a flujos elevados de emulsión, están relacionados con el alto contenido de humedad de estas micropartículas (Figura 28a). Esto podría haber favorecido la aglutinación de las microcápsulas y la formación de aglomerados, como se muestran en la Figura 22d, reduciendo el área de contacto con el agua y en consecuencia, la solubilidad de las microcápsulas (Karaaslan y Coşkun Dalgıç, 2014; Khadka et al., 2014). La solubilidad de las microcápsulas con sacarosa también disminuyó, probablemente como resultado de la alta higroscopicidad de la sacarosa que promueve la aglomeración de las microcápsulas.

Fernandes et al. (2013) y Kha et al. (2010) no entraron efecto significativo de las condiciones de secado sobre la solubilidad de microcápsulas de aceite de romero/quitosano y fruta gac/maltodextrina, reportando valores de solubilidad de 55.75 a 67.75% y de 36.91 a 38.25%, respectivamente.

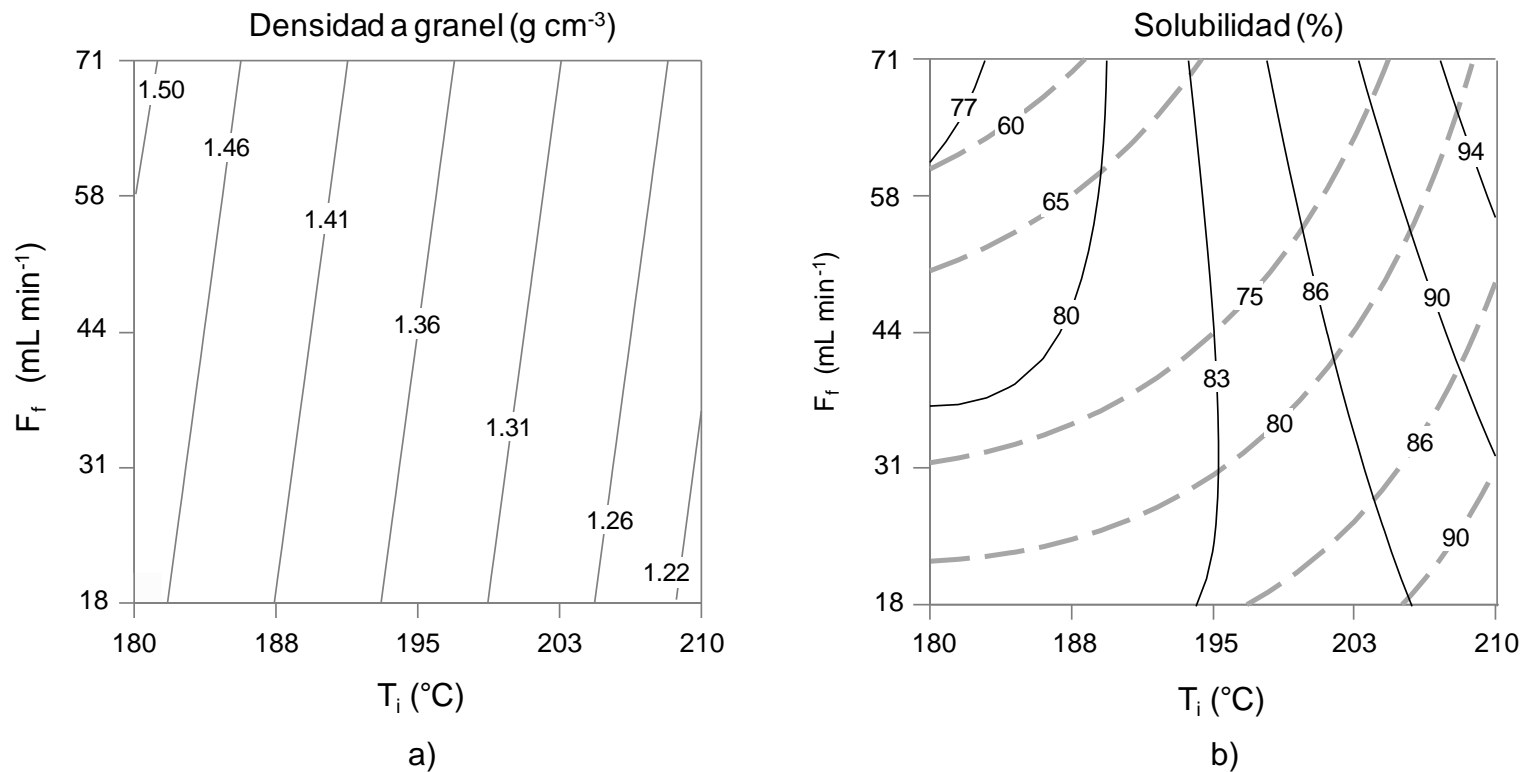


Figura 29. Efecto de la temperatura del aire de secado (T_i) y el flujo de emulsión de la emulsión (F_F) sobre la densidad a granel a) y solubilidad b) de las microcápsulas de licopeno, preparadas con una mezcla de goma de xantana (0.1%) y pectina (3.0%) con (3.0%) (línea punteada gris) o sin (línea continua negra) sacarosa.

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Contribución

La aportación de este trabajo se encuentra dirigida a la creación de nuevos y eficientes sistemas pared, para proteger compuestos bioactivos. Esto último permitirá que dichos compuestos conserven su función biológica, una vez adicionados en diversas matrices alimentarias. Con lo anterior, también se está contribuyendo en la generación de alimentos funcionales.

En este proyecto de tesis se propuso una mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa, para microencapsular mediante secado por aspersion licopeno, cabe señalar que actualmente no se conoce el efecto de dicha mezcla como encapsulante. El trabajo propone, además, utilizar el conocimiento de las propiedades reológicas como apoyo en la elección de materiales encapsulantes.

6.2. Conclusiones

En este estudio se microencapsuló licopeno mediante secado por aspersion tras una caracterización reológica del material encapsulante, el cual incluyó a la goma xantana, pectina y sacarosa. Por medio de pruebas de flujo se establecieron las concentraciones de los componentes y la temperatura de alimentación. La elección de la mezcla encapsulante se realizó en base a su estabilidad y comportamiento reológico predominante, los cuales se determinaron mediante un análisis viscoelástico.

La mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa resultó un buen sistema pared para microencapsular licopeno, debido a que se logró retener al compuesto activo hasta en un 79%. Además, se generaron microcápsulas esféricas con superficie lisa, características que contribuyen en su estabilidad y fueron atribuidas a la presencia

de sacarosa en la mezcla encapsulante. Las condiciones óptimas de secado se obtuvieron a 198°C y con un flujo de alimentación de la emulsión de 45 mL min⁻¹.

Los factores de secado influyeron significativamente sobre las variables de respuesta analizadas. La alta temperatura de secado aumentó el rendimiento de secado y la solubilidad, y redujo la eficiencia de encapsulación ($T_i > 199^\circ\text{C}$), el contenido de humedad, la actividad de agua y la densidad aparente. El flujo de alimentación de la emulsión afectó directamente el contenido de humedad, la actividad de agua e inversamente la solubilidad de las microcápsulas.

La mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa resultó un buen sistema pared para microencapsular licopeno, debido a que se logró retener al compuesto activo hasta en un 79%. Además, se generaron microcápsulas esféricas con superficie lisa, características que contribuyen a su estabilidad y fueron atribuidas a la presencia de sacarosa en la mezcla encapsulante. Las condiciones óptimas de secado se obtuvieron a 198°C y con un flujo de alimentación de la emulsión de 45 mL min⁻¹.

Se generó un novedoso y eficiente sistema para microencapsular licopeno, uno de los pigmentos naturales ampliamente reconocido por su poder antioxidante. Debido a las propiedades físicas de las microcápsulas obtenidas, se recomienda almacenarlas en un empaque hermético hasta su posterior aplicación. Las microcápsulas de licopeno además de impartir color a diversas formulaciones alimentarias ayudarán en la generación de alimentos funcionales.

6.3. Trabajo futuro

Se recomienda para trabajo futuro, evaluar las propiedades que informen sobre la estabilidad de las microcápsulas de licopeno elaboradas con goma xantana, pectina y sacarosa. Esto último mediante calorimetría de barrido diferencial, para detectar transiciones y determinar temperaturas de transformación. Así mismo, debido a la naturaleza hidrofílica de las microcápsulas se sugiere determinar las isotermas de adsorción de las muestras, las cuales son de suma importancia para la elección de materiales de envasado, condiciones de almacenamiento y para predecir la vida útil de un producto.

Se recomienda adicionar las microcápsulas de licopeno obtenidas en este estudio en diversas matrices alimentarias, evaluando su efecto en cuanto a color y actividad antioxidante en el alimento durante el procesamiento y almacenamiento.

Es importante evaluar también el efecto de la mezcla de goma xantana, pectina y sacarosa como material pared en la microencapsulación mediante secado por aspersión de algunos otros compuestos bioactivos

Apéndice A

Abreviaciones

Tabla A. 1. Descripción de abreviaturas

Abreviatura	Descripción
GX	Goma xantana
PEC	Pectina
SAC	Sacarosa
SA	Secado por aspersión
C _{GX}	Concentración de goma xantana
C _{PEC}	Concentración de pectina
C _A	Concentración de agua
C _{SAC}	Concentración de sacarosa
E1	Emulsión con sacarosa
E2	Emulsión sin sacarosa
SEM	Microscopía electrónica de barrido
DY	Rendimiento de secado
EE	Eficiencia de encapsulación
M _C	Contenido de humedad
w _i	Peso húmedo
w _f	Peso seco
ρ_a	Densidad a granel
S	Solubilidad

Apéndice B

Variables y Símbolos

Tabla B. 1. Variables y símbolos

Abreviatura	Descripción	Unidades
n	Índice de comportamiento de flujo	adimensional
K	Índice de consistencia	Pa s^n
τ	Esfuerzo de corte	Pa
γ	Velocidad de corte	s^{-1}
μ	Viscosidad	Pa s
A	Factor pre-exponencial	Pa s^n
E_a	Energía de activación de flujo	kJ mol^{-1}
R	Constante universal de los gases	$8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$
T_a	Temperatura absoluta	K
G'	Módulo de almacenamiento	
G''	Módulo de pérdida	
ω	Frecuencia oscilatoria	rad/s
k', k'', n' y n''	Constantes	
F_f	Flujo de alimentación de la emulsión	mL min^{-1}
T_i	Temperatura del aire de secado	$^{\circ}\text{C}$
a_w	Actividad de agua	

Apéndice C

Datos experimentales, análisis estadísticos y graficas adicionales

Datos experimentales de las pruebas reológicas de las soluciones acuosas de goma xantana, pectina y sacarosa

							SOLUCIÓN 1 (25°C)												
Calculating Constants:							Calculating Constants:					Calculating Constants:							
- Norm. Csr [min/s]: 2.616475							- Norm. Csr [min/s]: 2.616475					- Norm. Csr [min/s]: 2.616475							
- Norm. Css [Pa/mNm]: 40.81464							- Norm. Css [Pa/mNm]: 40.81464					- Norm. Css [Pa/mNm]: 40.81464							
- Start Delay Time [s]: 18.453							- Start Delay Time [s]: 4.832					- Start Delay Time [s]: 6.024							
- Measurement Type: 1							- Measurement Type: 1					- Measurement Type: 1							
- Motor Correction Factor: 1							- Motor Correction Factor: 1					- Motor Correction Factor: 1							
Interval: 1							Interval: 1					Interval: 1							
Number of Data Points: 20							Number of Data Points: 20					Number of Data Points: 20							
Time Setting: 20 Meas. Pts. Meas. Pt. Duration 6 s							Time Setting: 20 Meas. Pts. Meas. Pt. Duration 6 s					Time Setting: 20 Meas. Pts. Meas. Pt. Duration 6 s							
Measuring Profile:							Measuring Profile:					Measuring Profile:							
Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin							Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin							
Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa-s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]		Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa-s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]		Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa-s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]
1	6	0.515	1	0.515	0.0126		1	6	0.508	1	0.508	0.0124		1	6	0.532	1	0.532	0.013
2	12	0.411	27.3	11.2	0.274		2	12	0.397	27.3	10.8	0.265		2	12	0.416	27.3	11.3	0.278
3	18	0.381	53.5	20.4	0.499		3	18	0.367	53.5	19.7	0.482		3	18	0.384	53.5	20.6	0.504
4	24	0.36	79.8	28.7	0.703		4	24	0.347	79.8	27.7	0.678		4	24	0.363	79.8	28.9	0.709
5	30	0.343	106	36.3	0.89		5	30	0.331	106	35.1	0.859		5	30	0.345	106	36.6	0.897
6	36	0.329	132	43.5	1.07		6	36	0.317	132	42	1.03		6	36	0.331	132	43.8	1.07
7	42	0.317	159	50.3	1.23		7	42	0.306	159	48.5	1.19		7	42	0.319	159	50.6	1.24
8	48	0.307	185	56.7	1.39		8	48	0.296	185	54.7	1.34		8	48	0.308	185	56.9	1.4
9	54	0.297	211	62.7	1.54		9	54	0.287	211	60.6	1.48		9	54	0.299	211	63	1.54
10	60	0.289	237	68.6	1.68		10	60	0.279	237	66.2	1.62		10	60	0.29	237	68.8	1.69
11	66	0.281	264	74.1	1.82		11	66	0.271	264	71.6	1.75		11	66	0.282	264	74.4	1.82
12	72	0.274	290	79.5	1.95		12	72	0.265	290	76.7	1.88		12	72	0.275	290	79.7	1.95
13	78	0.268	316	84.7	2.07		13	78	0.259	316	81.7	2		13	78	0.268	316	84.8	2.08
14	84	0.262	342	89.7	2.2		14	84	0.253	342	86.5	2.12		14	84	0.262	342	89.7	2.2
15	90	0.256	369	94.5	2.32		15	90	0.247	369	91.2	2.24		15	90	0.256	369	94.5	2.32
16	96	0.251	395	99.2	2.43		16	96	0.242	395	95.7	2.35		16	96	0.251	395	99.1	2.43
17	102	0.246	421	104	2.54		17	102	0.238	421	100	2.45		17	102	0.246	421	104	2.54
18	108	0.242	447	108	2.65		18	108	0.233	447	104	2.56		18	108	0.241	447	108	2.65
19	114	0.238	474	113	2.76		19	114	0.229	474	109	2.66		19	114	0.237	474	112	2.75
20	120	0.234	500	117	2.86		20	120	0.225	500	113	2.76		20	120	0.233	500	116	2.85

						SOLUCIÓN 1 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.391				- Start Delay Time [s]:		2.953				- Start Delay Time [s]:		3.047			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.213	1	0.213	0.00522	1	6	0.22	1	0.22	0.0054	1	6	0.245	1	0.245	0.00601
2	12	0.165	27.3	4.51	0.11	2	12	0.166	27.3	4.53	0.111	2	12	0.167	27.3	4.56	0.112
3	18	0.156	53.5	8.34	0.204	3	18	0.158	53.5	8.48	0.208	3	18	0.158	53.5	8.44	0.207
4	24	0.151	79.8	12	0.294	4	24	0.154	79.8	12.3	0.3	4	24	0.152	79.8	12.1	0.298
5	30	0.146	106	15.5	0.38	5	30	0.15	106	15.9	0.39	5	30	0.148	106	15.7	0.385
6	36	0.143	132	18.9	0.464	6	36	0.147	132	19.5	0.477	6	36	0.145	132	19.2	0.469
7	42	0.14	159	22.2	0.544	7	42	0.144	159	22.9	0.561	7	42	0.142	159	22.5	0.551
8	48	0.137	185	25.4	0.622	8	48	0.142	185	26.2	0.643	8	48	0.139	185	25.8	0.631
9	54	0.135	211	28.5	0.699	9	54	0.14	211	29.4	0.722	9	54	0.137	211	28.9	0.708
10	60	0.133	237	31.5	0.772	10	60	0.137	237	32.5	0.797	10	60	0.135	237	32	0.783
11	66	0.131	264	34.4	0.844	11	66	0.135	264	35.5	0.87	11	66	0.132	264	34.9	0.855
12	72	0.128	290	37.2	0.912	12	72	0.132	290	38.4	0.94	12	72	0.13	290	37.7	0.925
13	78	0.127	316	40	0.98	13	78	0.13	316	41.2	1.01	13	78	0.128	316	40.6	0.994
14	84	0.125	342	42.8	1.05	14	84	0.128	342	44	1.08	14	84	0.127	342	43.3	1.06
15	90	0.124	369	45.6	1.12	15	90	0.127	369	46.8	1.15	15	90	0.125	369	46.1	1.13
16	96	0.122	395	48.3	1.18	16	96	0.126	395	49.7	1.22	16	96	0.124	395	48.8	1.2
17	102	0.121	421	51	1.25	17	102	0.124	421	52.4	1.28	17	102	0.122	421	51.6	1.26
18	108	0.12	447	53.7	1.32	18	108	0.123	447	55.1	1.35	18	108	0.121	447	54.3	1.33
19	114	0.119	474	56.4	1.38	19	114	0.122	474	57.7	1.41	19	114	0.12	474	57	1.4
20	120	0.118	500	59	1.45	20	120	0.121	500	60.4	1.48	20	120	0.119	500	59.7	1.46

						SOLUCIÓN 1 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.562				- Start Delay Time [s]:		3.125				- Start Delay Time [s]:		2.875			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:					
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.					
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s					
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate					
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.123	1	0.123	0.003	1	6	0.112	1	0.112	0.00275	1	6	0.318	0.999	0.318	0.00778
2	12	0.0952	27.3	2.6	0.0636	2	12	0.0876	27.3	2.39	0.0585	2	12	0.0945	27.3	2.58	0.0631
3	18	0.0914	53.5	4.89	0.12	3	18	0.0839	53.5	4.49	0.11	3	18	0.0903	53.5	4.83	0.118
4	24	0.0898	79.8	7.17	0.176	4	24	0.0825	79.8	6.59	0.161	4	24	0.0891	79.8	7.11	0.174
5	30	0.0888	106	9.42	0.231	5	30	0.0818	106	8.67	0.213	5	30	0.0892	106	9.46	0.232
6	36	0.0887	132	11.7	0.288	6	36	0.0815	132	10.8	0.264	6	36	0.0893	132	11.8	0.289
7	42	0.0885	159	14	0.344	7	42	0.0811	159	12.9	0.315	7	42	0.0892	159	14.1	0.347
8	48	0.0883	185	16.3	0.4	8	48	0.0806	185	14.9	0.365	8	48	0.0892	185	16.5	0.404
9	54	0.0881	211	18.6	0.456	9	54	0.0804	211	17	0.416	9	54	0.0895	211	18.9	0.463
10	60	0.0883	237	21	0.513	10	60	0.0803	237	19.1	0.467	10	60	0.0897	237	21.3	0.522
11	66	0.0883	264	23.3	0.571	11	66	0.0798	264	21	0.515	11	66	0.0898	264	23.7	0.58
12	72	0.0883	290	25.6	0.627	12	72	0.0789	290	22.9	0.561	12	72	0.0897	290	26	0.637
13	78	0.088	316	27.8	0.682	13	78	0.0778	316	24.6	0.603	13	78	0.0893	316	28.2	0.691
14	84	0.0876	342	30	0.735	14	84	0.0759	342	26	0.637	14	84	0.0887	342	30.4	0.744
15	90	0.0868	369	32	0.784	15	90	0.0755	369	27.8	0.682	15	90	0.0874	369	32.2	0.789
16	96	0.0859	395	33.9	0.831	16	96	0.0751	395	29.6	0.726	16	96	0.0849	395	33.5	0.821
17	102	0.0842	421	35.4	0.868	17	102	0.0748	421	31.5	0.772	17	102	0.0838	421	35.3	0.864
18	108	0.0828	447	37.1	0.908	18	108	0.075	447	33.6	0.823	18	108	0.0831	447	37.2	0.911
19	114	0.083	474	39.3	0.963	19	114	0.0743	474	35.2	0.863	19	114	0.0825	474	39.1	0.957
20	120	0.0834	500	41.7	1.02	20	120	0.074	500	37	0.906	20	120	0.082	500	41	1

						SOLUCIÓN 2 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.407				- Start Delay Time [s]:		2.891				- Start Delay Time [s]:		2.875			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:					
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.					
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s					
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate					
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.14	1	1.14	0.0279	1	6	1.13	1	1.13	0.0277	1	6	1.32	1	1.32	0.0324
2	12	0.269	27.3	7.32	0.179	2	12	0.267	27.3	7.29	0.179	2	12	0.277	27.3	7.55	0.185
3	18	0.219	53.5	11.7	0.287	3	18	0.217	53.5	11.6	0.284	3	18	0.216	53.5	11.6	0.284
4	24	0.189	79.8	15	0.369	4	24	0.187	79.8	14.9	0.365	4	24	0.183	79.8	14.6	0.359
5	30	0.166	106	17.6	0.431	5	30	0.164	106	17.4	0.427	5	30	0.161	106	17.1	0.418
6	36	0.148	132	19.6	0.48	6	36	0.147	132	19.5	0.477	6	36	0.144	132	19.1	0.467
7	42	0.134	159	21.2	0.521	7	42	0.133	159	21.1	0.518	7	42	0.131	159	20.7	0.508
8	48	0.123	185	22.7	0.556	8	48	0.122	185	22.6	0.553	8	48	0.12	185	22.2	0.544
9	54	0.114	211	24	0.587	9	54	0.113	211	23.8	0.584	9	54	0.111	211	23.5	0.575
10	60	0.106	237	25.1	0.615	10	60	0.105	237	25	0.612	10	60	0.104	237	24.6	0.603
11	66	0.0993	264	26.2	0.641	11	66	0.0987	264	26	0.638	11	66	0.0974	264	25.7	0.629
12	72	0.0936	290	27.1	0.665	12	72	0.0931	290	27	0.661	12	72	0.0918	290	26.6	0.652
13	78	0.0888	316	28.1	0.688	13	78	0.0883	316	27.9	0.684	13	78	0.0871	316	27.5	0.675
14	84	0.0845	342	28.9	0.709	14	84	0.084	342	28.8	0.705	14	84	0.0829	342	28.4	0.695
15	90	0.0808	369	29.8	0.73	15	90	0.0803	369	29.6	0.725	15	90	0.0792	369	29.2	0.716
16	96	0.0774	395	30.6	0.749	16	96	0.077	395	30.4	0.745	16	96	0.0759	395	30	0.735
17	102	0.0744	421	31.3	0.768	17	102	0.074	421	31.2	0.764	17	102	0.073	421	30.8	0.754
18	108	0.0718	447	32.1	0.787	18	108	0.0714	447	31.9	0.782	18	108	0.0704	447	31.5	0.772
19	114	0.0693	474	32.8	0.805	19	114	0.0689	474	32.7	0.8	19	114	0.068	474	32.2	0.79
20	120	0.0672	500	33.6	0.823	20	120	0.0668	500	33.4	0.818	20	120	0.0659	500	33	0.808

						SOLUCIÓN 2 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csr [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.719				- Start Delay Time [s]:		2.625				- Start Delay Time [s]:		3.062			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:					
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.					
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s					
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate					
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.05	1	1.06	0.0259	1	6	0.994	1	0.995	0.0244	1	6	1.02	1	1.02	0.025
2	12	0.187	27.3	5.1	0.125	2	12	0.186	27.3	5.08	0.124	2	12	0.19	27.3	5.18	0.127
3	18	0.15	53.5	8.04	0.197	3	18	0.15	53.5	8.02	0.197	3	18	0.153	53.5	8.16	0.2
4	24	0.13	79.8	10.4	0.255	4	24	0.13	79.8	10.4	0.254	4	24	0.132	79.8	10.5	0.258
5	30	0.116	106	12.3	0.302	5	30	0.116	106	12.2	0.3	5	30	0.117	106	12.4	0.304
6	36	0.105	132	13.9	0.342	6	36	0.105	132	13.8	0.339	6	36	0.106	132	14	0.343
7	42	0.0969	159	15.4	0.377	7	42	0.0959	159	15.2	0.373	7	42	0.0972	159	15.4	0.378
8	48	0.0901	185	16.6	0.408	8	48	0.0891	185	16.5	0.403	8	48	0.0903	185	16.7	0.409
9	54	0.0843	211	17.8	0.436	9	54	0.0833	211	17.6	0.431	9	54	0.0845	211	17.8	0.437
10	60	0.0794	237	18.8	0.462	10	60	0.0785	237	18.6	0.457	10	60	0.0797	237	18.9	0.463
11	66	0.0752	264	19.8	0.486	11	66	0.0743	264	19.6	0.48	11	66	0.0754	264	19.9	0.487
12	72	0.0715	290	20.7	0.508	12	72	0.0707	290	20.5	0.502	12	72	0.0717	290	20.8	0.51
13	78	0.0683	316	21.6	0.529	13	78	0.0675	316	21.3	0.523	13	78	0.0685	316	21.7	0.531
14	84	0.0653	342	22.4	0.548	14	84	0.0645	342	22.1	0.542	14	84	0.0656	342	22.5	0.551
15	90	0.0628	369	23.1	0.567	15	90	0.062	369	22.9	0.56	15	90	0.0631	369	23.3	0.57
16	96	0.0604	395	23.9	0.584	16	96	0.0597	395	23.6	0.578	16	96	0.0608	395	24	0.588
17	102	0.0583	421	24.6	0.602	17	102	0.0577	421	24.3	0.595	17	102	0.0588	421	24.7	0.606
18	108	0.0565	447	25.3	0.619	18	108	0.0558	447	25	0.612	18	108	0.0569	447	25.5	0.624
19	114	0.0547	474	25.9	0.635	19	114	0.0542	474	25.7	0.629	19	114	0.0552	474	26.2	0.641
20	120	0.0532	500	26.6	0.652	20	120	0.0526	500	26.3	0.645	20	120	0.0537	500	26.8	0.658

						SOLUCIÓN 2 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.547				- Start Delay Time [s]:		2.75				- Start Delay Time [s]:		3.703			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:					
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s					
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate					
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					
Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]	Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]	Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]
1	6	0.835	1	0.836	0.0205	1	6	0.806	1	0.807	0.0198	1	6	0.875	1	0.875	0.0214
2	12	0.145	27.3	3.96	0.097	2	12	0.142	27.3	3.87	0.0949	2	12	0.146	27.3	3.99	0.0977
3	18	0.118	53.5	6.31	0.154	3	18	0.115	53.5	6.16	0.151	3	18	0.117	53.5	6.27	0.154
4	24	0.102	79.8	8.14	0.199	4	24	0.1	79.8	7.98	0.195	4	24	0.101	79.8	8.03	0.197
5	30	0.0906	106	9.61	0.235	5	30	0.089	106	9.44	0.231	5	30	0.0892	106	9.46	0.232
6	36	0.0823	132	10.9	0.267	6	36	0.0809	132	10.7	0.262	6	36	0.081	132	10.7	0.263
7	42	0.0761	159	12.1	0.296	7	42	0.0748	159	11.9	0.29	7	42	0.0749	159	11.9	0.291
8	48	0.0712	185	13.2	0.323	8	48	0.0699	185	12.9	0.317	8	48	0.0702	185	13	0.318
9	54	0.0671	211	14.2	0.347	9	54	0.0659	211	13.9	0.341	9	54	0.0663	211	14	0.343
10	60	0.0636	237	15.1	0.37	10	60	0.0625	237	14.8	0.364	10	60	0.063	237	15	0.367
11	66	0.0605	264	15.9	0.391	11	66	0.0595	264	15.7	0.385	11	66	0.0601	264	15.9	0.388
12	72	0.0577	290	16.7	0.41	12	72	0.0569	290	16.5	0.404	12	72	0.0575	290	16.7	0.408
13	78	0.0551	316	17.4	0.427	13	78	0.0545	316	17.2	0.422	13	78	0.0552	316	17.5	0.428
14	84	0.0527	342	18	0.442	14	84	0.0523	342	17.9	0.439	14	84	0.0531	342	18.2	0.445
15	90	0.0506	369	18.7	0.457	15	90	0.0503	369	18.5	0.454	15	90	0.0511	369	18.9	0.462
16	96	0.0488	395	19.3	0.472	16	96	0.0485	395	19.1	0.469	16	96	0.0493	395	19.5	0.477
17	102	0.0471	421	19.8	0.486	17	102	0.0468	421	19.7	0.483	17	102	0.0475	421	20	0.49
18	108	0.0455	447	20.4	0.499	18	108	0.0453	447	20.3	0.497	18	108	0.046	447	20.6	0.504
19	114	0.0441	474	20.9	0.511	19	114	0.044	474	20.8	0.511	19	114	0.0445	474	21.1	0.516
20	120	0.0428	500	21.4	0.525	20	120	0.0429	500	21.4	0.525	20	120	0.0433	500	21.6	0.53

							SOLUCIÓN 3 (25°C)												
Calculating Constants:							Calculating Constants:						Calculating Constants:						
- Norm. Csr [min/s]: 2.616475							- Norm. Csr [min/s]: 2.616475						- Norm. Csr [min/s]: 2.616475						
- Norm. Csx [Pa/mNm]: 40.81464							- Norm. Csx [Pa/mNm]: 40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]: 40.81464						
- Start Delay Time [s]: 2.703							- Start Delay Time [s]: 3.36						- Start Delay Time [s]: 4.375						
- Measurement Type: 1							- Measurement Type: 1						- Measurement Type: 1						
- Motor Correction Factor: 1							- Motor Correction Factor: 1						- Motor Correction Factor: 1						
Interval: 1							Interval: 1						Interval: 1						
Number of Data Points: 20							Number of Data Points: 20						Number of Data Points: 20						
Time Setting: 20 Meas. Pts.							Time Setting: 20 Meas. Pts.						Time Setting: 20 Meas. Pts.						
Meas. Pt. Duration 6 s							Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						
Measuring Profile:							Measuring Profile:						Measuring Profile:						
Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin							Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						
Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]		Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]	Meas. Pts.	Time [s]	Viscosity [Pa·s]	Shear Rate [1/s]	Shear Stress [Pa]	Torque [mNm]	
1	6	2.33	1	2.33	0.0572		1	6	2.26	1	2.26	0.0555	1	6	2.27	1	2.27	0.0556	
2	12	1.09	27.3	29.6	0.726		2	12	1.06	27.3	28.9	0.707	2	12	1.06	27.3	29	0.71	
3	18	0.894	53.5	47.8	1.17		3	18	0.873	53.5	46.7	1.15	3	18	0.874	53.5	46.8	1.15	
4	24	0.787	79.8	62.8	1.54		4	24	0.77	79.8	61.4	1.51	4	24	0.768	79.8	61.3	1.5	
5	30	0.713	106	75.6	1.85		5	30	0.699	106	74.1	1.82	5	30	0.696	106	73.8	1.81	
6	36	0.657	132	87	2.13		6	36	0.645	132	85.4	2.09	6	36	0.642	132	85	2.08	
7	42	0.613	159	97.1	2.38		7	42	0.602	159	95.4	2.34	7	42	0.599	159	94.9	2.33	
8	48	0.574	185	106	2.6		8	48	0.565	185	104	2.56	8	48	0.562	185	104	2.54	
9	54	0.541	211	114	2.8		9	54	0.533	211	113	2.76	9	54	0.53	211	112	2.74	
10	60	0.512	237	122	2.98		10	60	0.505	237	120	2.94	10	60	0.502	237	119	2.92	
11	66	0.488	264	129	3.15		11	66	0.481	264	127	3.11	11	66	0.478	264	126	3.09	
12	72	0.466	290	135	3.31		12	72	0.46	290	133	3.27	12	72	0.456	290	132	3.24	
13	78	0.447	316	141	3.46		13	78	0.441	316	139	3.41	13	78	0.438	316	138	3.39	
14	84	0.43	342	147	3.6		14	84	0.424	342	145	3.56	14	84	0.423	342	145	3.55	
15	90	0.414	369	153	3.74		15	90	0.409	369	151	3.69	15	90	0.408	369	150	3.68	
16	96	0.4	395	158	3.87		16	96	0.395	395	156	3.82	16	96	0.394	395	156	3.81	
17	102	0.388	421	163	4		17	102	0.383	421	161	3.95	17	102	0.381	421	161	3.93	
18	108	0.377	447	168	4.13		18	108	0.371	447	166	4.07	18	108	0.37	447	165	4.05	
19	114	0.366	474	173	4.25		19	114	0.361	474	171	4.19	19	114	0.359	474	170	4.17	
20	120	0.357	500	178	4.37		20	120	0.351	500	176	4.3	20	120	0.35	500	175	4.28	

						SOLUCIÓN 3 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.875				- Start Delay Time [s]:		3.609				- Start Delay Time [s]:		3.344			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.05	1	1.05	0.0257	1	6	1.12	1	1.12	0.0275	1	6	1.08	1	1.08	0.0264
2	12	0.481	27.3	13.1	0.321	2	12	0.484	27.3	13.2	0.323	2	12	0.488	27.3	13.3	0.326
3	18	0.417	53.5	22.3	0.547	3	18	0.418	53.5	22.4	0.549	3	18	0.424	53.5	22.7	0.556
4	24	0.381	79.8	30.4	0.745	4	24	0.382	79.8	30.5	0.748	4	24	0.388	79.8	30.9	0.758
5	30	0.356	106	37.8	0.926	5	30	0.358	106	37.9	0.929	5	30	0.362	106	38.4	0.941
6	36	0.337	132	44.6	1.09	6	36	0.339	132	44.8	1.1	6	36	0.343	132	45.4	1.11
7	42	0.322	159	51	1.25	7	42	0.323	159	51.2	1.26	7	42	0.327	159	51.9	1.27
8	48	0.309	185	57.1	1.4	8	48	0.31	185	57.3	1.4	8	48	0.314	185	58	1.42
9	54	0.297	211	62.8	1.54	9	54	0.299	211	63	1.54	9	54	0.302	211	63.7	1.56
10	60	0.287	237	68.1	1.67	10	60	0.289	237	68.5	1.68	10	60	0.291	237	69.2	1.69
11	66	0.278	264	73.3	1.8	11	66	0.28	264	73.8	1.81	11	66	0.282	264	74.4	1.82
12	72	0.27	290	78.2	1.92	12	72	0.272	290	78.8	1.93	12	72	0.274	290	79.4	1.95
13	78	0.263	316	83	2.03	13	78	0.265	316	83.6	2.05	13	78	0.266	316	84.2	2.06
14	84	0.256	342	87.7	2.15	14	84	0.258	342	88.3	2.16	14	84	0.26	342	88.9	2.18
15	90	0.25	369	92.1	2.26	15	90	0.252	369	92.8	2.27	15	90	0.253	369	93.4	2.29
16	96	0.244	395	96.4	2.36	16	96	0.246	395	97.2	2.38	16	96	0.247	395	97.7	2.39
17	102	0.239	421	101	2.46	17	102	0.241	421	101	2.48	17	102	0.242	421	102	2.5
18	108	0.234	447	105	2.56	18	108	0.236	447	106	2.59	18	108	0.237	447	106	2.6
19	114	0.229	474	109	2.66	19	114	0.231	474	110	2.68	19	114	0.232	474	110	2.7
20	120	0.225	500	112	2.75	20	120	0.227	500	113	2.78	20	120	0.228	500	114	2.79

						SOLUCIÓN 3 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		5.907				- Start Delay Time [s]:		2.812				- Start Delay Time [s]:		2.61			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.11	1	1.11	0.0271	1	6	0.697	1	0.697	0.0171	1	6	0.687	1	0.687	0.0168
2	12	0.467	27.3	12.7	0.312	2	12	0.277	27.3	7.54	0.185	2	12	0.268	27.3	7.31	0.179
3	18	0.416	53.5	22.3	0.546	3	18	0.239	53.5	12.8	0.314	3	18	0.233	53.5	12.5	0.306
4	24	0.39	79.8	31.1	0.763	4	24	0.22	79.8	17.5	0.43	4	24	0.217	79.8	17.3	0.423
5	30	0.373	106	39.6	0.969	5	30	0.207	106	21.9	0.538	5	30	0.207	106	21.9	0.537
6	36	0.361	132	47.8	1.17	6	36	0.197	132	26.1	0.64	6	36	0.2	132	26.4	0.647
7	42	0.351	159	55.7	1.36	7	42	0.19	159	30.2	0.74	7	42	0.194	159	30.8	0.754
8	48	0.342	185	63.1	1.55	8	48	0.185	185	34.1	0.836	8	48	0.189	185	35	0.858
9	54	0.333	211	70.3	1.72	9	54	0.179	211	37.9	0.928	9	54	0.186	211	39.2	0.96
10	60	0.325	237	77.2	1.89	10	60	0.175	237	41.5	1.02	10	60	0.182	237	43.2	1.06
11	66	0.318	264	83.8	2.05	11	66	0.171	264	45.1	1.11	11	66	0.179	264	47.2	1.16
12	72	0.312	290	90.3	2.21	12	72	0.168	290	48.7	1.19	12	72	0.176	290	51.1	1.25
13	78	0.306	316	96.7	2.37	13	78	0.165	316	52.2	1.28	13	78	0.174	316	54.9	1.35
14	84	0.3	342	103	2.52	14	84	0.163	342	55.7	1.36	14	84	0.171	342	58.7	1.44
15	90	0.295	369	109	2.67	15	90	0.16	369	59.2	1.45	15	90	0.17	369	62.5	1.53
16	96	0.291	395	115	2.81	16	96	0.159	395	62.7	1.54	16	96	0.168	395	66.4	1.63
17	102	0.286	421	120	2.95	17	102	0.157	421	66.2	1.62	17	102	0.166	421	69.9	1.71
18	108	0.282	447	126	3.09	18	108	0.156	447	69.7	1.71	18	108	0.162	447	72.4	1.78
19	114	0.278	474	132	3.22	19	114	0.153	474	72.7	1.78	19	114	0.16	474	75.7	1.85
20	120	0.274	500	137	3.35	20	120	0.148	500	74	1.81	20	120	0.158	500	79	1.94

						SOLUCIÓN 4 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.391				- Start Delay Time [s]:		3.75				- Start Delay Time [s]:		2.86			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.483	1	0.483	0.0118	1	6	0.473	1	0.473	0.0116	1	6	0.493	1	0.493	0.0121
2	12	0.383	27.3	10.5	0.256	2	12	0.378	27.3	10.3	0.252	2	12	0.383	27.3	10.4	0.256
3	18	0.354	53.5	19	0.465	3	18	0.351	53.5	18.8	0.46	3	18	0.355	53.5	19	0.465
4	24	0.334	79.8	26.7	0.653	4	24	0.332	79.8	26.5	0.649	4	24	0.336	79.8	26.8	0.657
5	30	0.319	106	33.9	0.829	5	30	0.318	106	33.7	0.825	5	30	0.321	106	34.1	0.835
6	36	0.307	132	40.6	0.995	6	36	0.306	132	40.4	0.991	6	36	0.309	132	40.9	1
7	42	0.296	159	47	1.15	7	42	0.295	159	46.8	1.15	7	42	0.299	159	47.4	1.16
8	48	0.287	185	53	1.3	8	48	0.286	185	52.9	1.3	8	48	0.29	185	53.6	1.31
9	54	0.278	211	58.8	1.44	9	54	0.278	211	58.7	1.44	9	54	0.281	211	59.4	1.46
10	60	0.271	237	64.3	1.57	10	60	0.27	237	64.2	1.57	10	60	0.274	237	65	1.59
11	66	0.264	264	69.5	1.7	11	66	0.264	264	69.5	1.7	11	66	0.267	264	70.3	1.72
12	72	0.257	290	74.6	1.83	12	72	0.257	290	74.6	1.83	12	72	0.26	290	75.4	1.85
13	78	0.251	316	79.5	1.95	13	78	0.251	316	79.5	1.95	13	78	0.254	316	80.4	1.97
14	84	0.246	342	84.2	2.06	14	84	0.246	342	84.2	2.06	14	84	0.249	342	85.2	2.09
15	90	0.241	369	88.8	2.17	15	90	0.241	369	88.8	2.18	15	90	0.244	369	89.8	2.2
16	96	0.236	395	93.2	2.28	16	96	0.236	395	93.3	2.29	16	96	0.239	395	94.3	2.31
17	102	0.231	421	97.5	2.39	17	102	0.232	421	97.6	2.39	17	102	0.234	421	98.6	2.42
18	108	0.227	447	102	2.49	18	108	0.228	447	102	2.49	18	108	0.23	447	103	2.52
19	114	0.223	474	106	2.59	19	114	0.224	474	106	2.6	19	114	0.226	474	107	2.62
20	120	0.219	500	110	2.69	20	120	0.22	500	110	2.69	20	120	0.222	500	111	2.72

						SOLUCIÓN 4 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.187				- Start Delay Time [s]:		1.953				- Start Delay Time [s]:		2.812			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.25	1	0.25	0.00614	1	6	0.219	1	0.219	0.00537	1	6	0.205	1	0.205	0.00503
2	12	0.165	27.3	4.49	0.11	2	12	0.168	27.3	4.58	0.112	2	12	0.163	27.3	4.44	0.109
3	18	0.155	53.5	8.28	0.203	3	18	0.159	53.5	8.51	0.208	3	18	0.155	53.5	8.28	0.203
4	24	0.149	79.8	11.9	0.291	4	24	0.154	79.8	12.3	0.301	4	24	0.15	79.8	12	0.293
5	30	0.145	106	15.3	0.376	5	30	0.15	106	15.9	0.389	5	30	0.146	106	15.5	0.38
6	36	0.142	132	18.8	0.46	6	36	0.147	132	19.4	0.476	6	36	0.143	132	19	0.465
7	42	0.14	159	22.1	0.542	7	42	0.144	159	22.9	0.561	7	42	0.141	159	22.3	0.547
8	48	0.138	185	25.4	0.623	8	48	0.142	185	26.3	0.644	8	48	0.139	185	25.6	0.628
9	54	0.136	211	28.7	0.702	9	54	0.14	211	29.6	0.724	9	54	0.137	211	28.8	0.707
10	60	0.134	237	31.8	0.779	10	60	0.138	237	32.8	0.803	10	60	0.135	237	32	0.783
11	66	0.132	264	34.8	0.854	11	66	0.136	264	35.9	0.879	11	66	0.133	264	35	0.858
12	72	0.131	290	37.9	0.929	12	72	0.134	290	39	0.955	12	72	0.131	290	38	0.932
13	78	0.129	316	40.9	1	13	78	0.133	316	42.1	1.03	13	78	0.13	316	41	1
14	84	0.128	342	43.9	1.08	14	84	0.132	342	45.1	1.11	14	84	0.128	342	43.9	1.08
15	90	0.127	369	46.9	1.15	15	90	0.131	369	48.2	1.18	15	90	0.127	369	46.8	1.15
16	96	0.126	395	49.9	1.22	16	96	0.13	395	51.3	1.26	16	96	0.126	395	49.7	1.22
17	102	0.125	421	52.8	1.29	17	102	0.129	421	54.2	1.33	17	102	0.125	421	52.5	1.29
18	108	0.124	447	55.5	1.36	18	108	0.128	447	57.1	1.4	18	108	0.124	447	55.3	1.36
19	114	0.123	474	58.2	1.43	19	114	0.127	474	60	1.47	19	114	0.123	474	58.1	1.42
20	120	0.122	500	60.8	1.49	20	120	0.126	500	62.8	1.54	20	120	0.122	500	60.8	1.49

						SOLUCIÓN 4 (75°C)																	
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:											
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475					
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464					
- Start Delay Time [s]:		3.187						- Start Delay Time [s]:		2.75						- Start Delay Time [s]:		2.922					
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1					
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1					
Interval:						1						Interval:						1					
Number of Data Points:						20						Number of Data Points:						20					
Time Setting:						20 Meas. Pts.						Time Setting:						20 Meas. Pts.					
						Meas. Pt. Duration 6 s												Meas. Pt. Duration 6 s					
Measuring Profile:												Measuring Profile:											
Shear Rate						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin					
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque						
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]						
1	6	0.115	1	0.115	0.00283	1	6	0.126	1	0.126	0.00309	1	6	0.118	1	0.118	0.00288						
2	12	0.0871	27.3	2.37	0.0582	2	12	0.0933	27.3	2.54	0.0623	2	12	0.0915	27.3	2.5	0.0611						
3	18	0.0842	53.5	4.51	0.11	3	18	0.0893	53.5	4.78	0.117	3	18	0.0882	53.5	4.72	0.116						
4	24	0.0832	79.8	6.64	0.163	4	24	0.0876	79.8	6.99	0.171	4	24	0.0866	79.8	6.91	0.169						
5	30	0.0829	106	8.79	0.215	5	30	0.0867	106	9.2	0.225	5	30	0.086	106	9.12	0.223						
6	36	0.0827	132	10.9	0.268	6	36	0.0862	132	11.4	0.28	6	36	0.0857	132	11.3	0.278						
7	42	0.0827	159	13.1	0.321	7	42	0.0858	159	13.6	0.334	7	42	0.0857	159	13.6	0.333						
8	48	0.0827	185	15.3	0.375	8	48	0.0858	185	15.9	0.389	8	48	0.0859	185	15.9	0.389						
9	54	0.0826	211	17.4	0.427	9	54	0.0856	211	18.1	0.443	9	54	0.0864	211	18.2	0.447						
10	60	0.0823	237	19.5	0.479	10	60	0.0853	237	20.2	0.496	10	60	0.087	237	20.6	0.506						
11	66	0.0817	264	21.5	0.528	11	66	0.0849	264	22.4	0.548	11	66	0.0876	264	23.1	0.566						
12	72	0.0807	290	23.4	0.573	12	72	0.0843	290	24.4	0.599	12	72	0.0879	290	25.5	0.624						
13	78	0.0794	316	25.1	0.615	13	78	0.0837	316	26.5	0.649	13	78	0.088	316	27.8	0.682						
14	84	0.0785	342	26.9	0.659	14	84	0.0824	342	28.2	0.691	14	84	0.0879	342	30.1	0.738						
15	90	0.0782	369	28.8	0.707	15	90	0.0813	369	30	0.735	15	90	0.0866	369	31.9	0.783						
16	96	0.0776	395	30.7	0.751	16	96	0.0807	395	31.9	0.781	16	96	0.0855	395	33.8	0.827						
17	102	0.0772	421	32.5	0.797	17	102	0.0799	421	33.7	0.825	17	102	0.0853	421	35.9	0.881						
18	108	0.0772	447	34.6	0.847	18	108	0.0792	447	35.4	0.868	18	108	0.0852	447	38.1	0.934						
19	114	0.0766	474	36.3	0.889	19	114	0.0788	474	37.3	0.915	19	114	0.0849	474	40.2	0.985						
20	120	0.0761	500	38.1	0.933	20	120	0.0784	500	39.2	0.961	20	120	0.0848	500	42.4	1.04						

						SOLUCIÓN 5 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.125				- Start Delay Time [s]:		3.188				- Start Delay Time [s]:		2.734			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.464	1	0.464	0.0114	1	6	0.454	1	0.454	0.0111	1	6	0.471	1	0.471	0.0116
2	12	0.251	27.3	6.85	0.168	2	12	0.25	27.3	6.8	0.167	2	12	0.262	27.3	7.14	0.175
3	18	0.224	53.5	12	0.294	3	18	0.223	53.5	11.9	0.292	3	18	0.233	53.5	12.5	0.306
4	24	0.207	79.8	16.5	0.405	4	24	0.206	79.8	16.4	0.402	4	24	0.215	79.8	17.2	0.421
5	30	0.194	106	20.6	0.505	5	30	0.193	106	20.5	0.501	5	30	0.202	106	21.4	0.524
6	36	0.184	132	24.4	0.598	6	36	0.183	132	24.2	0.593	6	36	0.191	132	25.3	0.62
7	42	0.176	159	27.9	0.683	7	42	0.174	159	27.7	0.678	7	42	0.182	159	28.9	0.709
8	48	0.169	185	31.2	0.764	8	48	0.167	185	30.9	0.757	8	48	0.175	185	32.3	0.792
9	54	0.162	211	34.3	0.839	9	54	0.161	211	34	0.832	9	54	0.168	211	35.5	0.871
10	60	0.157	237	37.2	0.911	10	60	0.155	237	36.9	0.903	10	60	0.163	237	38.6	0.945
11	66	0.152	264	39.9	0.979	11	66	0.15	264	39.6	0.97	11	66	0.157	264	41.5	1.02
12	72	0.147	290	42.6	1.04	12	72	0.146	290	42.2	1.03	12	72	0.152	290	44.2	1.08
13	78	0.143	316	45.1	1.11	13	78	0.141	316	44.7	1.1	13	78	0.148	316	46.8	1.15
14	84	0.139	342	47.5	1.16	14	84	0.137	342	47.1	1.15	14	84	0.144	342	49.3	1.21
15	90	0.135	369	49.8	1.22	15	90	0.134	369	49.3	1.21	15	90	0.14	369	51.7	1.27
16	96	0.132	395	52	1.27	16	96	0.13	395	51.5	1.26	16	96	0.137	395	54	1.32
17	102	0.129	421	54.2	1.33	17	102	0.127	421	53.6	1.31	17	102	0.133	421	56.2	1.38
18	108	0.126	447	56.2	1.38	18	108	0.124	447	55.7	1.36	18	108	0.13	447	58.3	1.43
19	114	0.123	474	58.2	1.43	19	114	0.122	474	57.6	1.41	19	114	0.127	474	60.4	1.48
20	120	0.12	500	60.2	1.47	20	120	0.119	500	59.5	1.46	20	120	0.125	500	62.4	1.53

						SOLUCIÓN 5 (50°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.516						- Start Delay Time [s]:		3.078						- Start Delay Time [s]:		3.235			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
1						1						1									
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
20						20						20									
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.									
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s									
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate									
d(gamma)/dt = 100 1/s						d(gamma)/dt = 100 1/s						d(gamma)/dt = 100 1/s									
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.312	1	0.312	0.00765	1	6	0.245	1	0.245	0.00601	1	6	0.249	1	0.249	0.00611				
2	12	0.13	27.3	3.55	0.087	2	12	0.128	27.3	3.48	0.0852	2	12	0.125	27.3	3.4	0.0834				
3	18	0.117	53.5	6.24	0.153	3	18	0.114	53.5	6.12	0.15	3	18	0.112	53.5	6	0.147				
4	24	0.11	79.8	8.75	0.214	4	24	0.107	79.8	8.56	0.21	4	24	0.106	79.8	8.42	0.206				
5	30	0.105	106	11.1	0.272	5	30	0.103	106	10.9	0.266	5	30	0.101	106	10.7	0.262				
6	36	0.101	132	13.3	0.327	6	36	0.0989	132	13.1	0.321	6	36	0.0972	132	12.9	0.315				
7	42	0.0974	159	15.4	0.378	7	42	0.0958	159	15.2	0.372	7	42	0.0942	159	14.9	0.366				
8	48	0.0949	185	17.5	0.43	8	48	0.0931	185	17.2	0.422	8	48	0.0918	185	17	0.416				
9	54	0.0923	211	19.5	0.477	9	54	0.0909	211	19.2	0.47	9	54	0.0895	211	18.9	0.463				
10	60	0.09	237	21.4	0.523	10	60	0.0887	237	21	0.516	10	60	0.0874	237	20.7	0.508				
11	66	0.0881	264	23.2	0.569	11	66	0.0867	264	22.9	0.56	11	66	0.0855	264	22.5	0.552				
12	72	0.0861	290	24.9	0.611	12	72	0.0849	290	24.6	0.603	12	72	0.0837	290	24.3	0.594				
13	78	0.0843	316	26.7	0.653	13	78	0.0833	316	26.3	0.646	13	78	0.0821	316	26	0.636				
14	84	0.0827	342	28.3	0.693	14	84	0.0818	342	28	0.687	14	84	0.0807	342	27.6	0.677				
15	90	0.0812	369	30	0.734	15	90	0.0804	369	29.6	0.726	15	90	0.0794	369	29.3	0.717				
16	96	0.08	395	31.6	0.774	16	96	0.079	395	31.2	0.764	16	96	0.078	395	30.8	0.755				
17	102	0.079	421	33.3	0.815	17	102	0.0777	421	32.7	0.802	17	102	0.0768	421	32.3	0.792				
18	108	0.078	447	34.9	0.855	18	108	0.0765	447	34.2	0.838	18	108	0.0757	447	33.9	0.83				
19	114	0.0769	474	36.4	0.893	19	114	0.0753	474	35.7	0.874	19	114	0.0746	474	35.3	0.866				
20	120	0.0761	500	38	0.932	20	120	0.0743	500	37.1	0.91	20	120	0.0736	500	36.8	0.901				

						SOLUCIÓN 5 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.313				- Start Delay Time [s]:		3.516				- Start Delay Time [s]:		2.734			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.492	1	0.493	0.0121	1	6	0.189	1	0.189	0.00463	1	6	0.244	1	0.244	0.00598
2	12	0.0801	27.3	2.18	0.0535	2	12	0.0862	27.3	2.35	0.0576	2	12	0.0862	27.3	2.35	0.0575
3	18	0.0693	53.5	3.71	0.0909	3	18	0.0796	53.5	4.26	0.104	3	18	0.0783	53.5	4.19	0.103
4	24	0.0663	79.8	5.29	0.13	4	24	0.0774	79.8	6.18	0.151	4	24	0.0755	79.8	6.02	0.148
5	30	0.0647	106	6.86	0.168	5	30	0.0763	106	8.09	0.198	5	30	0.0739	106	7.83	0.192
6	36	0.063	132	8.34	0.204	6	36	0.0755	132	9.98	0.245	6	36	0.073	132	9.66	0.237
7	42	0.062	159	9.84	0.241	7	42	0.0748	159	11.9	0.291	7	42	0.0723	159	11.5	0.281
8	48	0.0616	185	11.4	0.279	8	48	0.074	185	13.7	0.335	8	48	0.0716	185	13.2	0.324
9	54	0.0612	211	12.9	0.316	9	54	0.0732	211	15.5	0.379	9	54	0.0711	211	15	0.368
10	60	0.0608	237	14.4	0.354	10	60	0.0722	237	17.1	0.42	10	60	0.0714	237	17	0.415
11	66	0.0603	264	15.9	0.39	11	66	0.0704	264	18.6	0.455	11	66	0.0716	264	18.9	0.463
12	72	0.0594	290	17.2	0.422	12	72	0.0687	290	19.9	0.488	12	72	0.0712	290	20.6	0.506
13	78	0.0582	316	18.4	0.451	13	78	0.0672	316	21.3	0.521	13	78	0.0708	316	22.4	0.549
14	84	0.0566	342	19.4	0.475	14	84	0.0656	342	22.5	0.55	14	84	0.0699	342	23.9	0.587
15	90	0.0552	369	20.3	0.498	15	90	0.0643	369	23.7	0.581	15	90	0.0694	369	25.6	0.627
16	96	0.0541	395	21.4	0.524	16	96	0.0629	395	24.8	0.608	16	96	0.0681	395	26.9	0.659
17	102	0.0532	421	22.4	0.549	17	102	0.0616	421	25.9	0.636	17	102	0.0648	421	27.3	0.669
18	108	0.0521	447	23.3	0.571	18	108	0.0608	447	27.2	0.666	18	108	0.0631	447	28.2	0.692
19	114	0.0509	474	24.1	0.591	19	114	0.0599	474	28.4	0.695	19	114	0.0619	474	29.3	0.719
20	120	0.0499	500	25	0.612	20	120	0.0593	500	29.6	0.726	20	120	0.0611	500	30.5	0.748

						SOLUCIÓN 6 (25°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.938						- Start Delay Time [s]:		4.297						- Start Delay Time [s]:		3.609			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
1						1						1									
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
20						20						20									
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.									
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s									
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate									
d(gamma)/dt = 100 1/s						d(gamma)/dt = 100 1/s						d(gamma)/dt = 100 1/s									
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	2.15	1	2.15	0.0527	1	6	2.18	1	2.18	0.0534	1	6	2.22	1	2.22	0.0544				
2	12	1	27.3	27.3	0.669	2	12	1.03	27.3	28.2	0.69	2	12	1.04	27.3	28.3	0.694				
3	18	0.824	53.5	44.1	1.08	3	18	0.85	53.5	45.5	1.12	3	18	0.855	53.5	45.8	1.12				
4	24	0.723	79.8	57.7	1.41	4	24	0.747	79.8	59.6	1.46	4	24	0.752	79.8	60	1.47				
5	30	0.654	106	69.3	1.7	5	30	0.676	106	71.7	1.76	5	30	0.681	106	72.2	1.77				
6	36	0.602	132	79.6	1.95	6	36	0.622	132	82.4	2.02	6	36	0.627	132	83	2.03				
7	42	0.56	159	88.8	2.18	7	42	0.579	159	91.9	2.25	7	42	0.584	159	92.6	2.27				
8	48	0.525	185	97.1	2.38	8	48	0.544	185	101	2.46	8	48	0.548	185	101	2.48				
9	54	0.496	211	105	2.56	9	54	0.513	211	108	2.65	9	54	0.517	211	109	2.68				
10	60	0.47	237	112	2.73	10	60	0.486	237	115	2.83	10	60	0.49	237	116	2.85				
11	66	0.448	264	118	2.89	11	66	0.463	264	122	2.99	11	66	0.466	264	123	3.01				
12	72	0.428	290	124	3.04	12	72	0.442	290	128	3.14	12	72	0.445	290	129	3.16				
13	78	0.41	316	130	3.18	13	78	0.423	316	134	3.28	13	78	0.427	316	135	3.3				
14	84	0.394	342	135	3.31	14	84	0.407	342	139	3.41	14	84	0.41	342	140	3.44				
15	90	0.38	369	140	3.44	15	90	0.392	369	144	3.54	15	90	0.395	369	145	3.56				
16	96	0.368	395	145	3.56	16	96	0.378	395	149	3.66	16	96	0.381	395	150	3.68				
17	102	0.356	421	150	3.67	17	102	0.366	421	154	3.77	17	102	0.368	421	155	3.8				
18	108	0.345	447	154	3.78	18	108	0.354	447	159	3.89	18	108	0.357	447	160	3.91				
19	114	0.335	474	159	3.89	19	114	0.344	474	163	3.99	19	114	0.346	474	164	4.01				
20	120	0.326	500	163	4	20	120	0.335	500	167	4.1	20	120	0.339	500	169	4.15				

						SOLUCIÓN 6 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.578				- Start Delay Time [s]:		2.859				- Start Delay Time [s]:		2.907			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.1	1	1.1	0.0269	1	6	1.09	1	1.09	0.0266	1	6	1.08	1	1.09	0.0266
2	12	0.481	27.3	13.1	0.321	2	12	0.48	27.3	13.1	0.321	2	12	0.476	27.3	13	0.318
3	18	0.414	53.5	22.2	0.543	3	18	0.415	53.5	22.2	0.545	3	18	0.412	53.5	22	0.54
4	24	0.379	79.8	30.2	0.74	4	24	0.38	79.8	30.3	0.742	4	24	0.377	79.8	30.1	0.736
5	30	0.354	106	37.5	0.92	5	30	0.355	106	37.7	0.923	5	30	0.353	106	37.4	0.916
6	36	0.336	132	44.4	1.09	6	36	0.336	132	44.5	1.09	6	36	0.334	132	44.2	1.08
7	42	0.32	159	50.7	1.24	7	42	0.321	159	50.8	1.25	7	42	0.319	159	50.5	1.24
8	48	0.306	185	56.7	1.39	8	48	0.308	185	56.9	1.39	8	48	0.305	185	56.4	1.38
9	54	0.295	211	62.3	1.53	9	54	0.296	211	62.5	1.53	9	54	0.294	211	62.1	1.52
10	60	0.285	237	67.6	1.66	10	60	0.286	237	68	1.67	10	60	0.284	237	67.4	1.65
11	66	0.276	264	72.7	1.78	11	66	0.277	264	73.1	1.79	11	66	0.276	264	72.7	1.78
12	72	0.267	290	77.5	1.9	12	72	0.269	290	78	1.91	12	72	0.268	290	77.7	1.9
13	78	0.26	316	82.3	2.02	13	78	0.261	316	82.7	2.03	13	78	0.26	316	82.3	2.02
14	84	0.254	342	86.8	2.13	14	84	0.255	342	87.2	2.14	14	84	0.253	342	86.8	2.13
15	90	0.247	369	91.1	2.23	15	90	0.248	369	91.5	2.24	15	90	0.247	369	91.1	2.23
16	96	0.241	395	95.2	2.33	16	96	0.242	395	95.7	2.34	16	96	0.241	395	95.3	2.33
17	102	0.236	421	99.2	2.43	17	102	0.237	421	99.8	2.44	17	102	0.236	421	99.4	2.43
18	108	0.231	447	103	2.53	18	108	0.232	447	104	2.54	18	108	0.231	447	103	2.53
19	114	0.226	474	107	2.62	19	114	0.227	474	107	2.63	19	114	0.226	474	107	2.62
20	120	0.222	500	111	2.71	20	120	0.222	500	111	2.73	20	120	0.221	500	111	2.71

						SOLUCIÓN 6 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.844				- Start Delay Time [s]:		2.656				- Start Delay Time [s]:		3.547			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.744	1	0.744	0.0182	1	6	0.738	1	0.738	0.0181	1	6	0.812	1	0.812	0.0199
2	12	0.316	27.3	8.6	0.211	2	12	0.313	27.3	8.53	0.209	2	12	0.335	27.3	9.13	0.224
3	18	0.279	53.5	14.9	0.366	3	18	0.278	53.5	14.9	0.364	3	18	0.297	53.5	15.9	0.389
4	24	0.262	79.8	20.9	0.512	4	24	0.26	79.8	20.8	0.509	4	24	0.28	79.8	22.3	0.547
5	30	0.251	106	26.6	0.652	5	30	0.25	106	26.5	0.649	5	30	0.269	106	28.5	0.698
6	36	0.243	132	32.1	0.787	6	36	0.242	132	32	0.784	6	36	0.26	132	34.4	0.843
7	42	0.236	159	37.4	0.916	7	42	0.236	159	37.4	0.917	7	42	0.254	159	40.2	0.986
8	48	0.231	185	42.6	1.04	8	48	0.232	185	42.9	1.05	8	48	0.25	185	46.2	1.13
9	54	0.226	211	47.8	1.17	9	54	0.229	211	48.3	1.18	9	54	0.246	211	51.9	1.27
10	60	0.222	237	52.7	1.29	10	60	0.225	237	53.5	1.31	10	60	0.243	237	57.7	1.41
11	66	0.218	264	57.4	1.41	11	66	0.221	264	58.3	1.43	11	66	0.239	264	63	1.54
12	72	0.214	290	62	1.52	12	72	0.218	290	63.2	1.55	12	72	0.235	290	68.1	1.67
13	78	0.21	316	66.5	1.63	13	78	0.214	316	67.7	1.66	13	78	0.231	316	73.2	1.79
14	84	0.208	342	71.1	1.74	14	84	0.207	342	71	1.74	14	84	0.226	342	77.2	1.89
15	90	0.205	369	75.6	1.85	15	90	0.197	369	72.7	1.78	15	90	0.219	369	80.6	1.98
16	96	0.2	395	79.1	1.94	16	96	0.185	395	73.1	1.79	16	96	0.203	395	80.2	1.97
17	102	0.194	421	81.6	2	17	102	0.184	421	77.6	1.9	17	102	0.199	421	83.8	2.05
18	108	0.189	447	84.4	2.07	18	108	0.183	447	82.1	2.01	18	108	0.197	447	88	2.16
19	114	0.184	474	87.1	2.13	19	114	0.183	474	86.5	2.12	19	114	0.195	474	92.5	2.27
20	120	0.184	500	92.1	2.26	20	120	0.181	500	90.7	2.22	20	120	0.193	500	96.6	2.37

						SOLUCIÓN 7 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.469				- Start Delay Time [s]:		3.484				- Start Delay Time [s]:		3.812			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.386	1	0.386	0.00945	1	6	0.343	1	0.343	0.0084	1	6	0.361	1	0.361	0.00885
2	12	0.311	27.3	8.47	0.208	2	12	0.274	27.3	7.48	0.183	2	12	0.287	27.3	7.82	0.192
3	18	0.289	53.5	15.5	0.379	3	18	0.256	53.5	13.7	0.336	3	18	0.268	53.5	14.3	0.351
4	24	0.275	79.8	21.9	0.537	4	24	0.244	79.8	19.4	0.476	4	24	0.255	79.8	20.3	0.498
5	30	0.263	106	27.9	0.684	5	30	0.234	106	24.8	0.607	5	30	0.244	106	25.9	0.635
6	36	0.254	132	33.6	0.823	6	36	0.225	132	29.8	0.731	6	36	0.236	132	31.2	0.764
7	42	0.246	159	39	0.954	7	42	0.218	159	34.6	0.848	7	42	0.228	159	36.2	0.887
8	48	0.238	185	44	1.08	8	48	0.212	185	39.2	0.959	8	48	0.222	185	41	1
9	54	0.231	211	48.8	1.19	9	54	0.206	211	43.5	1.07	9	54	0.216	211	45.5	1.12
10	60	0.225	237	53.3	1.31	10	60	0.201	237	47.7	1.17	10	60	0.21	237	49.9	1.22
11	66	0.219	264	57.6	1.41	11	66	0.196	264	51.8	1.27	11	66	0.205	264	54.1	1.33
12	72	0.213	290	61.9	1.52	12	72	0.192	290	55.6	1.36	12	72	0.201	290	58.2	1.43
13	78	0.209	316	65.9	1.62	13	78	0.188	316	59.4	1.46	13	78	0.196	316	62.1	1.52
14	84	0.204	342	69.9	1.71	14	84	0.184	342	63	1.54	14	84	0.192	342	65.9	1.61
15	90	0.2	369	73.7	1.81	15	90	0.18	369	66.5	1.63	15	90	0.189	369	69.6	1.7
16	96	0.196	395	77.4	1.9	16	96	0.177	395	69.9	1.71	16	96	0.185	395	73.1	1.79
17	102	0.192	421	81	1.98	17	102	0.174	421	73.2	1.79	17	102	0.182	421	76.6	1.88
18	108	0.189	447	84.5	2.07	18	108	0.171	447	76.4	1.87	18	108	0.179	447	79.9	1.96
19	114	0.186	474	87.9	2.15	19	114	0.168	474	79.5	1.95	19	114	0.176	474	83.2	2.04
20	120	0.182	500	91.2	2.23	20	120	0.165	500	82.6	2.02	20	120	0.173	500	86.4	2.12

						SOLUCIÓN 7 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.438				- Start Delay Time [s]:		3.844				- Start Delay Time [s]:		3.453			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.146	1	0.146	0.00358	1	6	0.198	1	0.198	0.00484	1	6	0.158	1	0.158	0.00387
2	12	0.11	27.3	3	0.0735	2	12	0.16	27.3	4.37	0.107	2	12	0.122	27.3	3.33	0.0815
3	18	0.105	53.5	5.6	0.137	3	18	0.154	53.5	8.26	0.202	3	18	0.115	53.5	6.14	0.151
4	24	0.101	79.8	8.09	0.198	4	24	0.151	79.8	12	0.295	4	24	0.11	79.8	8.78	0.215
5	30	0.0988	106	10.5	0.257	5	30	0.148	106	15.7	0.386	5	30	0.106	106	11.3	0.277
6	36	0.0971	132	12.9	0.315	6	36	0.147	132	19.4	0.475	6	36	0.104	132	13.7	0.336
7	42	0.0953	159	15.1	0.37	7	42	0.145	159	23	0.563	7	42	0.101	159	16	0.393
8	48	0.0936	185	17.3	0.424	8	48	0.144	185	26.5	0.65	8	48	0.0991	185	18.3	0.449
9	54	0.0919	211	19.4	0.476	9	54	0.142	211	30	0.736	9	54	0.0972	211	20.5	0.503
10	60	0.0905	237	21.5	0.526	10	60	0.141	237	33.4	0.819	10	60	0.0953	237	22.6	0.554
11	66	0.0891	264	23.5	0.575	11	66	0.139	264	36.7	0.9	11	66	0.0936	264	24.7	0.605
12	72	0.0877	290	25.4	0.623	12	72	0.138	290	40	0.98	12	72	0.092	290	26.7	0.653
13	78	0.0865	316	27.4	0.67	13	78	0.137	316	43.2	1.06	13	78	0.0905	316	28.6	0.701
14	84	0.0854	342	29.2	0.716	14	84	0.135	342	46.3	1.14	14	84	0.0892	342	30.5	0.748
15	90	0.0844	369	31.1	0.763	15	90	0.134	369	49.4	1.21	15	90	0.088	369	32.4	0.795
16	96	0.0833	395	32.9	0.806	16	96	0.133	395	52.5	1.29	16	96	0.0868	395	34.3	0.84
17	102	0.0824	421	34.7	0.85	17	102	0.132	421	55.5	1.36	17	102	0.0858	421	36.1	0.885
18	108	0.0816	447	36.5	0.894	18	108	0.131	447	58.4	1.43	18	108	0.0849	447	38	0.931
19	114	0.0807	474	38.2	0.937	19	114	0.13	474	61.4	1.5	19	114	0.084	474	39.8	0.974
20	120	0.08	500	40	0.98	20	120	0.129	500	64.3	1.58	20	120	0.0831	500	41.6	1.02

						SOLUCIÓN 7 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.219				- Start Delay Time [s]:		2.828				- Start Delay Time [s]:		1.937			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.102	1	0.102	0.0025	1	6	0.0948	1	0.0948	0.00232	1	6	0.109	1	0.109	0.00267
2	12	0.0746	27.3	2.03	0.0498	2	12	0.0707	27.3	1.93	0.0472	2	12	0.0734	27.3	2	0.049
3	18	0.0699	53.5	3.74	0.0917	3	18	0.0681	53.5	3.64	0.0893	3	18	0.0708	53.5	3.79	0.0928
4	24	0.0679	79.8	5.42	0.133	4	24	0.0672	79.8	5.36	0.131	4	24	0.0694	79.8	5.54	0.136
5	30	0.0665	106	7.05	0.173	5	30	0.0669	106	7.1	0.174	5	30	0.0687	106	7.29	0.179
6	36	0.0658	132	8.7	0.213	6	36	0.067	132	8.86	0.217	6	36	0.0685	132	9.07	0.222
7	42	0.0652	159	10.3	0.253	7	42	0.0671	159	10.6	0.261	7	42	0.0687	159	10.9	0.267
8	48	0.0649	185	12	0.294	8	48	0.0672	185	12.4	0.304	8	48	0.069	185	12.8	0.313
9	54	0.0647	211	13.7	0.335	9	54	0.0673	211	14.2	0.348	9	54	0.0692	211	14.6	0.358
10	60	0.0641	237	15.2	0.373	10	60	0.0672	237	16	0.391	10	60	0.0696	237	16.5	0.405
11	66	0.0638	264	16.8	0.412	11	66	0.0669	264	17.6	0.432	11	66	0.0705	264	18.6	0.456
12	72	0.0633	290	18.3	0.45	12	72	0.0665	290	19.3	0.473	12	72	0.0704	290	20.4	0.5
13	78	0.0629	316	19.9	0.487	13	78	0.0662	316	20.9	0.512	13	78	0.07	316	22.1	0.542
14	84	0.0625	342	21.4	0.525	14	84	0.0658	342	22.5	0.552	14	84	0.0697	342	23.9	0.584
15	90	0.0619	369	22.8	0.559	15	90	0.0658	369	24.2	0.594	15	90	0.0688	369	25.4	0.621
16	96	0.0618	395	24.4	0.598	16	96	0.0647	395	25.6	0.626	16	96	0.0671	395	26.5	0.649
17	102	0.0634	421	26.7	0.655	17	102	0.0649	421	27.3	0.67	17	102	0.067	421	28.2	0.692
18	108	0.0632	447	28.3	0.692	18	108	0.065	447	29.1	0.712	18	108	0.0674	447	30.2	0.739
19	114	0.0622	474	29.5	0.722	19	114	0.0654	474	31	0.76	19	114	0.0674	474	31.9	0.783
20	120	0.0622	500	31.1	0.762	20	120	0.0654	500	32.7	0.801	20	120	0.0673	500	33.6	0.824

						SOLUCIÓN 8 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.438				- Start Delay Time [s]:		3.609				- Start Delay Time [s]:		4.031			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	2	1	2	0.0489	1	6	1.89	1	1.89	0.0464	1	6	2.07	1	2.07	0.0507
2	12	0.944	27.3	25.7	0.63	2	12	0.915	27.3	25	0.611	2	12	0.914	27.3	24.9	0.61
3	18	0.79	53.5	42.3	1.04	3	18	0.766	53.5	41	1	3	18	0.763	53.5	40.8	1
4	24	0.701	79.8	55.9	1.37	4	24	0.68	79.8	54.2	1.33	4	24	0.676	79.8	53.9	1.32
5	30	0.639	106	67.7	1.66	5	30	0.619	106	65.6	1.61	5	30	0.615	106	65.2	1.6
6	36	0.59	132	78.1	1.91	6	36	0.572	132	75.7	1.86	6	36	0.568	132	75.2	1.84
7	42	0.551	159	87.4	2.14	7	42	0.535	159	84.8	2.08	7	42	0.53	159	84.1	2.06
8	48	0.518	185	95.8	2.35	8	48	0.503	185	93	2.28	8	48	0.498	185	92.1	2.26
9	54	0.49	211	103	2.53	9	54	0.476	211	100	2.46	9	54	0.471	211	99.5	2.44
10	60	0.466	237	111	2.71	10	60	0.452	237	107	2.63	10	60	0.448	237	106	2.6
11	66	0.445	264	117	2.87	11	66	0.432	264	114	2.79	11	66	0.427	264	112	2.76
12	72	0.426	290	123	3.02	12	72	0.413	290	120	2.94	12	72	0.408	290	118	2.9
13	78	0.409	316	129	3.17	13	78	0.397	316	126	3.08	13	78	0.392	316	124	3.03
14	84	0.394	342	135	3.3	14	84	0.383	342	131	3.21	14	84	0.377	342	129	3.16
15	90	0.38	369	140	3.43	15	90	0.369	369	136	3.34	15	90	0.363	369	134	3.28
16	96	0.368	395	145	3.56	16	96	0.357	395	141	3.46	16	96	0.351	395	139	3.4
17	102	0.357	421	150	3.69	17	102	0.346	421	146	3.58	17	102	0.34	421	143	3.51
18	108	0.347	447	155	3.81	18	108	0.336	447	151	3.69	18	108	0.33	447	148	3.62
19	114	0.338	474	160	3.92	19	114	0.327	474	155	3.8	19	114	0.321	474	152	3.72
20	120	0.33	500	165	4.04	20	120	0.319	500	159	3.91	20	120	0.312	500	156	3.82

						SOLUCIÓN 8 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.015				- Start Delay Time [s]:		4.016				- Start Delay Time [s]:		4			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.927	1	0.927	0.0227	1	6	0.891	1	0.891	0.0218	1	6	0.947	1	0.947	0.0232
2	12	0.426	27.3	11.6	0.284	2	12	0.42	27.3	11.5	0.281	2	12	0.444	27.3	12.1	0.296
3	18	0.368	53.5	19.7	0.483	3	18	0.368	53.5	19.7	0.483	3	18	0.384	53.5	20.5	0.503
4	24	0.336	79.8	26.8	0.657	4	24	0.339	79.8	27	0.662	4	24	0.35	79.8	27.9	0.684
5	30	0.315	106	33.4	0.818	5	30	0.318	106	33.7	0.825	5	30	0.327	106	34.7	0.849
6	36	0.299	132	39.6	0.97	6	36	0.302	132	39.9	0.978	6	36	0.309	132	40.9	1
7	42	0.286	159	45.3	1.11	7	42	0.288	159	45.7	1.12	7	42	0.295	159	46.7	1.14
8	48	0.275	185	50.7	1.24	8	48	0.277	185	51.2	1.25	8	48	0.282	185	52.2	1.28
9	54	0.265	211	55.9	1.37	9	54	0.267	211	56.3	1.38	9	54	0.272	211	57.3	1.4
10	60	0.256	237	60.7	1.49	10	60	0.258	237	61.2	1.5	10	60	0.262	237	62.2	1.52
11	66	0.248	264	65.3	1.6	11	66	0.25	264	65.9	1.61	11	66	0.254	264	66.9	1.64
12	72	0.241	290	69.8	1.71	12	72	0.243	290	70.3	1.72	12	72	0.246	290	71.3	1.75
13	78	0.234	316	74	1.81	13	78	0.236	316	74.6	1.83	13	78	0.239	316	75.6	1.85
14	84	0.229	342	78.3	1.92	14	84	0.23	342	78.8	1.93	14	84	0.233	342	79.9	1.96
15	90	0.223	369	82.3	2.02	15	90	0.225	369	82.8	2.03	15	90	0.228	369	84	2.06
16	96	0.218	395	86	2.11	16	96	0.219	395	86.7	2.12	16	96	0.222	395	87.8	2.15
17	102	0.213	421	89.8	2.2	17	102	0.215	421	90.5	2.22	17	102	0.217	421	91.6	2.24
18	108	0.209	447	93.5	2.29	18	108	0.21	447	94.1	2.31	18	108	0.213	447	95.3	2.33
19	114	0.205	474	96.9	2.37	19	114	0.206	474	97.7	2.39	19	114	0.208	474	98.8	2.42
20	120	0.201	500	100	2.46	20	120	0.202	500	101	2.48	20	120	0.204	500	102	2.5

						SOLUCIÓN 8 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.359				- Start Delay Time [s]:		2.641				- Start Delay Time [s]:		4.156			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.63	1	0.63	0.0154	1	6	0.619	1	0.619	0.0152	1	6	0.588	1	0.588	0.0144
2	12	0.267	27.3	7.29	0.179	2	12	0.248	27.3	6.77	0.166	2	12	0.249	27.3	6.78	0.166
3	18	0.239	53.5	12.8	0.314	3	18	0.222	53.5	11.9	0.291	3	18	0.222	53.5	11.9	0.291
4	24	0.227	79.8	18.1	0.444	4	24	0.209	79.8	16.7	0.408	4	24	0.209	79.8	16.7	0.409
5	30	0.218	106	23.1	0.566	5	30	0.2	106	21.2	0.519	5	30	0.202	106	21.5	0.526
6	36	0.211	132	27.9	0.684	6	36	0.193	132	25.6	0.626	6	36	0.196	132	26	0.636
7	42	0.205	159	32.6	0.798	7	42	0.188	159	29.7	0.729	7	42	0.192	159	30.4	0.745
8	48	0.201	185	37.1	0.909	8	48	0.183	185	33.8	0.829	8	48	0.188	185	34.8	0.852
9	54	0.196	211	41.4	1.01	9	54	0.179	211	37.7	0.924	9	54	0.185	211	39.1	0.957
10	60	0.192	237	45.6	1.12	10	60	0.175	237	41.6	1.02	10	60	0.183	237	43.3	1.06
11	66	0.188	264	49.6	1.21	11	66	0.172	264	45.4	1.11	11	66	0.18	264	47.5	1.16
12	72	0.185	290	53.5	1.31	12	72	0.169	290	49	1.2	12	72	0.178	290	51.7	1.27
13	78	0.181	316	57.3	1.4	13	78	0.166	316	52.6	1.29	13	78	0.177	316	56	1.37
14	84	0.178	342	60.9	1.49	14	84	0.164	342	56.3	1.38	14	84	0.176	342	60.2	1.48
15	90	0.175	369	64.5	1.58	15	90	0.162	369	59.8	1.47	15	90	0.175	369	64.6	1.58
16	96	0.172	395	67.9	1.66	16	96	0.16	395	63.3	1.55	16	96	0.175	395	69	1.69
17	102	0.168	421	70.8	1.74	17	102	0.158	421	66.7	1.64	17	102	0.174	421	73.3	1.8
18	108	0.165	447	73.8	1.81	18	108	0.157	447	70.2	1.72	18	108	0.173	447	77.6	1.99
19	114	0.163	474	77.1	1.89	19	114	0.155	474	73.4	1.8	19	114	0.172	474	81.3	1.99
20	120	0.161	500	80.4	1.97	20	120	0.153	500	76.5	1.87	20	120	0.169	500	84.7	2.07

						SOLUCIÓN 9 (25°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.172						- Start Delay Time [s]:		3.516						- Start Delay Time [s]:		3.984			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.343	1	0.343	0.00839	1	6	0.312	1	0.312	0.00765	1	6	0.326	1	0.326	0.00799				
2	12	0.2	27.3	5.46	0.134	2	12	0.189	27.3	5.15	0.126	2	12	0.191	27.3	5.2	0.127				
3	18	0.18	53.5	9.62	0.236	3	18	0.171	53.5	9.13	0.224	3	18	0.171	53.5	9.16	0.224				
4	24	0.167	79.8	13.4	0.327	4	24	0.159	79.8	12.7	0.311	4	24	0.159	79.8	12.7	0.311				
5	30	0.158	106	16.8	0.411	5	30	0.15	106	15.9	0.39	5	30	0.15	106	16	0.391				
6	36	0.15	132	19.9	0.488	6	36	0.143	132	18.9	0.463	6	36	0.143	132	19	0.465				
7	42	0.144	159	22.8	0.56	7	42	0.137	159	21.7	0.531	7	42	0.137	159	21.8	0.533				
8	48	0.139	185	25.6	0.628	8	48	0.131	185	24.3	0.595	8	48	0.132	185	24.4	0.598				
9	54	0.134	211	28.2	0.691	9	54	0.127	211	26.7	0.655	9	54	0.127	211	26.9	0.659				
10	60	0.129	237	30.7	0.751	10	60	0.123	237	29.1	0.713	10	60	0.123	237	29.3	0.717				
11	66	0.125	264	33	0.809	11	66	0.119	264	31.3	0.767	11	66	0.12	264	31.5	0.772				
12	72	0.122	290	35.3	0.864	12	72	0.115	290	33.4	0.819	12	72	0.116	290	33.7	0.825				
13	78	0.118	316	37.4	0.917	13	78	0.112	316	35.5	0.869	13	78	0.113	316	35.7	0.876				
14	84	0.115	342	39.5	0.968	14	84	0.109	342	37.4	0.917	14	84	0.11	342	37.7	0.924				
15	90	0.113	369	41.5	1.02	15	90	0.107	369	39.3	0.963	15	90	0.108	369	39.6	0.971				
16	96	0.11	395	43.4	1.06	16	96	0.104	395	41.1	1.01	16	96	0.105	395	41.5	1.02				
17	102	0.108	421	45.3	1.11	17	102	0.102	421	42.9	1.05	17	102	0.103	421	43.3	1.06				
18	108	0.105	447	47.1	1.15	18	108	0.0997	447	44.6	1.09	18	108	0.101	447	45.1	1.1				
19	114	0.103	474	48.9	1.2	19	114	0.0977	474	46.3	1.13	19	114	0.0987	474	46.7	1.15				
20	120	0.101	500	50.6	1.24	20	120	0.0958	500	47.9	1.17	20	120	0.0968	500	48.4	1.19				

						SOLUCIÓN 9 (50°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.391						- Start Delay Time [s]:		3.234						- Start Delay Time [s]:		3.422			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.									
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s									
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate									
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin									
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.179	1	0.179	0.00438	1	6	0.18	1	0.18	0.00441	1	6	0.241	1	0.241	0.0059				
2	12	0.0977	27.3	2.66	0.0653	2	12	0.0973	27.3	2.65	0.065	2	12	0.0991	27.3	2.7	0.0662				
3	18	0.0893	53.5	4.78	0.117	3	18	0.0892	53.5	4.78	0.117	3	18	0.0898	53.5	4.81	0.118				
4	24	0.0845	79.8	6.74	0.165	4	24	0.0847	79.8	6.76	0.166	4	24	0.0849	79.8	6.78	0.166				
5	30	0.0811	106	8.6	0.211	5	30	0.0814	106	8.64	0.212	5	30	0.0815	106	8.64	0.212				
6	36	0.0785	132	10.4	0.254	6	36	0.0789	132	10.4	0.256	6	36	0.0788	132	10.4	0.256				
7	42	0.0762	159	12.1	0.296	7	42	0.0767	159	12.2	0.298	7	42	0.0765	159	12.1	0.297				
8	48	0.0743	185	13.7	0.336	8	48	0.0747	185	13.8	0.339	8	48	0.0745	185	13.8	0.337				
9	54	0.0724	211	15.3	0.375	9	54	0.0729	211	15.4	0.377	9	54	0.0726	211	15.3	0.375				
10	60	0.0708	237	16.8	0.412	10	60	0.0712	237	16.9	0.414	10	60	0.0709	237	16.8	0.412				
11	66	0.0693	264	18.3	0.448	11	66	0.0697	264	18.4	0.45	11	66	0.0693	264	18.3	0.448				
12	72	0.068	290	19.7	0.483	12	72	0.0683	290	19.8	0.485	12	72	0.068	290	19.7	0.483				
13	78	0.0667	316	21.1	0.517	13	78	0.0672	316	21.2	0.52	13	78	0.0668	316	21.1	0.517				
14	84	0.0656	342	22.5	0.55	14	84	0.0661	342	22.6	0.554	14	84	0.0656	342	22.5	0.551				
15	90	0.0645	369	23.8	0.583	15	90	0.0651	369	24	0.588	15	90	0.0646	369	23.8	0.584				
16	96	0.0634	395	25	0.614	16	96	0.0641	395	25.3	0.62	16	96	0.0637	395	25.1	0.616				
17	102	0.0626	421	26.4	0.646	17	102	0.0632	421	26.6	0.652	17	102	0.0627	421	26.4	0.647				
18	108	0.0617	447	27.6	0.677	18	108	0.0623	447	27.9	0.683	18	108	0.0619	447	27.7	0.678				
19	114	0.0609	474	28.9	0.707	19	114	0.0615	474	29.1	0.714	19	114	0.061	474	28.9	0.708				
20	120	0.0602	500	30.1	0.737	20	120	0.0608	500	30.4	0.745	20	120	0.0603	500	30.1	0.739				

						SOLUCIÓN 9 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.687						- Start Delay Time [s]:		4.094						- Start Delay Time [s]:		3.406			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.									
Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s									
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate						Shear Rate						Shear Rate									
d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin									
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.134	1	0.134	0.00328	1	6	0.134	1	0.134	0.00328	1	6	0.271	1	0.271	0.00665				
2	12	0.0603	27.3	1.64	0.0403	2	12	0.0636	27.3	1.73	0.0425	2	12	0.0978	27.3	2.67	0.0653				
3	18	0.0555	53.5	2.97	0.0728	3	18	0.0571	53.5	3.06	0.0749	3	18	0.0889	53.5	4.76	0.117				
4	24	0.0532	79.8	4.25	0.104	4	24	0.0539	79.8	4.3	0.105	4	24	0.086	79.8	6.86	0.168				
5	30	0.0519	106	5.5	0.135	5	30	0.052	106	5.51	0.135	5	30	0.084	106	8.91	0.218				
6	36	0.0512	132	6.78	0.166	6	36	0.0509	132	6.73	0.165	6	36	0.0823	132	10.9	0.267				
7	42	0.0507	159	8.04	0.197	7	42	0.0501	159	7.95	0.195	7	42	0.0804	159	12.7	0.312				
8	48	0.0503	185	9.3	0.228	8	48	0.0494	185	9.14	0.224	8	48	0.0789	185	14.6	0.357				
9	54	0.0499	211	10.5	0.258	9	54	0.0489	211	10.3	0.253	9	54	0.077	211	16.3	0.398				
10	60	0.0494	237	11.7	0.287	10	60	0.0483	237	11.5	0.281	10	60	0.0762	237	18.1	0.443				
11	66	0.0488	264	12.9	0.315	11	66	0.0479	264	12.6	0.309	11	66	0.0747	264	19.7	0.483				
12	72	0.0482	290	14	0.343	12	72	0.0472	290	13.7	0.335	12	72	0.0733	290	21.2	0.521				
13	78	0.0477	316	15.1	0.369	13	78	0.0465	316	14.7	0.36	13	78	0.0738	316	23.3	0.572				
14	84	0.0471	342	16.1	0.395	14	84	0.046	342	15.8	0.386	14	84	0.0723	342	24.7	0.606				
15	90	0.0465	369	17.1	0.42	15	90	0.0454	369	16.7	0.41	15	90	0.0719	369	26.5	0.649				
16	96	0.0461	395	18.2	0.446	16	96	0.0449	395	17.7	0.435	16	96	0.071	395	28	0.687				
17	102	0.0457	421	19.2	0.472	17	102	0.0444	421	18.7	0.458	17	102	0.0706	421	29.7	0.728				
18	108	0.0455	447	20.3	0.498	18	108	0.0441	447	19.7	0.484	18	108	0.07	447	31.3	0.767				
19	114	0.0454	474	21.5	0.527	19	114	0.0436	474	20.6	0.506	19	114	0.0688	474	32.6	0.799				
20	120	0.0452	500	22.6	0.554	20	120	0.0433	500	21.6	0.53	20	120	0.071	500	35.5	0.87				

						SOLUCIÓN 10 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.313				- Start Delay Time [s]:		3.109				- Start Delay Time [s]:		4.406			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.951	1	0.951	0.0233	1	6	0.97	1	0.97	0.0238	1	6	0.978	1	0.978	0.024
2	12	0.613	27.3	16.7	0.409	2	12	0.618	27.3	16.9	0.413	2	12	0.61	27.3	16.6	0.408
3	18	0.537	53.5	28.7	0.704	3	18	0.54	53.5	28.9	0.708	3	18	0.534	53.5	28.6	0.701
4	24	0.49	79.8	39.1	0.958	4	24	0.491	79.8	39.1	0.959	4	24	0.488	79.8	39	0.955
5	30	0.456	106	48.4	1.19	5	30	0.456	106	48.4	1.19	5	30	0.455	106	48.2	1.18
6	36	0.43	132	56.9	1.39	6	36	0.43	132	56.9	1.39	6	36	0.429	132	56.7	1.39
7	42	0.408	159	64.6	1.58	7	42	0.408	159	64.7	1.59	7	42	0.407	159	64.5	1.58
8	48	0.389	185	71.9	1.76	8	48	0.39	185	72	1.76	8	48	0.388	185	71.8	1.76
9	54	0.372	211	78.6	1.93	9	54	0.373	211	78.8	1.93	9	54	0.372	211	78.6	1.93
10	60	0.358	237	85	2.08	10	60	0.359	237	85.2	2.09	10	60	0.358	237	84.9	2.08
11	66	0.345	264	91	2.23	11	66	0.346	264	91.3	2.24	11	66	0.345	264	90.9	2.23
12	72	0.333	290	96.6	2.37	12	72	0.335	290	97	2.38	12	72	0.333	290	96.6	2.37
13	78	0.323	316	102	2.5	13	78	0.324	316	102	2.51	13	78	0.322	316	102	2.5
14	84	0.313	342	107	2.62	14	84	0.314	342	108	2.64	14	84	0.313	342	107	2.62
15	90	0.304	369	112	2.75	15	90	0.305	369	113	2.76	15	90	0.304	369	112	2.74
16	96	0.296	395	117	2.86	16	96	0.297	395	117	2.87	16	96	0.295	395	117	2.86
17	102	0.288	421	121	2.97	17	102	0.289	421	122	2.99	17	102	0.288	421	121	2.97
18	108	0.281	447	126	3.08	18	108	0.282	447	126	3.09	18	108	0.281	447	126	3.08
19	114	0.274	474	130	3.18	19	114	0.276	474	131	3.2	19	114	0.274	474	130	3.18
20	120	0.268	500	134	3.29	20	120	0.269	500	135	3.3	20	120	0.268	500	134	3.28

						SOLUCIÓN 10 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.015				- Start Delay Time [s]:		2.86				- Start Delay Time [s]:		3.343			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.44	1	0.44	0.0108	1	6	0.46	1	0.46	0.0113	1	6	0.398	1	0.398	0.00975
2	12	0.278	27.3	7.58	0.186	2	12	0.28	27.3	7.63	0.187	2	12	0.239	27.3	6.51	0.159
3	18	0.253	53.5	13.5	0.331	3	18	0.254	53.5	13.6	0.333	3	18	0.208	53.5	11.1	0.273
4	24	0.237	79.8	18.9	0.464	4	24	0.238	79.8	19	0.465	4	24	0.191	79.8	15.2	0.373
5	30	0.226	106	24	0.588	5	30	0.227	106	24.1	0.59	5	30	0.179	106	19	0.465
6	36	0.218	132	28.8	0.706	6	36	0.219	132	28.9	0.709	6	36	0.17	132	22.5	0.551
7	42	0.211	159	33.4	0.819	7	42	0.212	159	33.5	0.822	7	42	0.163	159	25.8	0.633
8	48	0.205	185	37.8	0.927	8	48	0.205	185	38	0.93	8	48	0.157	185	29.1	0.712
9	54	0.199	211	42	1.03	9	54	0.2	211	42.2	1.03	9	54	0.152	211	32.1	0.788
10	60	0.194	237	46.1	1.13	10	60	0.195	237	46.3	1.13	10	60	0.148	237	35.1	0.861
11	66	0.19	264	50.1	1.23	11	66	0.19	264	50.2	1.23	11	66	0.144	264	38	0.93
12	72	0.186	290	53.9	1.32	12	72	0.186	290	54	1.32	12	72	0.141	290	40.7	0.998
13	78	0.182	316	57.6	1.41	13	78	0.183	316	57.7	1.41	13	78	0.137	316	43.5	1.06
14	84	0.179	342	61.2	1.5	14	84	0.179	342	61.3	1.5	14	84	0.135	342	46.1	1.13
15	90	0.176	369	64.7	1.59	15	90	0.176	369	64.8	1.59	15	90	0.132	369	48.7	1.19
16	96	0.173	395	68.2	1.67	16	96	0.173	395	68.2	1.67	16	96	0.13	395	51.3	1.26
17	102	0.17	421	71.5	1.75	17	102	0.17	421	71.6	1.75	17	102	0.128	421	53.9	1.32
18	108	0.167	447	74.8	1.83	18	108	0.167	447	74.8	1.83	18	108	0.126	447	56.4	1.38
19	114	0.165	474	78	1.91	19	114	0.165	474	78.1	1.91	19	114	0.124	474	58.8	1.44
20	120	0.162	500	81.2	1.99	20	120	0.162	500	81.2	1.99	20	120	0.122	500	61.2	1.5

						SOLUCIÓN 10 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.343				- Start Delay Time [s]:		3.219				- Start Delay Time [s]:		3.5			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.227	1	0.227	0.00555	1	6	0.231	1	0.231	0.00566	1	6	0.24	1	0.24	0.00588
2	12	0.118	27.3	3.23	0.079	2	12	0.115	27.3	3.14	0.0768	2	12	0.122	27.3	3.33	0.0816
3	18	0.109	53.5	5.82	0.143	3	18	0.104	53.5	5.59	0.137	3	18	0.113	53.5	6.04	0.148
4	24	0.104	79.8	8.33	0.204	4	24	0.1	79.8	7.98	0.196	4	24	0.108	79.8	8.59	0.211
5	30	0.102	106	10.8	0.265	5	30	0.0968	106	10.3	0.251	5	30	0.105	106	11.1	0.273
6	36	0.101	132	13.3	0.327	6	36	0.0954	132	12.6	0.309	6	36	0.104	132	13.7	0.336
7	42	0.1	159	15.9	0.389	7	42	0.0943	159	15	0.366	7	42	0.103	159	16.4	0.402
8	48	0.0996	185	18.4	0.451	8	48	0.0935	185	17.3	0.423	8	48	0.103	185	19.1	0.467
9	54	0.0989	211	20.9	0.512	9	54	0.0924	211	19.5	0.478	9	54	0.102	211	21.5	0.528
10	60	0.0983	237	23.3	0.572	10	60	0.0919	237	21.8	0.535	10	60	0.101	237	24	0.588
11	66	0.0971	264	25.6	0.627	11	66	0.0915	264	24.1	0.591	11	66	0.0999	264	26.3	0.645
12	72	0.0964	290	27.9	0.684	12	72	0.0904	290	26.2	0.642	12	72	0.0989	290	28.7	0.702
13	78	0.0952	316	30.1	0.737	13	78	0.0896	316	28.3	0.694	13	78	0.0976	316	30.9	0.756
14	84	0.0941	342	32.2	0.79	14	84	0.0889	342	30.5	0.746	14	84	0.0963	342	33	0.808
15	90	0.0924	369	34.1	0.834	15	90	0.0878	369	32.4	0.793	15	90	0.0954	369	35.2	0.862
16	96	0.0902	395	35.6	0.872	16	96	0.0863	395	34.1	0.835	16	96	0.0941	395	37.2	0.911
17	102	0.0878	421	37	0.906	17	102	0.0851	421	35.8	0.878	17	102	0.0919	421	38.7	0.948
18	108	0.0867	447	38.8	0.95	18	108	0.0845	447	37.8	0.926	18	108	0.0915	447	40.9	1
19	114	0.0861	474	40.8	0.999	19	114	0.0834	474	39.5	0.968	19	114	0.0906	474	42.9	1.05
20	120	0.085	500	42.5	1.04	20	120	0.0823	500	41.1	1.01	20	120	0.089	500	44.5	1.09

						SOLUCIÓN 11 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.016				- Start Delay Time [s]:		3.594				- Start Delay Time [s]:		3.484			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.0464	1	0.0464	0.00114	1	6	0.0427	1	0.0427	0.00105	1	6	0.0418	1	0.0418	0.00102
2	12	0.0263	27.3	0.718	0.0176	2	12	0.0257	27.3	0.7	0.0172	2	12	0.0228	27.3	0.622	0.0152
3	18	0.024	53.5	1.28	0.0314	3	18	0.0235	53.5	1.26	0.0308	3	18	0.0208	53.5	1.11	0.0272
4	24	0.0227	79.8	1.81	0.0444	4	24	0.0224	79.8	1.78	0.0437	4	24	0.0199	79.8	1.59	0.0389
5	30	0.0218	106	2.31	0.0567	5	30	0.0215	106	2.28	0.0559	5	30	0.0191	106	2.03	0.0497
6	36	0.0211	132	2.79	0.0684	6	36	0.0208	132	2.76	0.0676	6	36	0.0187	132	2.48	0.0607
7	42	0.0204	159	3.24	0.0794	7	42	0.0202	159	3.21	0.0786	7	42	0.0182	159	2.89	0.0707
8	48	0.02	185	3.69	0.0904	8	48	0.0198	185	3.66	0.0896	8	48	0.0178	185	3.29	0.0806
9	54	0.0195	211	4.12	0.101	9	54	0.0193	211	4.08	0.1	9	54	0.0174	211	3.67	0.09
10	60	0.0191	237	4.54	0.111	10	60	0.019	237	4.5	0.11	10	60	0.017	237	4.05	0.0991
11	66	0.0188	264	4.95	0.121	11	66	0.0186	264	4.92	0.12	11	66	0.0167	264	4.41	0.108
12	72	0.0184	290	5.35	0.131	12	72	0.0183	290	5.31	0.13	12	72	0.0164	290	4.77	0.117
13	78	0.0182	316	5.74	0.141	13	78	0.0181	316	5.71	0.14	13	78	0.0162	316	5.12	0.126
14	84	0.0179	342	6.12	0.15	14	84	0.0178	342	6.09	0.149	14	84	0.0159	342	5.46	0.134
15	90	0.0177	369	6.51	0.159	15	90	0.0176	369	6.49	0.159	15	90	0.0158	369	5.81	0.142
16	96	0.0174	395	6.87	0.168	16	96	0.0174	395	6.86	0.168	16	96	0.0155	395	6.14	0.15
17	102	0.0172	421	7.24	0.177	17	102	0.0172	421	7.24	0.177	17	102	0.0154	421	6.47	0.158
18	108	0.017	447	7.61	0.186	18	108	0.017	447	7.61	0.187	18	108	0.0152	447	6.8	0.166
19	114	0.0168	474	7.96	0.195	19	114	0.0168	474	7.97	0.195	19	114	0.015	474	7.11	0.174
20	120	0.0166	500	8.32	0.204	20	120	0.0167	500	8.34	0.204	20	120	0.0149	500	7.43	0.182

						SOLUCIÓN 11 (50°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.875						- Start Delay Time [s]:		4.25						- Start Delay Time [s]:		3.687			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.0254	1	0.0254	0.000622	1	6	0.0279	1	0.0279	0.000683	1	6	0.0224	1	0.0224	0.000555				
2	12	0.0135	27.3	0.367	0.00898	2	12	0.0134	27.3	0.365	0.00894	2	12	0.0139	27.3	0.379	0.00927				
3	18	0.0125	53.5	0.668	0.0164	3	18	0.0125	53.5	0.671	0.0164	3	18	0.013	53.5	0.696	0.0171				
4	24	0.012	79.8	0.957	0.0235	4	24	0.0121	79.8	0.968	0.0237	4	24	0.0126	79.8	1	0.0246				
5	30	0.0116	106	1.23	0.0301	5	30	0.0118	106	1.25	0.0307	5	30	0.0122	106	1.29	0.0317				
6	36	0.0113	132	1.49	0.0365	6	36	0.0116	132	1.53	0.0375	6	36	0.0119	132	1.58	0.0386				
7	42	0.0109	159	1.74	0.0425	7	42	0.0113	159	1.79	0.0439	7	42	0.0116	159	1.84	0.045				
8	48	0.0107	185	1.98	0.0485	8	48	0.011	185	2.04	0.05	8	48	0.0113	185	2.1	0.0513				
9	54	0.0105	211	2.21	0.0542	9	54	0.0109	211	2.29	0.0562	9	54	0.0111	211	2.34	0.0573				
10	60	0.0103	237	2.44	0.0599	10	60	0.0107	237	2.53	0.062	10	60	0.0109	237	2.58	0.0633				
11	66	0.0101	264	2.67	0.0655	11	66	0.0105	264	2.76	0.0677	11	66	0.0107	264	2.82	0.0691				
12	72	0.00996	290	2.89	0.0708	12	72	0.0103	290	2.99	0.0732	12	72	0.0105	290	3.05	0.0747				
13	78	0.00985	316	3.11	0.0763	13	78	0.0102	316	3.22	0.0789	13	78	0.0104	316	3.28	0.0805				
14	84	0.00969	342	3.32	0.0813	14	84	0.01	342	3.43	0.0841	14	84	0.0102	342	3.5	0.0857				
15	90	0.00961	369	3.54	0.0868	15	90	0.00994	369	3.67	0.0898	15	90	0.0101	369	3.73	0.0915				
16	96	0.00949	395	3.75	0.0919	16	96	0.00982	395	3.88	0.095	16	96	0.01	395	3.95	0.0968				
17	102	0.00941	421	3.96	0.0971	17	102	0.00973	421	4.1	0.1	17	102	0.00992	421	4.18	0.102				
18	108	0.00934	447	4.18	0.102	18	108	0.00966	447	4.32	0.106	18	108	0.00984	447	4.4	0.108				
19	114	0.00923	474	4.37	0.107	19	114	0.00956	474	4.53	0.111	19	114	0.00974	474	4.61	0.113				
20	120	0.00919	500	4.59	0.113	20	120	0.00951	500	4.76	0.117	20	120	0.0097	500	4.85	0.119				

						SOLUCIÓN 11 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.734						- Start Delay Time [s]:		3.094						- Start Delay Time [s]:		6.781			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa-s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.0189	1	0.0189	0.000464	1	6	0.0185	1	0.0185	0.000454	1	6	0.0199	1	0.0199	0.000487				
2	12	0.0111	27.3	0.303	0.00743	2	12	0.00997	27.3	0.272	0.00666	2	12	0.0104	27.3	0.283	0.00693				
3	18	0.0103	53.5	0.552	0.0135	3	18	0.00931	53.5	0.498	0.0122	3	18	0.00986	53.5	0.528	0.0129				
4	24	0.00996	79.8	0.795	0.0195	4	24	0.009	79.8	0.718	0.0176	4	24	0.00961	79.8	0.767	0.0188				
5	30	0.00966	106	1.02	0.0251	5	30	0.00868	106	0.921	0.0226	5	30	0.00936	106	0.993	0.0243				
6	36	0.00909	132	1.2	0.0295	6	36	0.00842	132	1.11	0.0273	6	36	0.00919	132	1.22	0.0298				
7	42	0.00873	159	1.38	0.0339	7	42	0.00813	159	1.29	0.0316	7	42	0.00896	159	1.42	0.0348				
8	48	0.00852	185	1.57	0.0386	8	48	0.00791	185	1.46	0.0358	8	48	0.00879	185	1.63	0.0398				
9	54	0.0083	211	1.75	0.0429	9	54	0.00768	211	1.62	0.0397	9	54	0.00856	211	1.81	0.0443				
10	60	0.00812	237	1.93	0.0472	10	60	0.0075	237	1.78	0.0436	10	60	0.00838	237	1.99	0.0488				
11	66	0.00797	264	2.1	0.0515	11	66	0.00739	264	1.95	0.0478	11	66	0.00817	264	2.15	0.0528				
12	72	0.00781	290	2.26	0.0555	12	72	0.0073	290	2.12	0.0519	12	72	0.00796	290	2.31	0.0565				
13	78	0.00771	316	2.44	0.0597	13	78	0.00723	316	2.29	0.056	13	78	0.00782	316	2.47	0.0605				
14	84	0.00756	342	2.59	0.0634	14	84	0.0071	342	2.43	0.0596	14	84	0.00763	342	2.61	0.064				
15	90	0.00748	369	2.76	0.0676	15	90	0.00702	369	2.59	0.0634	15	90	0.00754	369	2.78	0.0681				
16	96	0.00736	395	2.91	0.0712	16	96	0.00691	395	2.73	0.0668	16	96	0.00742	395	2.93	0.0718				
17	102	0.00727	421	3.06	0.0751	17	102	0.00682	421	2.87	0.0704	17	102	0.00735	421	3.09	0.0758				
18	108	0.00721	447	3.22	0.079	18	108	0.00675	447	3.02	0.0741	18	108	0.00729	447	3.26	0.0799				
19	114	0.00713	474	3.38	0.0828	19	114	0.00669	474	3.17	0.0776	19	114	0.00722	474	3.42	0.0838				
20	120	0.00712	500	3.56	0.0872	20	120	0.00667	500	3.33	0.0817	20	120	0.00722	500	3.61	0.0884				

							SOLUCIÓN 12 (25°C)													
Calculating Constants:							Calculating Constants:							Calculating Constants:						
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475					- Norm. Csr [min/s]:		2.616475					- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464					- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464					- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				
- Start Delay Time [s]:		3.953					- Start Delay Time [s]:		3.562					- Start Delay Time [s]:		3.625				
- Measurement Type:		1					- Measurement Type:		1					- Measurement Type:		1				
- Motor Correction Factor:		1					- Motor Correction Factor:		1					- Motor Correction Factor:		1				
Interval:							Interval:							Interval:						
Number of Data Points:							Number of Data Points:							Number of Data Points:						
Time Setting:							Time Setting:							Time Setting:						
Meas. Pt. Duration 6 s							Meas. Pt. Duration 6 s							Meas. Pt. Duration 6 s						
Measuring Profile:							Measuring Profile:							Measuring Profile:						
Shear Rate							Shear Rate							Shear Rate						
d(gamma)/dt = 100 1/s							d(gamma)/dt = 100 1/s							d(gamma)/dt = 100 1/s						
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque		Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque		Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]			[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]			[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]	
1	6	0.816	1	0.816	0.02		1	6	0.876	1	0.876	0.0215		1	6	0.851	1	0.851	0.0209	
2	12	0.47	27.3	12.8	0.314		2	12	0.482	27.3	13.2	0.322		2	12	0.472	27.3	12.9	0.316	
3	18	0.412	53.5	22.1	0.54		3	18	0.422	53.5	22.6	0.554		3	18	0.411	53.5	22	0.539	
4	24	0.375	79.8	29.9	0.734		4	24	0.385	79.8	30.7	0.752		4	24	0.374	79.8	29.9	0.731	
5	30	0.348	106	36.9	0.905		5	30	0.357	106	37.9	0.929		5	30	0.347	106	36.8	0.902	
6	36	0.327	132	43.3	1.06		6	36	0.336	132	44.4	1.09		6	36	0.326	132	43.1	1.06	
7	42	0.31	159	49.1	1.2		7	42	0.318	159	50.4	1.24		7	42	0.309	159	48.9	1.2	
8	48	0.295	185	54.6	1.34		8	48	0.303	185	56	1.37		8	48	0.294	185	54.3	1.33	
9	54	0.282	211	59.6	1.46		9	54	0.29	211	61.1	1.5		9	54	0.281	211	59.3	1.45	
10	60	0.271	237	64.3	1.58		10	60	0.278	237	65.9	1.62		10	60	0.269	237	64	1.57	
11	66	0.26	264	68.7	1.68		11	66	0.267	264	70.4	1.72		11	66	0.259	264	68.3	1.67	
12	72	0.251	290	72.7	1.78		12	72	0.257	290	74.5	1.83		12	72	0.249	290	72.3	1.77	
13	78	0.242	316	76.6	1.88		13	78	0.248	316	78.4	1.92		13	78	0.241	316	76.1	1.86	
14	84	0.234	342	80.2	1.96		14	84	0.24	342	82.1	2.01		14	84	0.233	342	79.6	1.95	
15	90	0.227	369	83.6	2.05		15	90	0.232	369	85.6	2.1		15	90	0.225	369	83	2.03	
16	96	0.22	395	86.8	2.13		16	96	0.225	395	88.9	2.18		16	96	0.218	395	86.2	2.11	
17	102	0.214	421	89.9	2.2		17	102	0.219	421	92	2.26		17	102	0.212	421	89.2	2.19	
18	108	0.208	447	92.9	2.28		18	108	0.213	447	95.1	2.33		18	108	0.206	447	92.2	2.26	
19	114	0.202	474	95.8	2.35		19	114	0.207	474	98	2.4		19	114	0.201	474	95	2.33	
20	120	0.197	500	98.6	2.42		20	120	0.202	500	101	2.47		20	120	0.195	500	97.7	2.39	

						SOLUCIÓN 12 (50°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.094						- Start Delay Time [s]:		3						- Start Delay Time [s]:		3.5			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.514	1	0.514	0.0126	1	6	0.435	1	0.435	0.0107	1	6	0.453	1	0.453	0.0111				
2	12	0.254	27.3	6.92	0.17	2	12	0.228	27.3	6.22	0.152	2	12	0.231	27.3	6.29	0.154				
3	18	0.227	53.5	12.2	0.298	3	18	0.206	53.5	11	0.27	3	18	0.207	53.5	11.1	0.272				
4	24	0.215	79.8	17.1	0.42	4	24	0.193	79.8	15.4	0.377	4	24	0.194	79.8	15.5	0.379				
5	30	0.206	106	21.8	0.535	5	30	0.184	106	19.5	0.478	5	30	0.185	106	19.6	0.48				
6	36	0.198	132	26.2	0.642	6	36	0.177	132	23.4	0.573	6	36	0.177	132	23.5	0.575				
7	42	0.191	159	30.2	0.741	7	42	0.17	159	27	0.662	7	42	0.176	159	27.9	0.684				
8	48	0.184	185	34.1	0.835	8	48	0.165	185	30.6	0.749	8	48	0.165	185	30.5	0.748				
9	54	0.179	211	37.8	0.926	9	54	0.161	211	34	0.833	9	54	0.161	211	33.9	0.831				
10	60	0.174	237	41.4	1.01	10	60	0.157	237	37.3	0.913	10	60	0.156	237	37.1	0.91				
11	66	0.17	264	44.8	1.1	11	66	0.154	264	40.5	0.992	11	66	0.153	264	40.3	0.987				
12	72	0.166	290	48.1	1.18	12	72	0.15	290	43.5	1.06	12	72	0.149	290	43.3	1.06				
13	78	0.162	316	51.3	1.26	13	78	0.146	316	46.3	1.13	13	78	0.146	316	46.2	1.13				
14	84	0.159	342	54.3	1.33	14	84	0.143	342	49.1	1.2	14	84	0.143	342	49.1	1.2				
15	90	0.155	369	57.3	1.4	15	90	0.14	369	51.8	1.27	15	90	0.141	369	51.9	1.27				
16	96	0.152	395	60.2	1.48	16	96	0.138	395	54.4	1.33	16	96	0.138	395	54.6	1.34				
17	102	0.15	421	63.1	1.55	17	102	0.135	421	56.9	1.39	17	102	0.136	421	57.3	1.4				
18	108	0.147	447	66	1.62	18	108	0.133	447	59.4	1.46	18	108	0.134	447	59.8	1.46				
19	114	0.145	474	68.7	1.68	19	114	0.13	474	61.8	1.51	19	114	0.131	474	62.2	1.52				
20	120	0.143	500	71.3	1.75	20	120	0.128	500	64.2	1.57	20	120	0.129	500	64.6	1.58				

						SOLUCIÓN 12 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.906						- Start Delay Time [s]:		3.25						- Start Delay Time [s]:		2.984			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.354	1	0.354	0.00867	1	6	0.347	1	0.347	0.00849	1	6	0.405	1	0.405	0.00993				
2	12	0.143	27.3	3.9	0.0957	2	12	0.152	27.3	4.13	0.101	2	12	0.162	27.3	4.42	0.108				
3	18	0.13	53.5	6.97	0.171	3	18	0.138	53.5	7.38	0.181	3	18	0.148	53.5	7.9	0.193				
4	24	0.125	79.8	9.96	0.244	4	24	0.133	79.8	10.6	0.259	4	24	0.14	79.8	11.2	0.273				
5	30	0.122	106	13	0.317	5	30	0.129	106	13.7	0.335	5	30	0.136	106	14.4	0.353				
6	36	0.12	132	15.9	0.389	6	36	0.128	132	16.9	0.415	6	36	0.133	132	17.6	0.432				
7	42	0.118	159	18.7	0.458	7	42	0.126	159	20	0.491	7	42	0.131	159	20.8	0.509				
8	48	0.117	185	21.6	0.528	8	48	0.125	185	23	0.565	8	48	0.129	185	23.9	0.585				
9	54	0.115	211	24.3	0.596	9	54	0.123	211	26.1	0.638	9	54	0.127	211	26.8	0.657				
10	60	0.114	237	27.1	0.665	10	60	0.122	237	29.1	0.712	10	60	0.126	237	29.9	0.732				
11	66	0.113	264	29.9	0.733	11	66	0.121	264	31.9	0.782	11	66	0.125	264	32.9	0.806				
12	72	0.113	290	32.8	0.804	12	72	0.12	290	34.8	0.853	12	72	0.123	290	35.7	0.874				
13	78	0.112	316	35.4	0.868	13	78	0.12	316	37.8	0.926	13	78	0.122	316	38.5	0.943				
14	84	0.111	342	37.9	0.929	14	84	0.118	342	40.4	0.991	14	84	0.119	342	40.8	1				
15	90	0.109	369	40.4	0.989	15	90	0.117	369	43.2	1.06	15	90	0.117	369	43	1.05				
16	96	0.108	395	42.6	1.04	16	96	0.117	395	46	1.13	16	96	0.114	395	44.9	1.1				
17	102	0.106	421	44.5	1.09	17	102	0.115	421	48.6	1.19	17	102	0.112	421	47.2	1.16				
18	108	0.104	447	46.4	1.14	18	108	0.113	447	50.7	1.24	18	108	0.111	447	49.6	1.21				
19	114	0.102	474	48.3	1.18	19	114	0.112	474	53.1	1.3	19	114	0.109	474	51.6	1.26				
20	120	0.101	500	50.7	1.24	20	120	0.111	500	55.3	1.35	20	120	0.108	500	53.9	1.32				

						SOLUCIÓN 13 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.969				- Start Delay Time [s]:		4.11				- Start Delay Time [s]:		3.86			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.07	1	1.07	0.0263	1	6	1.08	1	1.08	0.0264	1	6	1.1	1	1.1	0.027
2	12	0.383	27.3	10.4	0.256	2	12	0.402	27.3	10.9	0.268	2	12	0.465	16.7	7.78	0.19
3	18	0.323	53.5	17.3	0.423	3	18	0.338	53.5	18.1	0.443	3	18	0.394	32.5	12.8	0.313
4	24	0.288	79.8	23	0.563	4	24	0.301	79.8	24	0.589	4	24	0.355	48.2	17.1	0.419
5	30	0.263	106	27.9	0.684	5	30	0.276	106	29.2	0.716	5	30	0.328	63.9	21	0.514
6	36	0.244	132	32.3	0.792	6	36	0.256	132	33.9	0.83	6	36	0.307	79.7	24.5	0.6
7	42	0.229	159	36.4	0.892	7	42	0.241	159	38.2	0.935	7	42	0.291	95.4	27.7	0.679
8	48	0.217	185	40.2	0.984	8	48	0.228	185	42.1	1.03	8	48	0.277	111	30.8	0.754
9	54	0.207	211	43.6	1.07	9	54	0.217	211	45.7	1.12	9	54	0.265	127	33.6	0.823
10	60	0.197	237	46.8	1.15	10	60	0.207	237	49.1	1.2	10	60	0.255	143	36.3	0.89
11	66	0.189	264	49.8	1.22	11	66	0.198	264	52.3	1.28	11	66	0.245	158	38.9	0.952
12	72	0.182	290	52.6	1.29	12	72	0.19	290	55.2	1.35	12	72	0.237	174	41.3	1.01
13	78	0.175	316	55.3	1.35	13	78	0.184	316	58	1.42	13	78	0.23	190	43.6	1.07
14	84	0.169	342	57.7	1.41	14	84	0.177	342	60.6	1.49	14	84	0.223	206	45.8	1.12
15	90	0.163	369	60.1	1.47	15	90	0.171	369	63.1	1.55	15	90	0.217	221	48	1.18
16	96	0.158	395	62.3	1.53	16	96	0.166	395	65.5	1.6	16	96	0.211	237	50	1.23
17	102	0.153	421	64.5	1.58	17	102	0.161	421	67.7	1.66	17	102	0.206	253	52	1.27
18	108	0.149	447	66.5	1.63	18	108	0.156	447	69.9	1.71	18	108	0.201	269	53.8	1.32
19	114	0.145	474	68.5	1.68	19	114	0.152	474	71.9	1.76	19	114	0.196	284	55.7	1.36
20	120	0.141	500	70.4	1.73	20	120	0.148	500	73.9	1.81	20	120	0.191	300	57.4	1.41

						SOLUCIÓN 13 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.844				- Start Delay Time [s]:		2.719				- Start Delay Time [s]:		2.719			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s				Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.652	1	0.652	0.016	1	6	0.658	1	0.658	0.0161	1	6	0.668	1	0.669	0.0164
2	12	0.21	27.3	5.73	0.14	2	12	0.209	27.3	5.7	0.14	2	12	0.21	27.3	5.73	0.14
3	18	0.179	53.5	9.6	0.235	3	18	0.18	53.5	9.61	0.235	3	18	0.181	53.5	9.67	0.237
4	24	0.163	79.8	13	0.319	4	24	0.164	79.8	13.1	0.321	4	24	0.165	79.8	13.2	0.323
5	30	0.153	106	16.2	0.397	5	30	0.153	106	16.3	0.399	5	30	0.154	106	16.4	0.401
6	36	0.145	132	19.1	0.469	6	36	0.145	132	19.2	0.471	6	36	0.146	132	19.3	0.474
7	42	0.138	159	21.9	0.537	7	42	0.139	159	22	0.539	7	42	0.14	159	22.1	0.542
8	48	0.133	185	24.5	0.601	8	48	0.133	185	24.6	0.604	8	48	0.134	185	24.8	0.607
9	54	0.128	211	27	0.661	9	54	0.128	211	27.1	0.664	9	54	0.129	211	27.3	0.668
10	60	0.123	237	29.3	0.718	10	60	0.124	237	29.4	0.721	10	60	0.125	237	29.7	0.727
11	66	0.12	264	31.5	0.773	11	66	0.12	264	31.7	0.776	11	66	0.121	264	32	0.783
12	72	0.116	290	33.7	0.825	12	72	0.117	290	33.8	0.829	12	72	0.118	290	34.1	0.835
13	78	0.113	316	35.7	0.875	13	78	0.114	316	35.9	0.88	13	78	0.114	316	36.1	0.885
14	84	0.11	342	37.7	0.924	14	84	0.111	342	37.9	0.928	14	84	0.111	342	38.1	0.933
15	90	0.107	369	39.6	0.971	15	90	0.108	369	39.8	0.975	15	90	0.109	369	40	0.98
16	96	0.105	395	41.5	1.02	16	96	0.105	395	41.7	1.02	16	96	0.106	395	41.9	1.03
17	102	0.103	421	43.3	1.06	17	102	0.103	421	43.5	1.06	17	102	0.104	421	43.7	1.07
18	108	0.101	447	45	1.1	18	108	0.101	447	45.2	1.11	18	108	0.102	447	45.4	1.11
19	114	0.0987	474	46.7	1.15	19	114	0.0991	474	46.9	1.15	19	114	0.0995	474	47.1	1.15
20	120	0.0969	500	48.5	1.19	20	120	0.0972	500	48.6	1.19	20	120	0.0976	500	48.8	1.2

						SOLUCIÓN 13 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.109						- Start Delay Time [s]:		2.86						- Start Delay Time [s]:		3.078			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s						Shear Rate		d(gamma)/dt = 100 1/s			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.582	1	0.582	0.0143	1	6	0.56	1	0.56	0.0137	1	6	0.587	1	0.587	0.0144				
2	12	0.144	27.3	3.92	0.096	2	12	0.14	27.3	3.81	0.0934	2	12	0.151	27.3	4.13	0.101				
3	18	0.123	53.5	6.58	0.161	3	18	0.121	53.5	6.5	0.159	3	18	0.133	53.5	7.11	0.174				
4	24	0.114	79.8	9.08	0.222	4	24	0.113	79.8	9.05	0.222	4	24	0.125	79.8	10	0.245				
5	30	0.108	106	11.5	0.281	5	30	0.108	106	11.5	0.281	5	30	0.121	106	12.8	0.314				
6	36	0.104	132	13.7	0.336	6	36	0.104	132	13.8	0.338	6	36	0.118	132	15.6	0.382				
7	42	0.1	159	15.9	0.39	7	42	0.101	159	15.9	0.391	7	42	0.116	159	18.3	0.449				
8	48	0.0973	185	18	0.441	8	48	0.0974	185	18	0.441	8	48	0.113	185	20.9	0.512				
9	54	0.0945	211	19.9	0.489	9	54	0.0949	211	20	0.491	9	54	0.111	211	23.5	0.575				
10	60	0.0919	237	21.8	0.535	10	60	0.0931	237	22.1	0.542	10	60	0.109	237	25.8	0.633				
11	66	0.0896	264	23.6	0.579	11	66	0.0912	264	24	0.589	11	66	0.107	264	28.2	0.691				
12	72	0.0876	290	25.4	0.622	12	72	0.0894	290	25.9	0.635	12	72	0.105	290	30.4	0.745				
13	78	0.0859	316	27.2	0.666	13	78	0.0876	316	27.7	0.679	13	78	0.103	316	32.6	0.798				
14	84	0.0843	342	28.9	0.707	14	84	0.0861	342	29.5	0.723	14	84	0.101	342	34.7	0.85				
15	90	0.0828	369	30.5	0.748	15	90	0.0847	369	31.2	0.765	15	90	0.0994	369	36.6	0.898				
16	96	0.0815	395	32.2	0.788	16	96	0.0835	395	33	0.808	16	96	0.0973	395	38.4	0.942				
17	102	0.0804	421	33.9	0.83	17	102	0.0825	421	34.7	0.851	17	102	0.0956	421	40.3	0.986				
18	108	0.0792	447	35.5	0.869	18	108	0.0815	447	36.5	0.893	18	108	0.0938	447	42	1.03				
19	114	0.0785	474	37.2	0.912	19	114	0.0806	474	38.2	0.935	19	114	0.0922	474	43.7	1.07				
20	120	0.0774	500	38.7	0.948	20	120	0.0793	500	39.7	0.972	20	120	0.0908	500	45.4	1.11				

						SOLUCIÓN 14 (25°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.906						- Start Delay Time [s]:		3.063						- Start Delay Time [s]:		3.734			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	2.66	1	2.65	0.065	1	6	2.58	1	2.58	0.0633	1	6	2.47	1	2.47	0.0605				
2	12	1.03	27.3	28	0.687	2	12	0.979	27.3	26.7	0.654	2	12	0.977	27.3	26.6	0.653				
3	18	0.825	53.5	44.2	1.08	3	18	0.785	53.5	42	1.03	3	18	0.784	53.5	42	1.03				
4	24	0.713	79.8	56.9	1.39	4	24	0.679	79.8	54.1	1.33	4	24	0.679	79.8	54.2	1.33				
5	30	0.64	106	67.8	1.66	5	30	0.608	106	64.5	1.58	5	30	0.609	106	64.6	1.58				
6	36	0.586	132	77.5	1.9	6	36	0.556	132	73.6	1.8	6	36	0.558	132	73.9	1.81				
7	42	0.544	159	86.3	2.11	7	42	0.516	159	81.8	2	7	42	0.518	159	82.1	2.01				
8	48	0.51	185	94.3	2.31	8	48	0.483	185	89.3	2.19	8	48	0.485	185	89.6	2.2				
9	54	0.481	211	102	2.49	9	54	0.455	211	96.1	2.35	9	54	0.457	211	96.5	2.36				
10	60	0.457	237	108	2.66	10	60	0.431	237	102	2.51	10	60	0.433	237	103	2.52				
11	66	0.435	264	115	2.81	11	66	0.411	264	108	2.65	11	66	0.413	264	109	2.67				
12	72	0.416	290	121	2.96	12	72	0.392	290	114	2.79	12	72	0.395	290	114	2.8				
13	78	0.4	316	126	3.09	13	78	0.376	316	119	2.92	13	78	0.379	316	120	2.93				
14	84	0.385	342	132	3.23	14	84	0.362	342	124	3.04	14	84	0.364	342	125	3.06				
15	90	0.371	369	137	3.35	15	90	0.349	369	129	3.15	15	90	0.352	369	130	3.18				
16	96	0.359	395	142	3.47	16	96	0.337	395	133	3.27	16	96	0.34	395	134	3.29				
17	102	0.348	421	147	3.59	17	102	0.327	421	138	3.37	17	102	0.33	421	139	3.4				
18	108	0.338	447	151	3.7	18	108	0.317	447	142	3.48	18	108	0.32	447	143	3.51				
19	114	0.328	474	156	3.81	19	114	0.308	474	146	3.58	19	114	0.311	474	147	3.61				
20	120	0.32	500	160	3.92	20	120	0.3	500	150	3.68	20	120	0.303	500	152	3.71				

						SOLUCIÓN 14 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.359				- Start Delay Time [s]:		2.937				- Start Delay Time [s]:		2.969			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.29	1	1.29	0.0317	1	6	1.31	1	1.31	0.032	1	6	1.32	1	1.32	0.0324
2	12	0.499	27.3	13.6	0.333	2	12	0.493	27.3	13.4	0.33	2	12	0.532	27.3	14.5	0.355
3	18	0.417	53.5	22.3	0.547	3	18	0.411	53.5	22	0.539	3	18	0.44	53.5	23.5	0.577
4	24	0.374	79.8	29.8	0.731	4	24	0.368	79.8	29.3	0.719	4	24	0.391	79.8	31.2	0.765
5	30	0.346	106	36.6	0.898	5	30	0.34	106	36.1	0.883	5	30	0.359	106	38.1	0.934
6	36	0.325	132	43	1.05	6	36	0.32	132	42.3	1.04	6	36	0.337	132	44.6	1.09
7	42	0.308	159	48.9	1.2	7	42	0.304	159	48.3	1.18	7	42	0.319	159	50.6	1.24
8	48	0.295	185	54.4	1.33	8	48	0.291	185	53.8	1.32	8	48	0.305	185	56.4	1.38
9	54	0.283	211	59.7	1.46	9	54	0.28	211	59	1.45	9	54	0.292	211	61.7	1.51
10	60	0.273	237	64.7	1.59	10	60	0.27	237	64	1.57	10	60	0.281	237	66.8	1.64
11	66	0.264	264	69.6	1.7	11	66	0.26	264	68.7	1.68	11	66	0.272	264	71.6	1.75
12	72	0.256	290	74.1	1.81	12	72	0.252	290	73.1	1.79	12	72	0.262	290	76.1	1.86
13	78	0.248	316	78.5	1.92	13	78	0.245	316	77.4	1.9	13	78	0.254	316	80.4	1.97
14	84	0.241	342	82.7	2.03	14	84	0.238	342	81.5	2	14	84	0.247	342	84.6	2.07
15	90	0.235	369	86.7	2.13	15	90	0.232	369	85.4	2.09	15	90	0.241	369	88.8	2.17
16	96	0.23	395	90.6	2.22	16	96	0.226	395	89.3	2.19	16	96	0.235	395	92.8	2.27
17	102	0.224	421	94.5	2.32	17	102	0.221	421	93.1	2.28	17	102	0.229	421	96.6	2.37
18	108	0.22	447	98.3	2.41	18	108	0.216	447	96.7	2.37	18	108	0.224	447	100	2.46
19	114	0.215	474	102	2.5	19	114	0.211	474	100	2.45	19	114	0.219	474	104	2.55
20	120	0.211	500	105	2.58	20	120	0.207	500	104	2.54	20	120	0.215	500	107	2.63

						SOLUCIÓN 14 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.64						- Start Delay Time [s]:		3.375						- Start Delay Time [s]:		2.75			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.829	0.999	0.828	0.0203	1	6	1.01	1	1.01	0.0247	1	6	1.07	1	1.07	0.0263				
2	12	0.31	27.3	8.45	0.207	2	12	0.295	27.3	8.04	0.197	2	12	0.294	27.3	8.03	0.197				
3	18	0.257	53.5	13.7	0.337	3	18	0.248	53.5	13.3	0.325	3	18	0.249	53.5	13.4	0.327				
4	24	0.231	79.8	18.5	0.452	4	24	0.227	79.8	18.1	0.443	4	24	0.23	79.8	18.3	0.449				
5	30	0.216	106	22.9	0.561	5	30	0.214	106	22.7	0.556	5	30	0.217	106	23	0.564				
6	36	0.205	132	27.2	0.665	6	36	0.205	132	27.2	0.666	6	36	0.209	132	27.6	0.677				
7	42	0.197	159	31.3	0.767	7	42	0.199	159	31.6	0.773	7	42	0.202	159	32.1	0.786				
8	48	0.191	185	35.4	0.867	8	48	0.194	185	35.9	0.879	8	48	0.197	185	36.5	0.894				
9	54	0.186	211	39.4	0.965	9	54	0.189	211	40	0.98	9	54	0.193	211	40.8	0.999				
10	60	0.182	237	43.3	1.06	10	60	0.185	237	43.9	1.07	10	60	0.189	237	45	1.1				
11	66	0.179	264	47.2	1.16	11	66	0.181	264	47.7	1.17	11	66	0.186	264	49	1.2				
12	72	0.176	290	50.9	1.25	12	72	0.178	290	51.6	1.26	12	72	0.183	290	53.1	1.3				
13	78	0.173	316	54.5	1.34	13	78	0.175	316	55.3	1.35	13	78	0.18	316	56.9	1.39				
14	84	0.17	342	58.2	1.43	14	84	0.172	342	59	1.45	14	84	0.177	342	60.7	1.49				
15	90	0.167	369	61.7	1.51	15	90	0.17	369	62.6	1.53	15	90	0.176	369	64.7	1.59				
16	96	0.166	395	65.4	1.6	16	96	0.166	395	65.5	1.61	16	96	0.173	395	68.3	1.67				
17	102	0.164	421	69	1.69	17	102	0.156	421	65.6	1.61	17	102	0.167	421	70.3	1.72				
18	108	0.162	447	72.3	1.77	18	108	0.15	447	67.1	1.64	18	108	0.158	447	70.9	1.74				
19	114	0.158	474	74.7	1.83	19	114	0.145	474	68.8	1.69	19	114	0.153	474	72.7	1.78				
20	120	0.154	500	76.9	1.88	20	120	0.142	500	71.2	1.75	20	120	0.15	500	75.1	1.84				

						SOLUCIÓN 15 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.594				- Start Delay Time [s]:		4.359				- Start Delay Time [s]:		3.484			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.327	1	0.327	0.008	1	6	0.334	1	0.334	0.00818	1	6	0.346	1	0.346	0.00848
2	12	0.127	27.3	3.46	0.0847	2	12	0.129	27.3	3.5	0.0859	2	12	0.126	27.3	3.43	0.084
3	18	0.113	53.5	6.05	0.148	3	18	0.114	53.5	6.1	0.149	3	18	0.112	53.5	6	0.147
4	24	0.105	79.8	8.4	0.206	4	24	0.106	79.8	8.43	0.207	4	24	0.105	79.8	8.37	0.205
5	30	0.0977	106	10.4	0.254	5	30	0.0977	106	10.4	0.254	5	30	0.098	106	10.4	0.255
6	36	0.0904	132	12	0.293	6	36	0.0902	132	11.9	0.293	6	36	0.0913	132	12.1	0.296
7	42	0.0839	159	13.3	0.326	7	42	0.0836	159	13.3	0.325	7	42	0.0851	159	13.5	0.331
8	48	0.0784	185	14.5	0.355	8	48	0.0781	185	14.4	0.354	8	48	0.0797	185	14.7	0.361
9	54	0.0736	211	15.5	0.381	9	54	0.0735	211	15.5	0.38	9	54	0.0751	211	15.9	0.388
10	60	0.0697	237	16.5	0.405	10	60	0.0696	237	16.5	0.405	10	60	0.0711	237	16.9	0.414
11	66	0.0663	264	17.5	0.428	11	66	0.0663	264	17.5	0.428	11	66	0.0677	264	17.8	0.437
12	72	0.0634	290	18.4	0.45	12	72	0.0634	290	18.4	0.45	12	72	0.0647	290	18.8	0.46
13	78	0.0609	316	19.2	0.471	13	78	0.0609	316	19.3	0.472	13	78	0.0622	316	19.7	0.482
14	84	0.0586	342	20.1	0.492	14	84	0.0587	342	20.1	0.493	14	84	0.06	342	20.5	0.503
15	90	0.0567	369	20.9	0.512	15	90	0.0568	369	20.9	0.513	15	90	0.0581	369	21.4	0.525
16	96	0.0549	395	21.7	0.531	16	96	0.055	395	21.7	0.533	16	96	0.0563	395	22.2	0.545
17	102	0.0532	421	22.4	0.549	17	102	0.0535	421	22.5	0.552	17	102	0.0546	421	23	0.564
18	108	0.0518	447	23.2	0.568	18	108	0.052	447	23.3	0.57	18	108	0.0531	447	23.8	0.583
19	114	0.0504	474	23.9	0.585	19	114	0.0507	474	24	0.588	19	114	0.0518	474	24.5	0.601
20	120	0.0492	500	24.6	0.603	20	120	0.0495	500	24.8	0.606	20	120	0.0506	500	25.3	0.619

						SOLUCIÓN 15 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.796				- Start Delay Time [s]:		3.203				- Start Delay Time [s]:		2.796			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.253	1	0.253	0.00619	1	6	0.245	1	0.245	0.006	1	6	0.231	1	0.231	0.00566
2	12	0.0782	27.3	2.13	0.0522	2	12	0.0804	27.3	2.19	0.0537	2	12	0.0765	27.3	2.09	0.0511
3	18	0.0703	53.5	3.76	0.0922	3	18	0.0723	53.5	3.87	0.0949	3	18	0.0696	53.5	3.73	0.0913
4	24	0.0665	79.8	5.3	0.13	4	24	0.0683	79.8	5.45	0.134	4	24	0.0661	79.8	5.27	0.129
5	30	0.0625	106	6.63	0.162	5	30	0.0642	106	6.81	0.167	5	30	0.0622	106	6.6	0.162
6	36	0.0585	132	7.74	0.19	6	36	0.0601	132	7.95	0.195	6	36	0.0581	132	7.69	0.188
7	42	0.0548	159	8.69	0.213	7	42	0.0564	159	8.95	0.219	7	42	0.0544	159	8.62	0.211
8	48	0.0518	185	9.58	0.235	8	48	0.0534	185	9.87	0.242	8	48	0.0513	185	9.47	0.232
9	54	0.0493	211	10.4	0.255	9	54	0.0508	211	10.7	0.263	9	54	0.0486	211	10.3	0.252
10	60	0.0472	237	11.2	0.274	10	60	0.0486	237	11.5	0.283	10	60	0.0465	237	11	0.27
11	66	0.0454	264	12	0.293	11	66	0.0468	264	12.3	0.302	11	66	0.0446	264	11.8	0.288
12	72	0.0438	290	12.7	0.311	12	72	0.0452	290	13.1	0.321	12	72	0.0429	290	12.4	0.305
13	78	0.0423	316	13.4	0.328	13	78	0.0439	316	13.9	0.34	13	78	0.0415	316	13.1	0.321
14	84	0.0409	342	14	0.343	14	84	0.0425	342	14.6	0.357	14	84	0.0401	342	13.7	0.336
15	90	0.0397	369	14.6	0.359	15	90	0.0413	369	15.2	0.373	15	90	0.0389	369	14.4	0.352
16	96	0.0386	395	15.2	0.373	16	96	0.0403	395	15.9	0.389	16	96	0.0378	395	14.9	0.366
17	102	0.0376	421	15.8	0.388	17	102	0.0393	421	16.5	0.405	17	102	0.0369	421	15.5	0.38
18	108	0.0367	447	16.4	0.402	18	108	0.0384	447	17.2	0.421	18	108	0.036	447	16.1	0.394
19	114	0.0358	474	17	0.416	19	114	0.0375	474	17.8	0.435	19	114	0.0351	474	16.6	0.407
20	120	0.0351	500	17.5	0.43	20	120	0.0368	500	18.4	0.45	20	120	0.0344	500	17.2	0.421

						SOLUCIÓN 15 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		1.844				- Start Delay Time [s]:		3.407				- Start Delay Time [s]:		2.781			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.201	1	0.201	0.00493	1	6	0.215	1	0.216	0.00528	1	6	0.189	1	0.189	0.00462
2	12	0.0571	27.3	1.56	0.0381	2	12	0.0575	27.3	1.57	0.0384	2	12	0.0539	27.3	1.47	0.036
3	18	0.0513	53.5	2.75	0.0673	3	18	0.0519	53.5	2.78	0.068	3	18	0.0491	53.5	2.63	0.0644
4	24	0.0486	79.8	3.88	0.095	4	24	0.0493	79.8	3.93	0.0963	4	24	0.0468	79.8	3.73	0.0914
5	30	0.0456	106	4.83	0.118	5	30	0.0464	106	4.92	0.12	5	30	0.0439	106	4.66	0.114
6	36	0.0427	132	5.65	0.139	6	36	0.0436	132	5.77	0.141	6	36	0.0411	132	5.43	0.133
7	42	0.0403	159	6.38	0.156	7	42	0.0413	159	6.54	0.16	7	42	0.0386	159	6.12	0.15
8	48	0.0383	185	7.08	0.173	8	48	0.0394	185	7.27	0.178	8	48	0.0365	185	6.76	0.166
9	54	0.0366	211	7.74	0.19	9	54	0.0377	211	7.96	0.195	9	54	0.0348	211	7.34	0.18
10	60	0.0352	237	8.35	0.204	10	60	0.0363	237	8.61	0.211	10	60	0.0332	237	7.89	0.193
11	66	0.0338	264	8.91	0.218	11	66	0.035	264	9.22	0.226	11	66	0.0318	264	8.39	0.206
12	72	0.0326	290	9.44	0.231	12	72	0.0338	290	9.8	0.24	12	72	0.0305	290	8.84	0.217
13	78	0.0314	316	9.94	0.244	13	78	0.0328	316	10.4	0.254	13	78	0.0294	316	9.29	0.228
14	84	0.0303	342	10.4	0.255	14	84	0.0317	342	10.9	0.266	14	84	0.0284	342	9.71	0.238
15	90	0.0295	369	10.9	0.266	15	90	0.0308	369	11.4	0.278	15	90	0.0276	369	10.2	0.249
16	96	0.0287	395	11.3	0.277	16	96	0.03	395	11.8	0.29	16	96	0.0268	395	10.6	0.259
17	102	0.0279	421	11.8	0.288	17	102	0.0292	421	12.3	0.302	17	102	0.0261	421	11	0.269
18	108	0.0273	447	12.2	0.299	18	108	0.0285	447	12.8	0.313	18	108	0.0255	447	11.4	0.279
19	114	0.0267	474	12.7	0.31	19	114	0.0278	474	13.2	0.323	19	114	0.0249	474	11.8	0.289
20	120	0.0262	500	13.1	0.321	20	120	0.0273	500	13.6	0.334	20	120	0.0244	500	12.2	0.298

						SOLUCIÓN 16 (25°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.781						- Start Delay Time [s]:		4.297						- Start Delay Time [s]:		2.5			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.7	1	0.7	0.0171	1	6	0.641	1	0.641	0.0157	1	6	0.661	1	0.661	0.0162				
2	12	0.5	27.3	13.6	0.334	2	12	0.483	27.3	13.2	0.323	2	12	0.494	27.3	13.5	0.33				
3	18	0.456	53.5	24.4	0.598	3	18	0.443	53.5	23.7	0.581	3	18	0.452	53.5	24.2	0.592				
4	24	0.427	79.8	34.1	0.835	4	24	0.416	79.8	33.2	0.814	4	24	0.424	79.8	33.8	0.829				
5	30	0.405	106	43	1.05	5	30	0.395	106	41.9	1.03	5	30	0.402	106	42.7	1.05				
6	36	0.387	132	51.2	1.26	6	36	0.377	132	49.9	1.22	6	36	0.385	132	50.9	1.25				
7	42	0.372	159	59	1.44	7	42	0.362	159	57.4	1.41	7	42	0.369	159	58.6	1.43				
8	48	0.358	185	66.2	1.62	8	48	0.349	185	64.4	1.58	8	48	0.356	185	65.8	1.61				
9	54	0.346	211	73.1	1.79	9	54	0.337	211	71.1	1.74	9	54	0.344	211	72.6	1.78				
10	60	0.336	237	79.6	1.95	10	60	0.326	237	77.4	1.9	10	60	0.333	237	79	1.94				
11	66	0.326	264	85.9	2.1	11	66	0.316	264	83.4	2.04	11	66	0.323	264	85.2	2.09				
12	72	0.317	290	91.9	2.25	12	72	0.308	290	89.2	2.18	12	72	0.314	290	91.1	2.23				
13	78	0.309	316	97.7	2.39	13	78	0.3	316	94.7	2.32	13	78	0.306	316	96.8	2.37				
14	84	0.301	342	103	2.53	14	84	0.292	342	100	2.45	14	84	0.299	342	102	2.51				
15	90	0.294	369	109	2.66	15	90	0.285	369	105	2.58	15	90	0.292	369	108	2.64				
16	96	0.288	395	114	2.79	16	96	0.279	395	110	2.7	16	96	0.285	395	113	2.76				
17	102	0.282	421	119	2.91	17	102	0.273	421	115	2.82	17	102	0.28	421	118	2.89				
18	108	0.276	447	124	3.03	18	108	0.267	447	120	2.93	18	108	0.274	447	123	3				
19	114	0.271	474	128	3.14	19	114	0.262	474	124	3.04	19	114	0.269	474	127	3.12				
20	120	0.266	500	133	3.26	20	120	0.257	500	128	3.15	20	120	0.264	500	132	3.23				

						SOLUCIÓN 16 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.093				- Start Delay Time [s]:		5.188				- Start Delay Time [s]:		2.688			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.281	1	0.281	0.00689	1	6	0.356	1	0.356	0.00873	1	6	0.313	1	0.313	0.00767
2	12	0.209	27.3	5.7	0.14	2	12	0.214	27.3	5.84	0.143	2	12	0.21	27.3	5.73	0.14
3	18	0.196	53.5	10.5	0.257	3	18	0.199	53.5	10.7	0.261	3	18	0.196	53.5	10.5	0.258
4	24	0.189	79.8	15.1	0.37	4	24	0.191	79.8	15.2	0.373	4	24	0.189	79.8	15.1	0.369
5	30	0.184	106	19.5	0.477	5	30	0.185	106	19.6	0.481	5	30	0.183	106	19.4	0.476
6	36	0.179	132	23.7	0.582	6	36	0.18	132	23.9	0.584	6	36	0.179	132	23.7	0.58
7	42	0.176	159	27.9	0.683	7	42	0.176	159	28	0.685	7	42	0.175	159	27.8	0.681
8	48	0.173	185	31.9	0.782	8	48	0.173	185	32	0.784	8	48	0.172	185	31.8	0.779
9	54	0.17	211	35.8	0.878	9	54	0.17	211	35.9	0.879	9	54	0.17	211	35.8	0.877
10	60	0.167	237	39.7	0.972	10	60	0.167	237	39.7	0.972	10	60	0.167	237	39.5	0.969
11	66	0.165	264	43.4	1.06	11	66	0.164	264	43.4	1.06	11	66	0.164	264	43.3	1.06
12	72	0.162	290	47.1	1.15	12	72	0.162	290	46.9	1.15	12	72	0.162	290	46.9	1.15
13	78	0.16	316	50.6	1.24	13	78	0.159	316	50.4	1.23	13	78	0.159	316	50.4	1.23
14	84	0.158	342	54.1	1.33	14	84	0.157	342	53.8	1.32	14	84	0.157	342	53.9	1.32
15	90	0.156	369	57.6	1.41	15	90	0.155	369	57.2	1.4	15	90	0.155	369	57.2	1.4
16	96	0.154	395	61	1.49	16	96	0.153	395	60.6	1.48	16	96	0.153	395	60.4	1.48
17	102	0.152	421	64.2	1.57	17	102	0.152	421	63.9	1.57	17	102	0.151	421	63.7	1.56
18	108	0.151	447	67.5	1.65	18	108	0.15	447	67.1	1.64	18	108	0.149	447	66.8	1.64
19	114	0.149	474	70.7	1.73	19	114	0.148	474	70.3	1.72	19	114	0.148	474	69.9	1.71
20	120	0.148	500	73.8	1.81	20	120	0.147	500	73.5	1.8	20	120	0.146	500	73	1.79

						SOLUCIÓN 16 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		1.922				- Start Delay Time [s]:		3.547				- Start Delay Time [s]:		2.735			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.185	1	0.185	0.00454	1	6	0.185	1	0.185	0.00454	1	6	0.17	1	0.17	0.00416
2	12	0.122	27.3	3.33	0.0816	2	12	0.12	27.3	3.27	0.0801	2	12	0.117	27.3	3.18	0.0779
3	18	0.117	53.5	6.26	0.153	3	18	0.114	53.5	6.08	0.149	3	18	0.111	53.5	5.92	0.145
4	24	0.116	79.8	9.22	0.226	4	24	0.112	79.8	8.92	0.219	4	24	0.109	79.8	8.67	0.212
5	30	0.115	106	12.2	0.299	5	30	0.111	106	11.7	0.288	5	30	0.108	106	11.4	0.28
6	36	0.115	132	15.2	0.373	6	36	0.111	132	14.6	0.358	6	36	0.108	132	14.3	0.35
7	42	0.115	159	18.3	0.448	7	42	0.111	159	17.6	0.431	7	42	0.108	159	17.2	0.421
8	48	0.115	185	21.3	0.521	8	48	0.111	185	20.5	0.503	8	48	0.109	185	20.2	0.495
9	54	0.114	211	24.1	0.592	9	54	0.112	211	23.6	0.579	9	54	0.11	211	23.2	0.568
10	60	0.114	237	27	0.663	10	60	0.112	237	26.6	0.651	10	60	0.111	237	26.2	0.643
11	66	0.113	264	29.9	0.733	11	66	0.112	264	29.4	0.721	11	66	0.111	264	29.3	0.718
12	72	0.111	290	32.2	0.788	12	72	0.108	290	31.5	0.771	12	72	0.111	290	32.1	0.787
13	78	0.108	316	34	0.833	13	78	0.107	316	33.7	0.827	13	78	0.109	316	34.6	0.848
14	84	0.106	342	36.3	0.89	14	84	0.105	342	36	0.882	14	84	0.105	342	35.9	0.881
15	90	0.106	369	39.1	0.957	15	90	0.104	369	38.3	0.938	15	90	0.103	369	37.8	0.926
16	96	0.104	395	41.2	1.01	16	96	0.102	395	40.4	0.99	16	96	0.102	395	40.2	0.985
17	102	0.103	421	43.3	1.06	17	102	0.101	421	42.5	1.04	17	102	0.102	421	43	1.05
18	108	0.102	447	45.5	1.12	18	108	0.0992	447	44.4	1.09	18	108	0.101	447	45	1.1
19	114	0.101	474	47.9	1.17	19	114	0.0978	474	46.3	1.14	19	114	0.0999	474	47.3	1.16
20	120	0.1	500	50	1.23	20	120	0.0958	500	47.9	1.17	20	120	0.098	500	49	1.2

						SOLUCIÓN 17 (25°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.25						- Start Delay Time [s]:		6.265						- Start Delay Time [s]:		5.391			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	1.59	1	1.59	0.0389	1	6	1.56	1	1.56	0.0383	1	6	1.5	1	1.5	0.0368				
2	12	0.289	27.3	7.87	0.193	2	12	0.279	27.3	7.61	0.186	2	12	0.28	27.3	7.63	0.187				
3	18	0.217	53.5	11.6	0.284	3	18	0.21	53.5	11.2	0.276	3	18	0.211	53.5	11.3	0.277				
4	24	0.178	79.8	14.2	0.348	4	24	0.173	79.8	13.8	0.338	4	24	0.173	79.8	13.8	0.339				
5	30	0.153	106	16.3	0.398	5	30	0.149	106	15.8	0.387	5	30	0.149	106	15.8	0.386				
6	36	0.136	132	18	0.442	6	36	0.132	132	17.5	0.429	6	36	0.132	132	17.5	0.428				
7	42	0.124	159	19.6	0.48	7	42	0.12	159	19.1	0.467	7	42	0.12	159	19	0.465				
8	48	0.114	185	21.1	0.516	8	48	0.111	185	20.5	0.502	8	48	0.11	185	20.4	0.499				
9	54	0.106	211	22.4	0.548	9	54	0.103	211	21.8	0.533	9	54	0.103	211	21.6	0.53				
10	60	0.0994	237	23.6	0.578	10	60	0.0967	237	22.9	0.562	10	60	0.0961	237	22.8	0.559				
11	66	0.0937	264	24.7	0.605	11	66	0.0912	264	24	0.589	11	66	0.0906	264	23.9	0.585				
12	72	0.0888	290	25.8	0.631	12	72	0.0865	290	25.1	0.614	12	72	0.0859	290	24.9	0.61				
13	78	0.0846	316	26.8	0.656	13	78	0.0824	316	26	0.638	13	78	0.0818	316	25.9	0.634				
14	84	0.0809	342	27.7	0.678	14	84	0.0787	342	27	0.661	14	84	0.0782	342	26.8	0.656				
15	90	0.0776	369	28.6	0.701	15	90	0.0756	369	27.9	0.683	15	90	0.075	369	27.6	0.677				
16	96	0.0747	395	29.5	0.722	16	96	0.0727	395	28.7	0.703	16	96	0.0721	395	28.5	0.698				
17	102	0.072	421	30.3	0.743	17	102	0.0701	421	29.5	0.724	17	102	0.0696	421	29.3	0.718				
18	108	0.0697	447	31.2	0.764	18	108	0.0678	447	30.4	0.744	18	108	0.0673	447	30.1	0.738				
19	114	0.0675	474	32	0.783	19	114	0.0657	474	31.1	0.763	19	114	0.0651	474	30.9	0.756				
20	120	0.0655	500	32.8	0.803	20	120	0.0638	500	31.9	0.782	20	120	0.0633	500	31.6	0.775				

						SOLUCIÓN 17 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.469				- Start Delay Time [s]:		3.75				- Start Delay Time [s]:		2.844			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.29	1	1.29	0.0316	1	6	1.27	1	1.27	0.0311	1	6	1.31	1	1.31	0.0321
2	12	0.199	27.3	5.41	0.133	2	12	0.196	27.3	5.34	0.131	2	12	0.201	27.3	5.49	0.134
3	18	0.153	53.5	8.16	0.2	3	18	0.151	53.5	8.11	0.199	3	18	0.155	53.5	8.31	0.204
4	24	0.127	79.8	10.2	0.249	4	24	0.127	79.8	10.1	0.247	4	24	0.13	79.8	10.4	0.254
5	30	0.11	106	11.7	0.286	5	30	0.11	106	11.6	0.285	5	30	0.113	106	12	0.294
6	36	0.0986	132	13	0.32	6	36	0.0979	132	13	0.317	6	36	0.101	132	13.4	0.328
7	42	0.0901	159	14.3	0.35	7	42	0.0895	159	14.2	0.348	7	42	0.0924	159	14.7	0.359
8	48	0.0837	185	15.5	0.379	8	48	0.0831	185	15.4	0.376	8	48	0.0858	185	15.9	0.389
9	54	0.0785	211	16.6	0.406	9	54	0.0779	211	16.4	0.403	9	54	0.0805	211	17	0.417
10	60	0.0742	237	17.6	0.431	10	60	0.0735	237	17.5	0.428	10	60	0.0761	237	18.1	0.442
11	66	0.0704	264	18.6	0.455	11	66	0.0698	264	18.4	0.451	11	66	0.0723	264	19	0.467
12	72	0.0672	290	19.5	0.477	12	72	0.0665	290	19.3	0.472	12	72	0.0689	290	20	0.489
13	78	0.0643	316	20.3	0.498	13	78	0.0637	316	20.1	0.493	13	78	0.066	316	20.9	0.511
14	84	0.0617	342	21.1	0.518	14	84	0.0611	342	20.9	0.513	14	84	0.0633	342	21.7	0.531
15	90	0.0594	369	21.9	0.537	15	90	0.0588	369	21.7	0.531	15	90	0.061	369	22.5	0.551
16	96	0.0573	395	22.6	0.555	16	96	0.0568	395	22.4	0.549	16	96	0.059	395	23.3	0.571
17	102	0.0555	421	23.4	0.573	17	102	0.055	421	23.2	0.567	17	102	0.0572	421	24.1	0.59
18	108	0.0539	447	24.1	0.591	18	108	0.0533	447	23.9	0.585	18	108	0.0555	447	24.8	0.608
19	114	0.0523	474	24.8	0.607	19	114	0.0518	474	24.5	0.601	19	114	0.0539	474	25.5	0.626
20	120	0.0509	500	25.5	0.624	20	120	0.0503	500	25.2	0.617	20	120	0.0525	500	26.2	0.643

						SOLUCIÓN 17 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. C _{ss} [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.5				- Start Delay Time [s]:		2.812				- Start Delay Time [s]:		2.797			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	1.11	1	1.11	0.0273	1	6	1.12	1	1.13	0.0276	1	6	1.06	1	1.06	0.0261
2	12	0.154	27.3	4.19	0.103	2	12	0.153	27.3	4.18	0.102	2	12	0.147	27.3	4.01	0.0981
3	18	0.118	53.5	6.31	0.155	3	18	0.119	53.5	6.35	0.155	3	18	0.114	53.5	6.08	0.149
4	24	0.0997	79.8	7.96	0.195	4	24	0.101	79.8	8.04	0.197	4	24	0.097	79.8	7.74	0.19
5	30	0.0875	106	9.28	0.227	5	30	0.0885	106	9.38	0.23	5	30	0.0856	106	9.08	0.222
6	36	0.079	132	10.5	0.256	6	36	0.0799	132	10.6	0.259	6	36	0.0776	132	10.3	0.251
7	42	0.0729	159	11.6	0.283	7	42	0.0736	159	11.7	0.286	7	42	0.0716	159	11.4	0.278
8	48	0.0682	185	12.6	0.309	8	48	0.069	185	12.8	0.312	8	48	0.0671	185	12.4	0.304
9	54	0.0644	211	13.6	0.333	9	54	0.0652	211	13.8	0.337	9	54	0.0634	211	13.4	0.328
10	60	0.0612	237	14.5	0.356	10	60	0.062	237	14.7	0.361	10	60	0.0602	237	14.3	0.35
11	66	0.0584	264	15.4	0.377	11	66	0.0592	264	15.6	0.382	11	66	0.0575	264	15.2	0.371
12	72	0.0558	290	16.2	0.397	12	72	0.0567	290	16.5	0.403	12	72	0.0551	290	16	0.391
13	78	0.0535	316	16.9	0.415	13	78	0.0546	316	17.3	0.423	13	78	0.053	316	16.7	0.41
14	84	0.0514	342	17.6	0.432	14	84	0.0526	342	18	0.442	14	84	0.0508	342	17.4	0.426
15	90	0.0496	369	18.3	0.448	15	90	0.0508	369	18.7	0.459	15	90	0.0489	369	18	0.442
16	96	0.0478	395	18.9	0.463	16	96	0.0491	395	19.4	0.475	16	96	0.0471	395	18.6	0.456
17	102	0.0463	421	19.5	0.477	17	102	0.0475	421	20	0.49	17	102	0.0455	421	19.2	0.47
18	108	0.0448	447	20.1	0.492	18	108	0.046	447	20.6	0.505	18	108	0.0441	447	19.7	0.483
19	114	0.0435	474	20.6	0.505	19	114	0.0447	474	21.2	0.519	19	114	0.0428	474	20.3	0.497
20	120	0.0424	500	21.2	0.519	20	120	0.0435	500	21.8	0.533	20	120	0.0417	500	20.9	0.511

						SOLUCIÓN 18 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		4.125				- Start Delay Time [s]:		3.406				- Start Delay Time [s]:		4.437			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.122	1	0.122	0.00298	1	6	0.131	1	0.131	0.00322	1	6	0.111	1	0.111	0.00271
2	12	0.0538	27.3	1.47	0.0359	2	12	0.0563	27.3	1.54	0.0376	2	12	0.0531	27.3	1.45	0.0354
3	18	0.0477	53.5	2.55	0.0626	3	18	0.0495	53.5	2.65	0.0649	3	18	0.0477	53.5	2.55	0.0626
4	24	0.0447	79.8	3.56	0.0873	4	24	0.046	79.8	3.67	0.0899	4	24	0.045	79.8	3.59	0.0879
5	30	0.0426	106	4.52	0.111	5	30	0.0436	106	4.62	0.113	5	30	0.043	106	4.55	0.112
6	36	0.041	132	5.42	0.133	6	36	0.0418	132	5.53	0.136	6	36	0.0413	132	5.47	0.134
7	42	0.0395	159	6.27	0.154	7	42	0.0403	159	6.38	0.156	7	42	0.0399	159	6.32	0.155
8	48	0.0384	185	7.09	0.174	8	48	0.039	185	7.2	0.176	8	48	0.0386	185	7.13	0.175
9	54	0.0373	211	7.88	0.193	9	54	0.0378	211	7.97	0.195	9	54	0.0375	211	7.91	0.194
10	60	0.0364	237	8.64	0.212	10	60	0.0367	237	8.71	0.213	10	60	0.0364	237	8.65	0.212
11	66	0.0355	264	9.36	0.229	11	66	0.0357	264	9.42	0.231	11	66	0.0355	264	9.36	0.229
12	72	0.0347	290	10.1	0.246	12	72	0.0348	290	10.1	0.247	12	72	0.0346	290	10	0.246
13	78	0.034	316	10.7	0.263	13	78	0.034	316	10.8	0.264	13	78	0.0339	316	10.7	0.262
14	84	0.0333	342	11.4	0.279	14	84	0.0333	342	11.4	0.279	14	84	0.0331	342	11.3	0.278
15	90	0.0327	369	12.1	0.295	15	90	0.0326	369	12	0.295	15	90	0.0325	369	12	0.293
16	96	0.0321	395	12.7	0.311	16	96	0.032	395	12.6	0.31	16	96	0.0318	395	12.6	0.308
17	102	0.0316	421	13.3	0.326	17	102	0.0315	421	13.3	0.325	17	102	0.0313	421	13.2	0.323
18	108	0.0311	447	13.9	0.341	18	108	0.031	447	13.9	0.34	18	108	0.0308	447	13.8	0.338
19	114	0.0306	474	14.5	0.356	19	114	0.0305	474	14.4	0.354	19	114	0.0303	474	14.4	0.352
20	120	0.0302	500	15.1	0.37	20	120	0.0301	500	15	0.368	20	120	0.0299	500	14.9	0.366

						SOLUCIÓN 18 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.656				- Start Delay Time [s]:		3.156				- Start Delay Time [s]:		2.735			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.0837	1	0.0837	0.00205	1	6	0.0747	1	0.0747	0.00183	1	6	0.0677	1	0.0677	0.00166
2	12	0.0313	27.3	0.854	0.0209	2	12	0.0307	27.3	0.836	0.0205	2	12	0.0303	27.3	0.826	0.0202
3	18	0.028	53.5	1.5	0.0367	3	18	0.0275	53.5	1.47	0.0361	3	18	0.0272	53.5	1.45	0.0356
4	24	0.0264	79.8	2.1	0.0515	4	24	0.0261	79.8	2.08	0.051	4	24	0.0257	79.8	2.05	0.0502
5	30	0.0255	106	2.7	0.0662	5	30	0.0251	106	2.66	0.0652	5	30	0.0247	106	2.61	0.0641
6	36	0.0247	132	3.26	0.0799	6	36	0.0243	132	3.22	0.0788	6	36	0.0238	132	3.15	0.0773
7	42	0.0239	159	3.79	0.0929	7	42	0.0236	159	3.74	0.0916	7	42	0.0231	159	3.66	0.0897
8	48	0.0233	185	4.3	0.105	8	48	0.023	185	4.25	0.104	8	48	0.0224	185	4.15	0.102
9	54	0.0227	211	4.8	0.118	9	54	0.0224	211	4.73	0.116	9	54	0.0219	211	4.62	0.113
10	60	0.0222	237	5.28	0.129	10	60	0.0219	237	5.2	0.127	10	60	0.0214	237	5.08	0.124
11	66	0.0218	264	5.74	0.141	11	66	0.0214	264	5.65	0.138	11	66	0.021	264	5.53	0.135
12	72	0.0213	290	6.19	0.152	12	72	0.021	290	6.09	0.149	12	72	0.0205	290	5.95	0.146
13	78	0.021	316	6.64	0.163	13	78	0.0207	316	6.56	0.161	13	78	0.0202	316	6.38	0.156
14	84	0.0206	342	7.06	0.173	14	84	0.0204	342	6.98	0.171	14	84	0.0198	342	6.78	0.166
15	90	0.0203	369	7.5	0.184	15	90	0.0201	369	7.41	0.181	15	90	0.0195	369	7.2	0.176
16	96	0.0201	395	7.92	0.194	16	96	0.0198	395	7.81	0.191	16	96	0.0192	395	7.59	0.186
17	102	0.0198	421	8.35	0.205	17	102	0.0195	421	8.22	0.201	17	102	0.019	421	7.99	0.196
18	108	0.0196	447	8.78	0.215	18	108	0.0193	447	8.62	0.211	18	108	0.0187	447	8.38	0.205
19	114	0.0194	474	9.18	0.225	19	114	0.019	474	9.01	0.221	19	114	0.0185	474	8.75	0.214
20	120	0.0192	500	9.61	0.235	20	120	0.0188	500	9.4	0.23	20	120	0.0183	500	9.14	0.224

						SOLUCIÓN 18 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.641				- Start Delay Time [s]:		2.75				- Start Delay Time [s]:		2.953			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.0482	1	0.0482	0.00118	1	6	0.0855	1	0.0855	0.00209	1	6	0.0681	1	0.0681	0.00167
2	12	0.0208	27.3	0.566	0.0139	2	12	0.0258	27.3	0.705	0.0173	2	12	0.0222	27.3	0.605	0.0148
3	18	0.0189	53.5	1.01	0.0248	3	18	0.0224	53.5	1.2	0.0294	3	18	0.0199	53.5	1.06	0.026
4	24	0.0181	79.8	1.44	0.0353	4	24	0.0201	79.8	1.61	0.0393	4	24	0.0188	79.8	1.5	0.0368
5	30	0.0173	106	1.84	0.045	5	30	0.0191	106	2.02	0.0496	5	30	0.0182	106	1.93	0.0473
6	36	0.0167	132	2.21	0.0541	6	36	0.0183	132	2.42	0.0593	6	36	0.0178	132	2.35	0.0577
7	42	0.0162	159	2.56	0.0628	7	42	0.0177	159	2.8	0.0686	7	42	0.0174	159	2.76	0.0676
8	48	0.0157	185	2.91	0.0712	8	48	0.0171	185	3.16	0.0775	8	48	0.0171	185	3.16	0.0774
9	54	0.0153	211	3.22	0.0789	9	54	0.0165	211	3.47	0.0851	9	54	0.0167	211	3.53	0.0864
10	60	0.0148	237	3.52	0.0862	10	60	0.0159	237	3.76	0.0922	10	60	0.0164	237	3.89	0.0953
11	66	0.0144	264	3.81	0.0932	11	66	0.0152	264	4.02	0.0985	11	66	0.016	264	4.23	0.104
12	72	0.0141	290	4.08	0.0999	12	72	0.0147	290	4.26	0.104	12	72	0.0157	290	4.55	0.112
13	78	0.0138	316	4.36	0.107	13	78	0.0143	316	4.51	0.111	13	78	0.0154	316	4.88	0.12
14	84	0.0135	342	4.62	0.113	14	84	0.0139	342	4.76	0.117	14	84	0.0151	342	5.19	0.127
15	90	0.0133	369	4.89	0.12	15	90	0.0136	369	5.02	0.123	15	90	0.0149	369	5.5	0.135
16	96	0.013	395	5.15	0.126	16	96	0.0133	395	5.26	0.129	16	96	0.0149	395	5.89	0.144
17	102	0.0128	421	5.41	0.132	17	102	0.0131	421	5.51	0.135	17	102	0.0146	421	6.13	0.15
18	108	0.0127	447	5.67	0.139	18	108	0.0129	447	5.76	0.141	18	108	0.0143	447	6.41	0.157
19	114	0.0125	474	5.92	0.145	19	114	0.0127	474	6.01	0.147	19	114	0.0141	474	6.67	0.163
20	120	0.0124	500	6.18	0.151	20	120	0.0126	500	6.28	0.154	20	120	0.0139	500	6.97	0.171

						SOLUCIÓN 19 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.968				- Start Delay Time [s]:		3.547				- Start Delay Time [s]:		4.359			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.5	1	0.5	0.0123	1	6	0.506	1	0.506	0.0124	1	6	0.48	1	0.48	0.0118
2	12	0.255	27.3	6.96	0.17	2	12	0.249	27.3	6.8	0.167	2	12	0.249	27.3	6.79	0.166
3	18	0.228	53.5	12.2	0.299	3	18	0.222	53.5	11.9	0.291	3	18	0.222	53.5	11.9	0.292
4	24	0.211	79.8	16.9	0.413	4	24	0.206	79.8	16.4	0.403	4	24	0.207	79.8	16.5	0.404
5	30	0.199	106	21.1	0.518	5	30	0.194	106	20.6	0.505	5	30	0.195	106	20.7	0.507
6	36	0.19	132	25.1	0.615	6	36	0.185	132	24.5	0.6	6	36	0.186	132	24.6	0.602
7	42	0.181	159	28.8	0.705	7	42	0.177	159	28.1	0.688	7	42	0.178	159	28.2	0.691
8	48	0.174	185	32.2	0.79	8	48	0.17	185	31.5	0.772	8	48	0.171	185	31.6	0.775
9	54	0.168	211	35.5	0.87	9	54	0.164	211	34.7	0.85	9	54	0.165	211	34.8	0.854
10	60	0.163	237	38.6	0.945	10	60	0.159	237	37.8	0.925	10	60	0.16	237	37.9	0.928
11	66	0.158	264	41.5	1.02	11	66	0.154	264	40.7	0.996	11	66	0.155	264	40.8	1
12	72	0.153	290	44.3	1.09	12	72	0.15	290	43.4	1.06	12	72	0.15	290	43.6	1.07
13	78	0.149	316	47	1.15	13	78	0.146	316	46.1	1.13	13	78	0.146	316	46.3	1.13
14	84	0.145	342	49.6	1.22	14	84	0.142	342	48.6	1.19	14	84	0.143	342	48.8	1.2
15	90	0.141	369	52.1	1.28	15	90	0.139	369	51.1	1.25	15	90	0.139	369	51.3	1.26
16	96	0.138	395	54.5	1.33	16	96	0.135	395	53.5	1.31	16	96	0.136	395	53.7	1.31
17	102	0.135	421	56.8	1.39	17	102	0.132	421	55.7	1.37	17	102	0.133	421	56	1.37
18	108	0.132	447	59.1	1.45	18	108	0.13	447	58	1.42	18	108	0.13	447	58.2	1.43
19	114	0.129	474	61.2	1.5	19	114	0.127	474	60.1	1.47	19	114	0.127	474	60.3	1.48
20	120	0.127	500	63.4	1.55	20	120	0.124	500	62.2	1.52	20	120	0.125	500	62.4	1.53

						SOLUCIÓN 19 (50°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.922				- Start Delay Time [s]:		3.688				- Start Delay Time [s]:		2.813			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.259	1	0.259	0.00634	1	6	0.281	1	0.281	0.00689	1	6	0.293	1	0.293	0.00717
2	12	0.118	27.3	3.22	0.0789	2	12	0.124	27.3	3.39	0.083	2	12	0.127	27.3	3.45	0.0846
3	18	0.107	53.5	5.72	0.14	3	18	0.112	53.5	6	0.147	3	18	0.114	53.5	6.1	0.149
4	24	0.101	79.8	8.05	0.197	4	24	0.106	79.8	8.45	0.207	4	24	0.107	79.8	8.57	0.21
5	30	0.0969	106	10.3	0.252	5	30	0.102	106	10.8	0.264	5	30	0.103	106	10.9	0.268
6	36	0.0939	132	12.4	0.304	6	36	0.0983	132	13	0.319	6	36	0.0995	132	13.2	0.323
7	42	0.0913	159	14.5	0.355	7	42	0.0955	159	15.1	0.371	7	42	0.0966	159	15.3	0.375
8	48	0.089	185	16.5	0.403	8	48	0.093	185	17.2	0.421	8	48	0.094	185	17.4	0.426
9	54	0.0869	211	18.3	0.45	9	54	0.0908	211	19.2	0.47	9	54	0.0917	211	19.3	0.474
10	60	0.085	237	20.2	0.494	10	60	0.0889	237	21.1	0.517	10	60	0.0896	237	21.3	0.521
11	66	0.0833	264	22	0.538	11	66	0.0869	264	22.9	0.561	11	66	0.0874	264	23.1	0.565
12	72	0.0816	290	23.7	0.58	12	72	0.085	290	24.6	0.604	12	72	0.0854	290	24.8	0.607
13	78	0.0801	316	25.3	0.62	13	78	0.0833	316	26.3	0.645	13	78	0.0837	316	26.5	0.648
14	84	0.0786	342	26.9	0.66	14	84	0.0817	342	28	0.685	14	84	0.0821	342	28.1	0.689
15	90	0.0774	369	28.5	0.699	15	90	0.0803	369	29.6	0.726	15	90	0.0808	369	29.8	0.73
16	96	0.0761	395	30.1	0.737	16	96	0.0791	395	31.2	0.765	16	96	0.0795	395	31.4	0.769
17	102	0.0749	421	31.6	0.773	17	102	0.0779	421	32.8	0.804	17	102	0.0784	421	33	0.809
18	108	0.0738	447	33	0.809	18	108	0.0768	447	34.4	0.842	18	108	0.0773	447	34.6	0.847
19	114	0.0727	474	34.4	0.844	19	114	0.0758	474	35.9	0.879	19	114	0.0762	474	36.1	0.884
20	120	0.0717	500	35.8	0.878	20	120	0.0748	500	37.4	0.916	20	120	0.0752	500	37.6	0.921

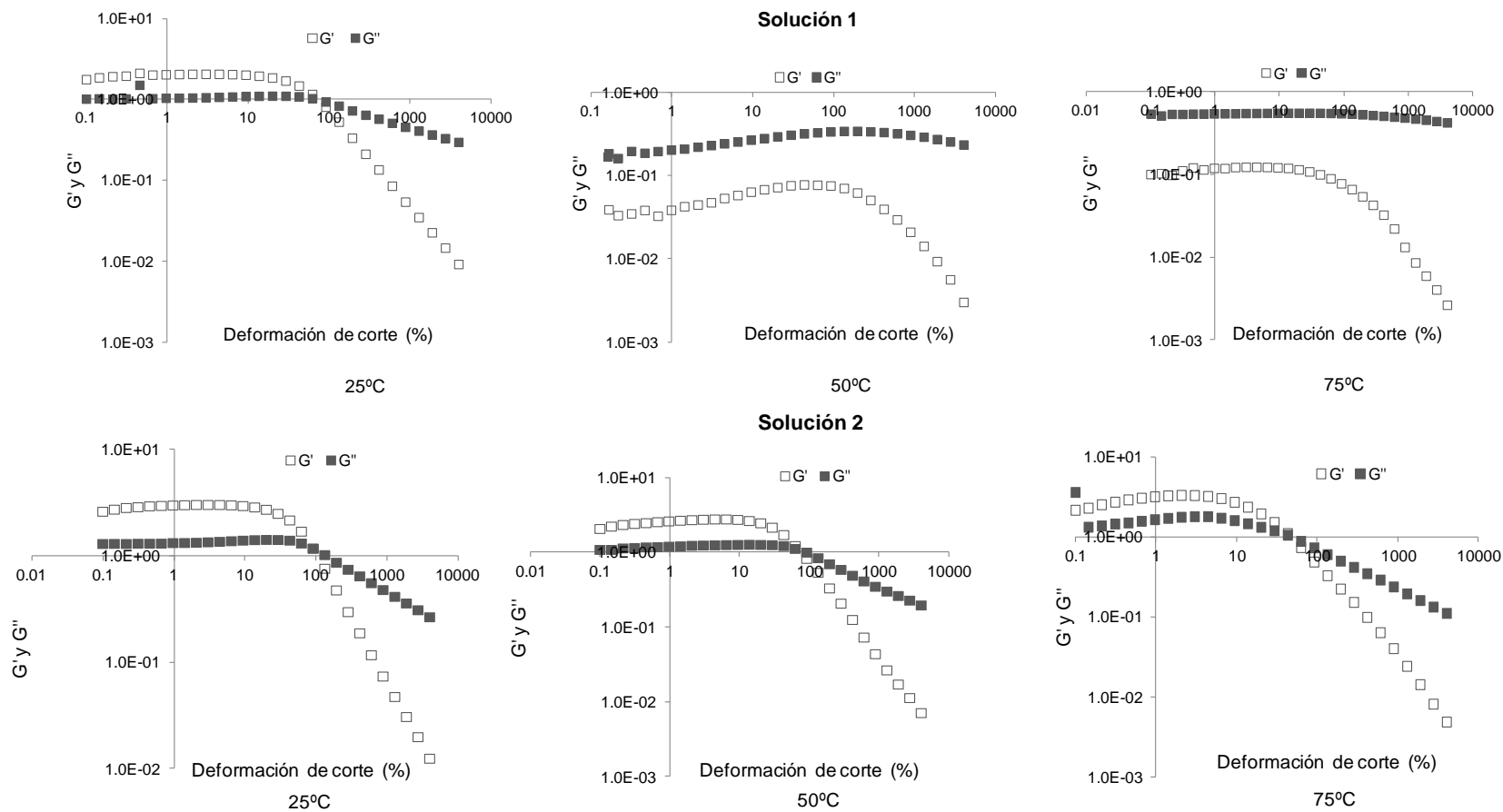
						SOLUCIÓN 19 (75°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.703						- Start Delay Time [s]:		2.75						- Start Delay Time [s]:		3.703			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.223	1	0.223	0.00547	1	6	0.212	1	0.212	0.0052	1	6	0.24	1	0.24	0.00588				
2	12	0.0754	27.3	2.06	0.0504	2	12	0.0705	27.3	1.92	0.0471	2	12	0.0753	27.3	2.05	0.0503				
3	18	0.0651	53.5	3.48	0.0853	3	18	0.0626	53.5	3.35	0.0821	3	18	0.0644	53.5	3.45	0.0844				
4	24	0.0604	79.8	4.82	0.118	4	24	0.0594	79.8	4.74	0.116	4	24	0.0608	79.8	4.85	0.119				
5	30	0.0573	106	6.08	0.149	5	30	0.0579	106	6.15	0.151	5	30	0.0588	106	6.23	0.153				
6	36	0.0558	132	7.38	0.181	6	36	0.057	132	7.54	0.185	6	36	0.0574	132	7.59	0.186				
7	42	0.0544	159	8.63	0.211	7	42	0.0561	159	8.9	0.218	7	42	0.0559	159	8.86	0.217				
8	48	0.0536	185	9.92	0.243	8	48	0.0557	185	10.3	0.252	8	48	0.0545	185	10.1	0.247				
9	54	0.053	211	11.2	0.274	9	54	0.0552	211	11.7	0.286	9	54	0.0531	211	11.2	0.275				
10	60	0.0525	237	12.5	0.305	10	60	0.055	237	13	0.32	10	60	0.0518	237	12.3	0.302				
11	66	0.0521	264	13.7	0.336	11	66	0.0545	264	14.4	0.352	11	66	0.0508	264	13.4	0.328				
12	72	0.0516	290	14.9	0.366	12	72	0.0542	290	15.7	0.385	12	72	0.0498	290	14.4	0.354				
13	78	0.0512	316	16.2	0.397	13	78	0.054	316	17.1	0.418	13	78	0.0489	316	15.5	0.379				
14	84	0.0509	342	17.4	0.427	14	84	0.0539	342	18.5	0.452	14	84	0.0481	342	16.5	0.403				
15	90	0.0507	369	18.7	0.458	15	90	0.0534	369	19.7	0.483	15	90	0.0464	369	17.1	0.419				
16	96	0.0505	395	19.9	0.488	16	96	0.0522	395	20.6	0.506	16	96	0.0456	395	18	0.441				
17	102	0.0501	421	21.1	0.517	17	102	0.0518	421	21.8	0.535	17	102	0.0452	421	19	0.467				
18	108	0.0494	447	22.1	0.542	18	108	0.0516	447	23.1	0.566	18	108	0.0449	447	20.1	0.492				
19	114	0.0488	474	23.1	0.567	19	114	0.0511	474	24.2	0.594	19	114	0.0437	474	20.7	0.507				
20	120	0.0487	500	24.3	0.596	20	120	0.0508	500	25.4	0.622	20	120	0.0417	500	20.8	0.511				

						SOLUCIÓN 20 (25°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		3.078				- Start Delay Time [s]:		4.063				- Start Delay Time [s]:		3.594			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stress	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.275	1	0.275	0.00674	1	6	0.278	1	0.278	0.00682	1	6	0.259	1	0.259	0.00634
2	12	0.151	27.3	4.12	0.101	2	12	0.155	27.3	4.21	0.103	2	12	0.149	27.3	4.06	0.0994
3	18	0.137	53.5	7.36	0.18	3	18	0.138	53.5	7.38	0.181	3	18	0.136	53.5	7.28	0.178
4	24	0.13	79.8	10.4	0.254	4	24	0.13	79.8	10.4	0.254	4	24	0.129	79.8	10.3	0.252
5	30	0.124	106	13.2	0.322	5	30	0.125	106	13.2	0.324	5	30	0.124	106	13.1	0.321
6	36	0.12	132	15.8	0.388	6	36	0.12	132	15.9	0.39	6	36	0.119	132	15.8	0.387
7	42	0.116	159	18.4	0.45	7	42	0.116	159	18.5	0.452	7	42	0.116	159	18.4	0.45
8	48	0.112	185	20.8	0.509	8	48	0.113	185	20.9	0.512	8	48	0.113	185	20.8	0.511
9	54	0.109	211	23.1	0.566	9	54	0.11	211	23.2	0.569	9	54	0.11	211	23.2	0.569
10	60	0.107	237	25.3	0.621	10	60	0.107	237	25.5	0.624	10	60	0.107	237	25.5	0.625
11	66	0.104	264	27.5	0.673	11	66	0.105	264	27.6	0.677	11	66	0.105	264	27.7	0.679
12	72	0.102	290	29.5	0.723	12	72	0.102	290	29.7	0.728	12	72	0.103	290	29.9	0.732
13	78	0.0997	316	31.5	0.772	13	78	0.1	316	31.7	0.778	13	78	0.101	316	32	0.784
14	84	0.0976	342	33.4	0.819	14	84	0.0984	342	33.7	0.825	14	84	0.0994	342	34	0.834
15	90	0.0957	369	35.3	0.864	15	90	0.0965	369	35.6	0.872	15	90	0.0978	369	36.1	0.883
16	96	0.0938	395	37.1	0.908	16	96	0.0947	395	37.4	0.917	16	96	0.0962	395	38	0.931
17	102	0.0922	421	38.8	0.951	17	102	0.0931	421	39.2	0.96	17	102	0.0947	421	39.9	0.977
18	108	0.0906	447	40.5	0.993	18	108	0.0915	447	41	1	18	108	0.0932	447	41.7	1.02
19	114	0.089	474	42.2	1.03	19	114	0.0901	474	42.7	1.05	19	114	0.0918	474	43.5	1.07
20	120	0.0877	500	43.8	1.07	20	120	0.0887	500	44.3	1.09	20	120	0.0906	500	45.3	1.11

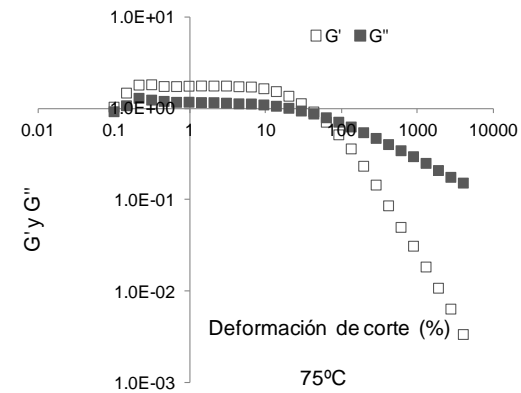
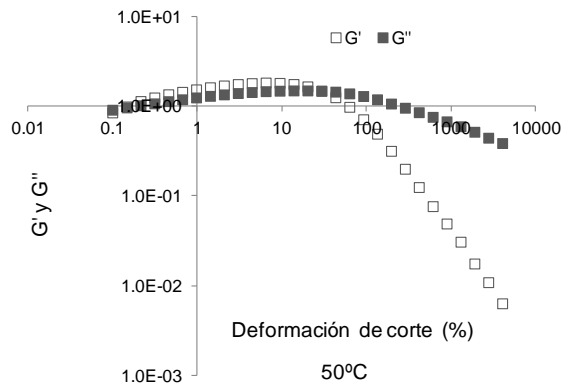
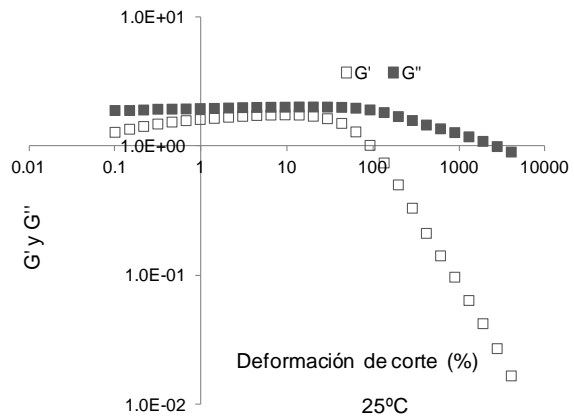
						SOLUCIÓN 20 (50°C)															
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:									
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475						- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464						- Norm. Csx [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		1.937						- Start Delay Time [s]:		3.5						- Start Delay Time [s]:		2.875			
- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1						- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1						- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:									
		1								1								1			
Number of Data Points:						Number of Data Points:						Number of Data Points:									
		20								20								20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:									
		20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.								20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s								Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:									
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin						Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque				
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]				
1	6	0.118	1	0.118	0.00289	1	6	0.131	1	0.131	0.00322	1	6	0.139	1	0.139	0.0034				
2	12	0.0706	27.3	1.92	0.0472	2	12	0.0715	27.3	1.95	0.0478	2	12	0.0724	27.3	1.98	0.0484				
3	18	0.0654	53.5	3.5	0.0857	3	18	0.066	53.5	3.53	0.0865	3	18	0.0664	53.5	3.56	0.0871				
4	24	0.0627	79.8	5	0.123	4	24	0.0631	79.8	5.04	0.123	4	24	0.0634	79.8	5.06	0.124				
5	30	0.0609	106	6.45	0.158	5	30	0.0612	106	6.49	0.159	5	30	0.0614	106	6.51	0.16				
6	36	0.0596	132	7.88	0.193	6	36	0.0598	132	7.92	0.194	6	36	0.06	132	7.93	0.194				
7	42	0.0585	159	9.28	0.227	7	42	0.0586	159	9.29	0.228	7	42	0.0587	159	9.31	0.228				
8	48	0.0575	185	10.6	0.26	8	48	0.0575	185	10.6	0.26	8	48	0.0576	185	10.6	0.261				
9	54	0.0565	211	11.9	0.292	9	54	0.0565	211	11.9	0.292	9	54	0.0565	211	11.9	0.292				
10	60	0.0556	237	13.2	0.324	10	60	0.0556	237	13.2	0.324	10	60	0.0556	237	13.2	0.323				
11	66	0.0549	264	14.5	0.354	11	66	0.0548	264	14.5	0.354	11	66	0.0547	264	14.4	0.353				
12	72	0.0541	290	15.7	0.384	12	72	0.0541	290	15.7	0.384	12	72	0.0539	290	15.6	0.383				
13	78	0.0534	316	16.9	0.414	13	78	0.0534	316	16.9	0.414	13	78	0.0532	316	16.8	0.412				
14	84	0.0527	342	18	0.442	14	84	0.0527	342	18.1	0.442	14	84	0.0525	342	18	0.44				
15	90	0.0521	369	19.2	0.471	15	90	0.0521	369	19.2	0.471	15	90	0.0518	369	19.1	0.468				
16	96	0.0515	395	20.3	0.498	16	96	0.0515	395	20.3	0.499	16	96	0.0512	395	20.2	0.495				
17	102	0.051	421	21.5	0.526	17	102	0.051	421	21.5	0.527	17	102	0.0506	421	21.3	0.522				
18	108	0.0505	447	22.6	0.554	18	108	0.0506	447	22.6	0.554	18	108	0.0501	447	22.4	0.549				
19	114	0.05	474	23.7	0.581	19	114	0.05	474	23.7	0.581	19	114	0.0496	474	23.5	0.576				
20	120	0.0496	500	24.8	0.607	20	120	0.0496	500	24.8	0.608	20	120	0.0491	500	24.5	0.601				

						SOLUCIÓN 20 (75°C)											
Calculating Constants:						Calculating Constants:						Calculating Constants:					
- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475				- Norm. Csr [min/s]:		2.616475			
- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464				- Norm. Css [Pa/mNm]:		40.81464			
- Start Delay Time [s]:		2.781				- Start Delay Time [s]:		4.906				- Start Delay Time [s]:		3.344			
- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1				- Measurement Type:		1			
- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1				- Motor Correction Factor:		1			
Interval:						Interval:						Interval:					
		1						1						1			
Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20				Number of Data Points:		20			
Time Setting:						Time Setting:						Time Setting:					
		20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.						20 Meas. Pts.			
		Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s						Meas. Pt. Duration 6 s			
Measuring Profile:						Measuring Profile:						Measuring Profile:					
Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin				Shear Rate		d(gamma)/dt = 1 ... 500 1/s lin			
Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque	Meas. Pts.	Time	Viscosity	Shear Rate	Shear Stre	Torque
	[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]		[s]	[Pa·s]	[1/s]	[Pa]	[mNm]
1	6	0.0874	1	0.0874	0.00214	1	6	0.104	1	0.104	0.00254	1	6	0.0834	1	0.0834	0.00204
2	12	0.0452	27.3	1.23	0.0302	2	12	0.0488	27.3	1.33	0.0326	2	12	0.0434	27.3	1.18	0.029
3	18	0.0408	53.5	2.18	0.0535	3	18	0.0429	53.5	2.3	0.0563	3	18	0.0401	53.5	2.15	0.0526
4	24	0.0392	79.8	3.12	0.0765	4	24	0.0412	79.8	3.28	0.0805	4	24	0.0388	79.8	3.1	0.0759
5	30	0.0386	106	4.1	0.1	5	30	0.0403	106	4.27	0.105	5	30	0.038	106	4.03	0.0986
6	36	0.0385	132	5.1	0.125	6	36	0.0399	132	5.28	0.129	6	36	0.0376	132	4.97	0.122
7	42	0.0385	159	6.1	0.15	7	42	0.0394	159	6.25	0.153	7	42	0.0374	159	5.93	0.145
8	48	0.0386	185	7.14	0.175	8	48	0.0392	185	7.25	0.178	8	48	0.0372	185	6.88	0.169
9	54	0.0385	211	8.13	0.199	9	54	0.0393	211	8.29	0.203	9	54	0.0372	211	7.86	0.193
10	60	0.0385	237	9.13	0.224	10	60	0.039	237	9.26	0.227	10	60	0.0373	237	8.86	0.217
11	66	0.0382	264	10.1	0.247	11	66	0.0388	264	10.2	0.251	11	66	0.0373	264	9.83	0.241
12	72	0.0378	290	11	0.269	12	72	0.0384	290	11.1	0.273	12	72	0.0373	290	10.8	0.265
13	78	0.0373	316	11.8	0.289	13	78	0.0383	316	12.1	0.297	13	78	0.0375	316	11.8	0.29
14	84	0.0368	342	12.6	0.309	14	84	0.0377	342	12.9	0.317	14	84	0.0375	342	12.8	0.315
15	90	0.0362	369	13.3	0.327	15	90	0.0374	369	13.8	0.338	15	90	0.0377	369	13.9	0.341
16	96	0.0349	395	13.8	0.338	16	96	0.0369	395	14.6	0.357	16	96	0.0379	395	15	0.366
17	102	0.0333	421	14	0.344	17	102	0.0369	421	15.5	0.38	17	102	0.0381	421	16	0.393
18	108	0.0325	447	14.6	0.357	18	108	0.036	447	16.1	0.395	18	108	0.0381	447	17.1	0.418
19	114	0.0321	474	15.2	0.373	19	114	0.0339	474	16.1	0.393	19	114	0.0376	474	17.8	0.437
20	120	0.0317	500	15.8	0.388	20	120	0.0334	500	16.7	0.409	20	120	0.0364	500	18.2	0.446

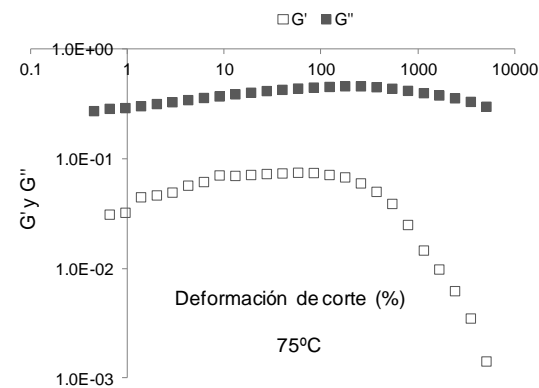
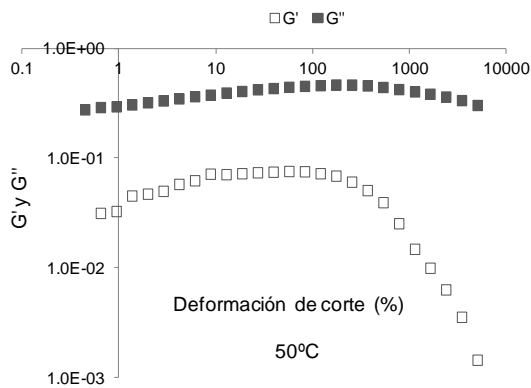
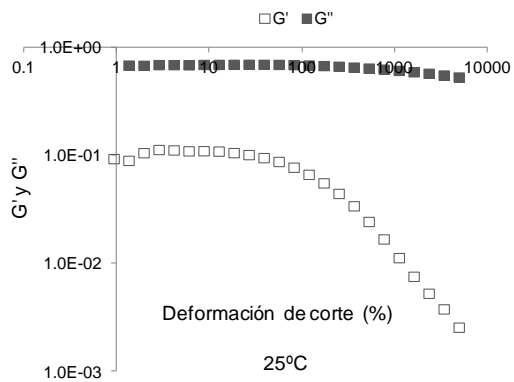
Reogramas del barrido de amplitud de soluciones acuosas de goma xantana y pectina con y sin sacarosa

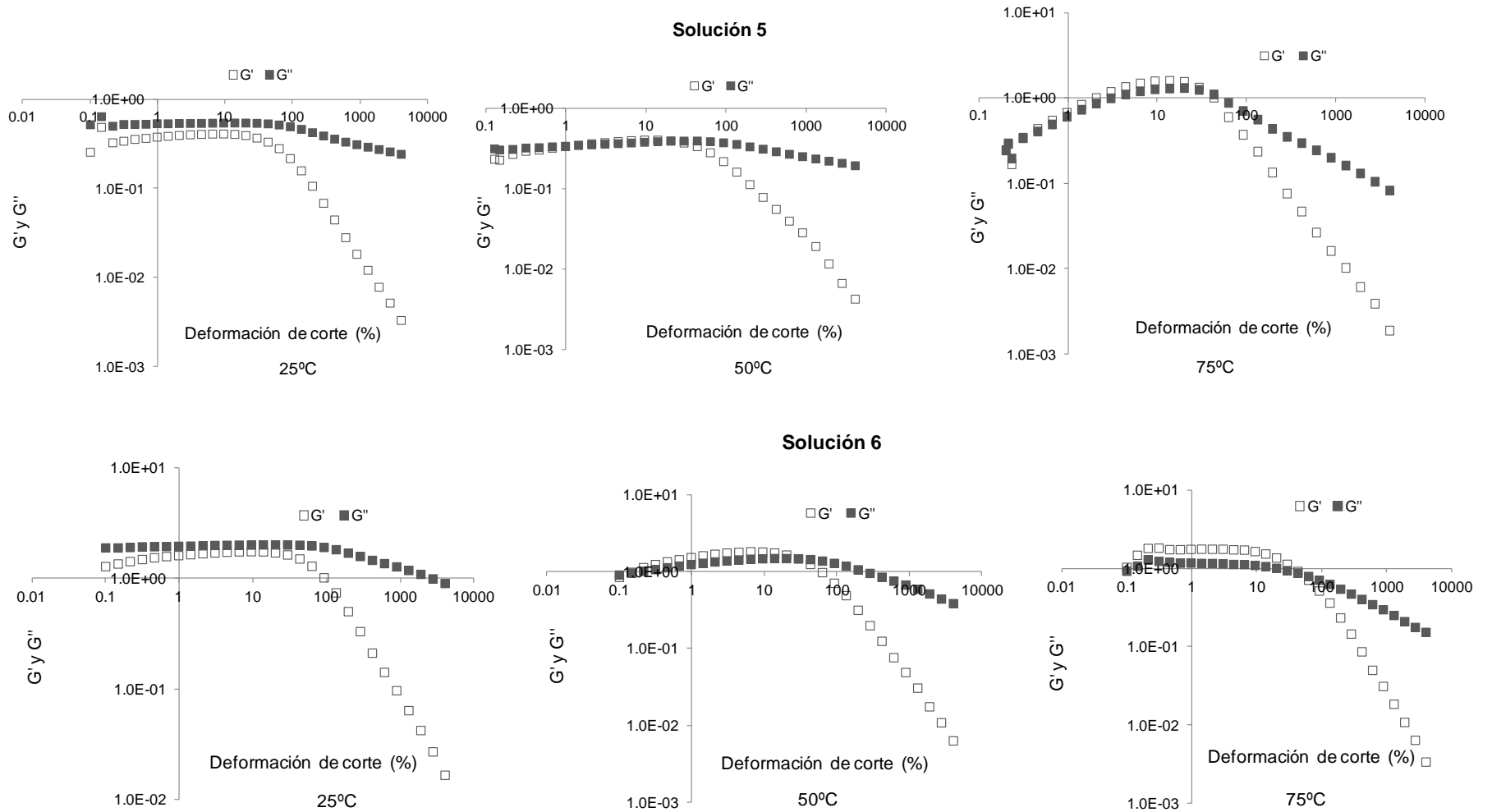


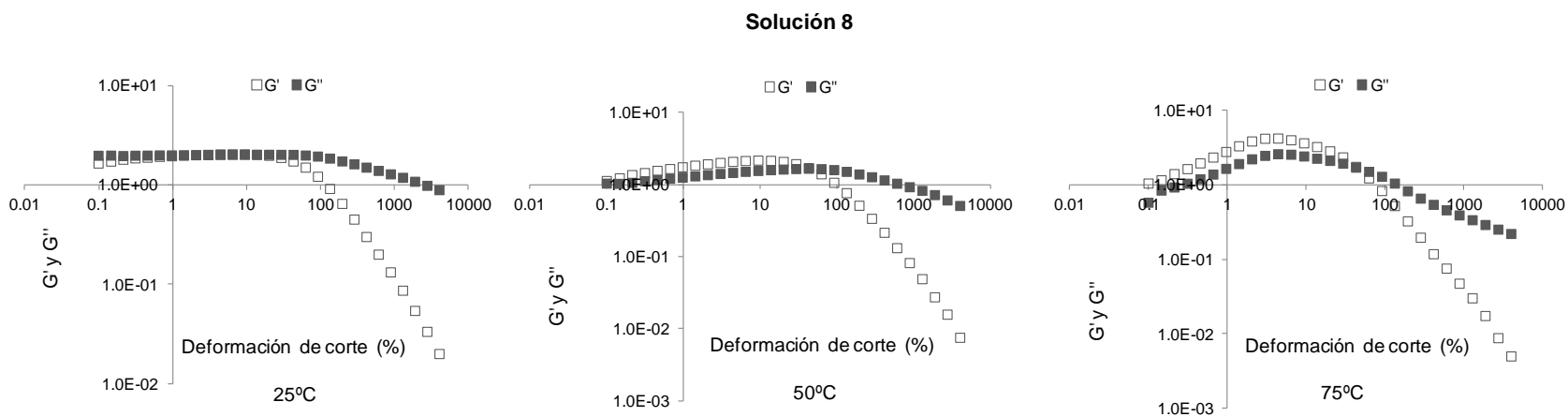
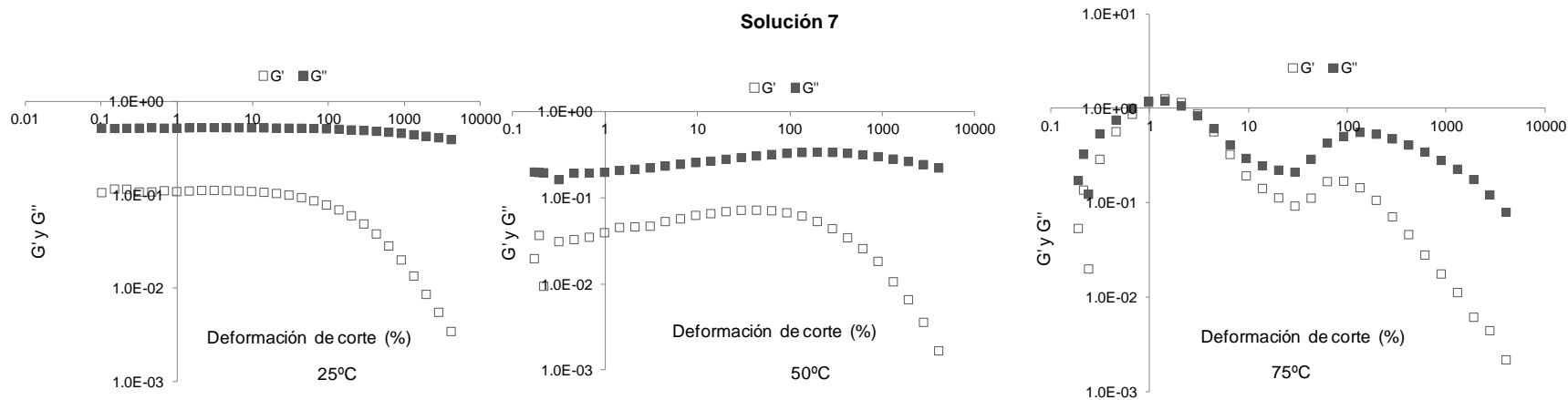
Solución 3



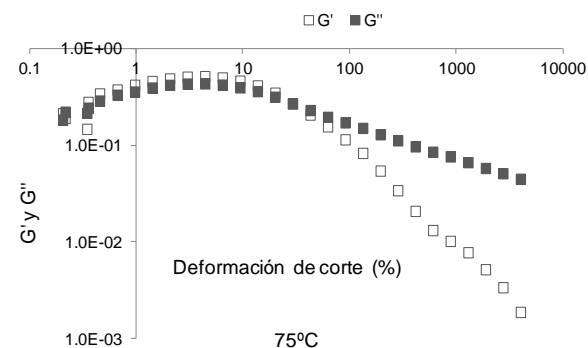
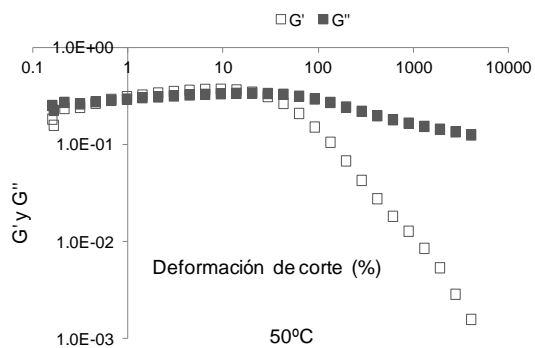
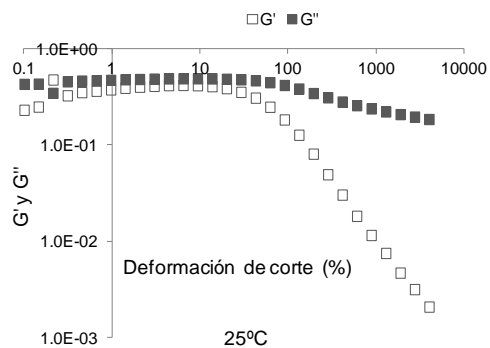
Solución 4



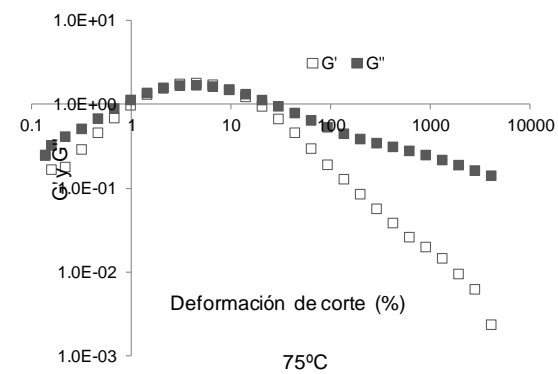
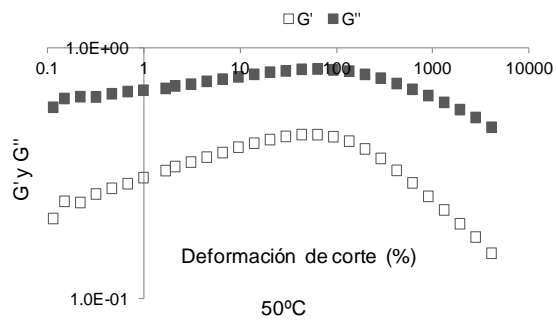
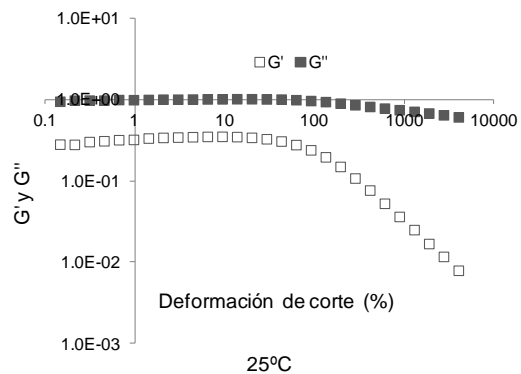




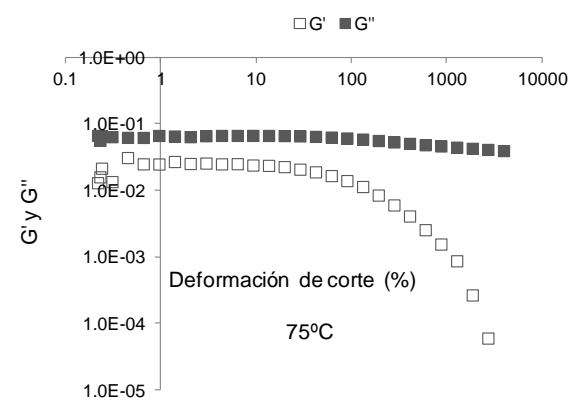
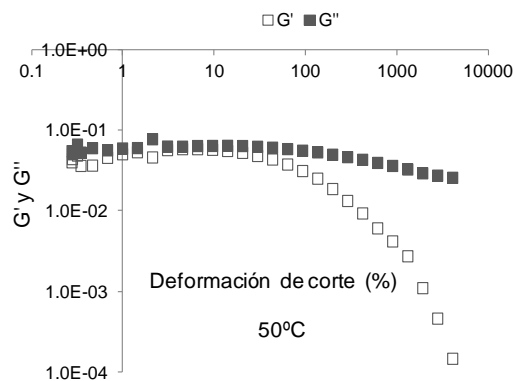
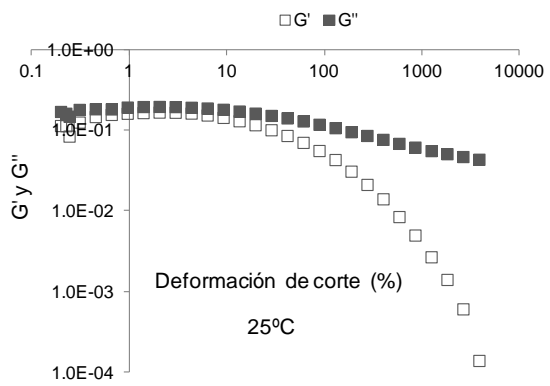
Solución 9



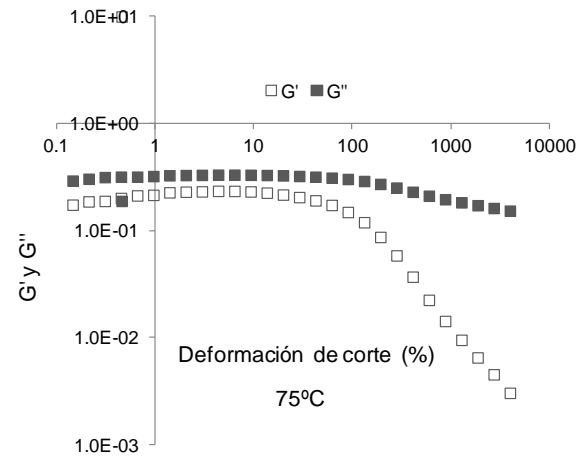
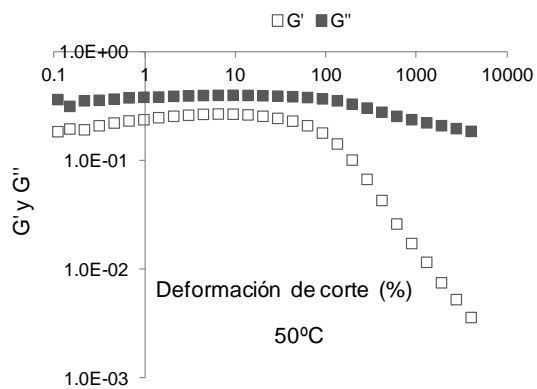
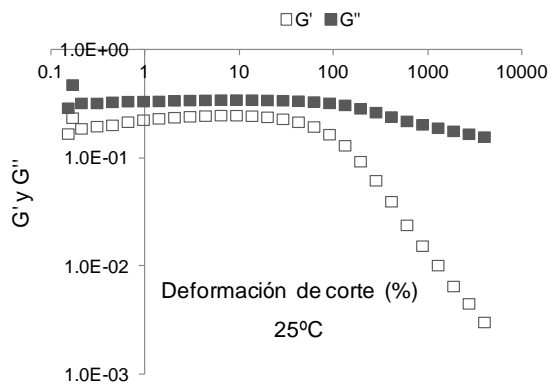
Solución 10



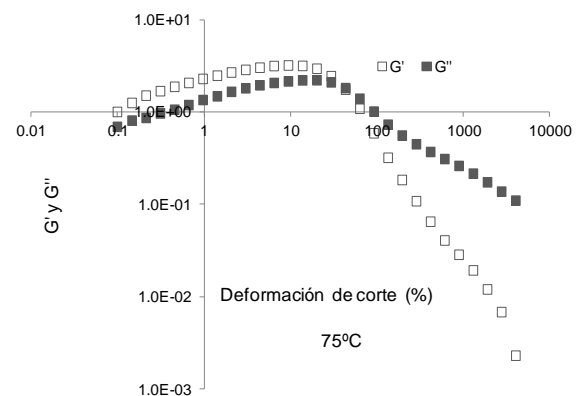
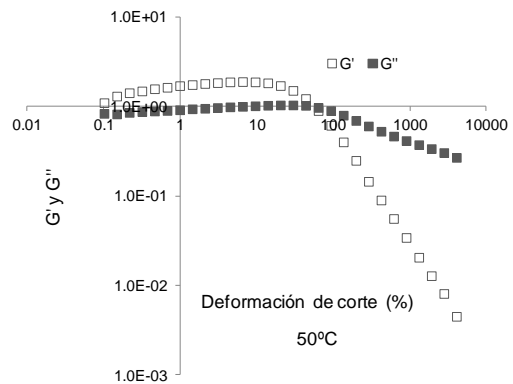
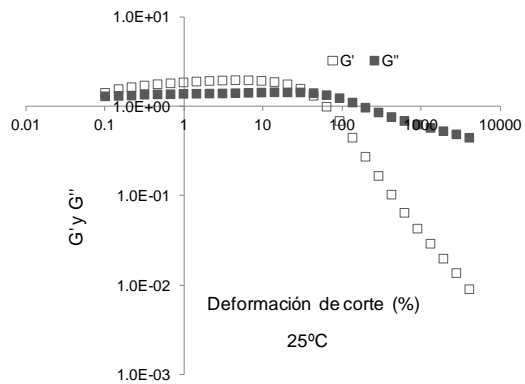
Solución 11



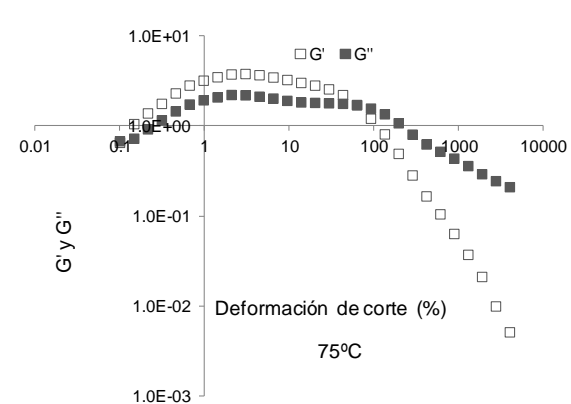
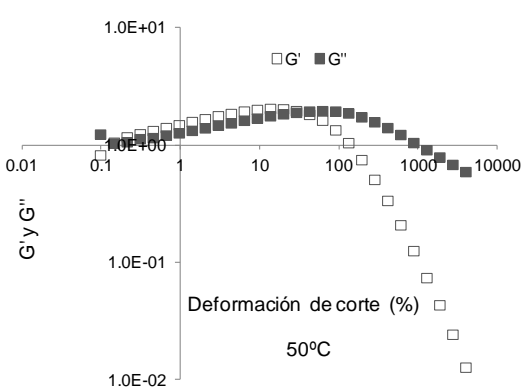
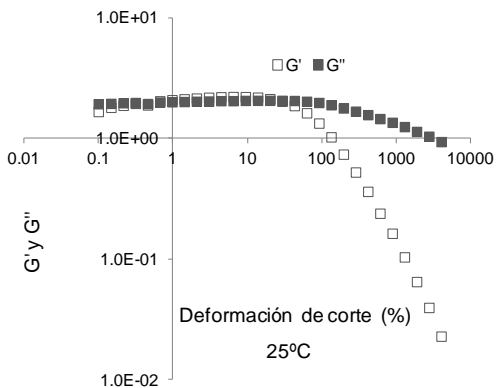
Solución 12



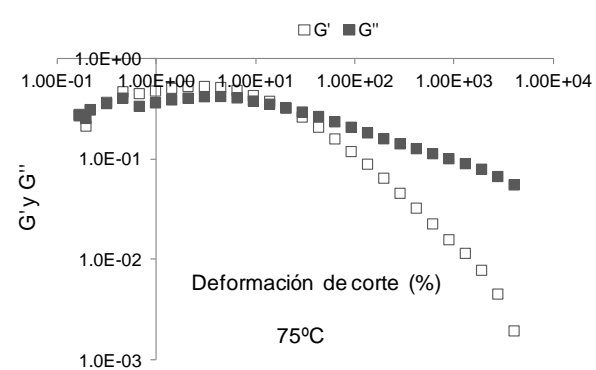
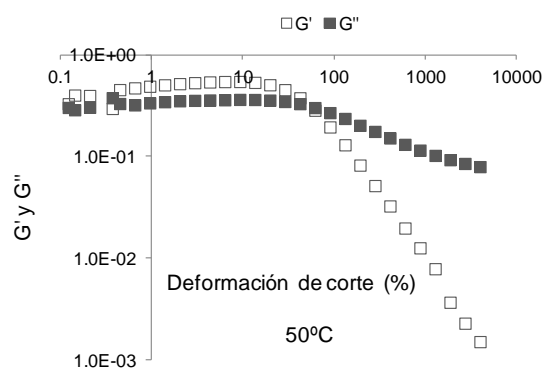
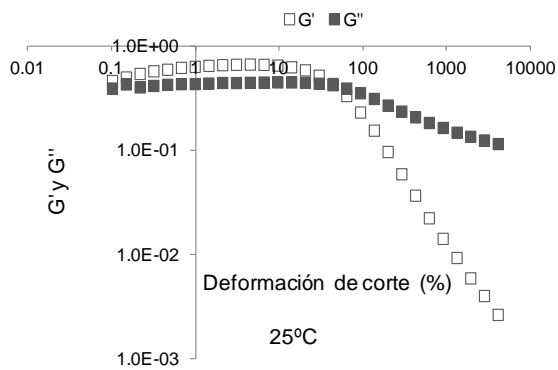
Solución 13



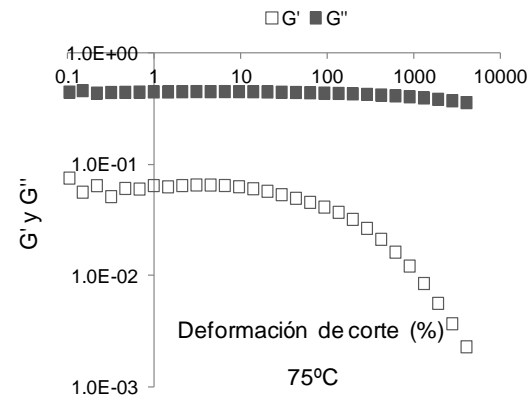
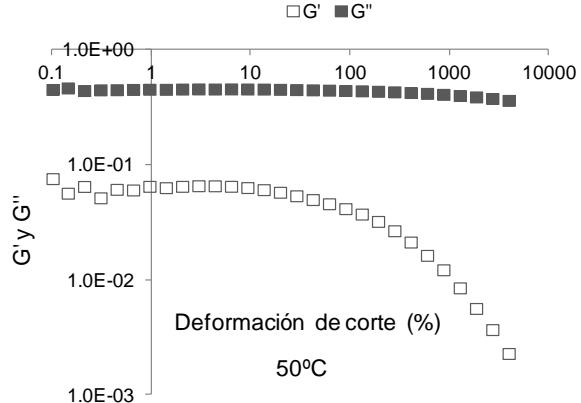
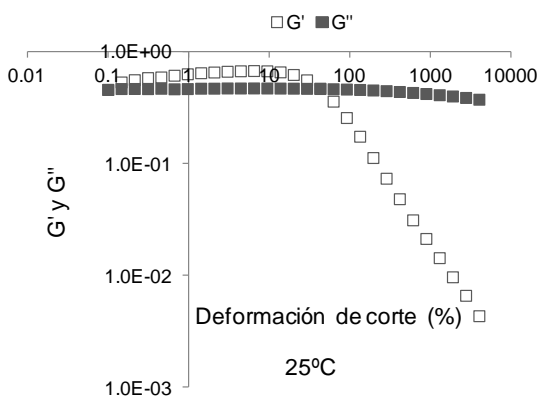
Solución 14



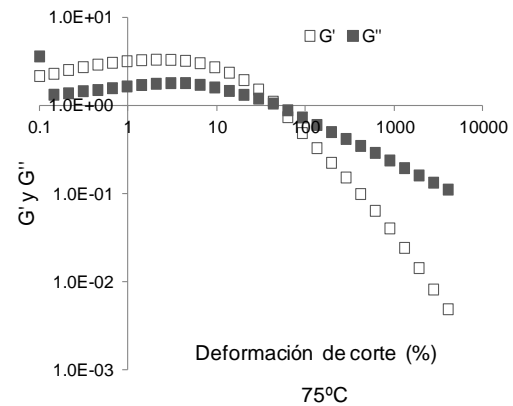
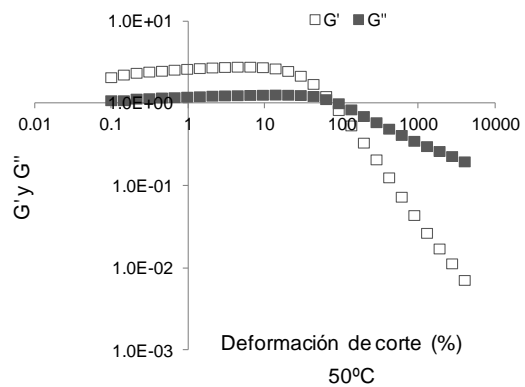
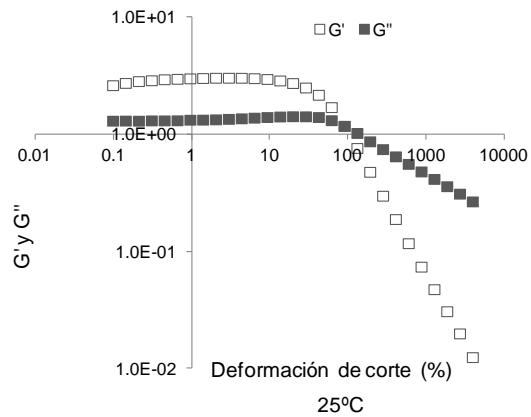
Solución 15



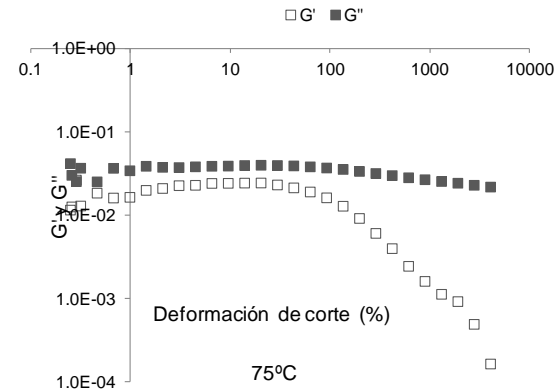
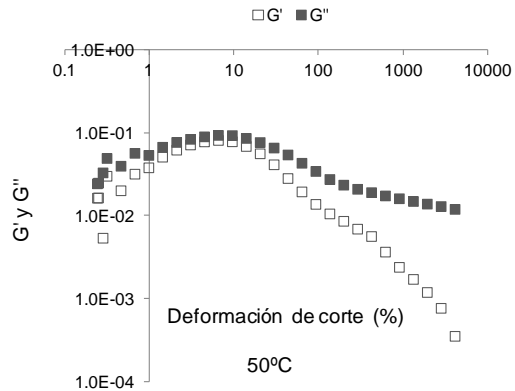
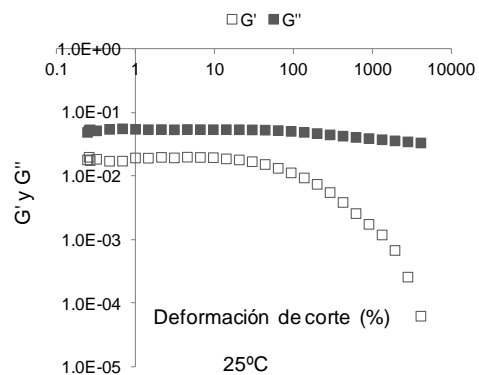
Solución 16



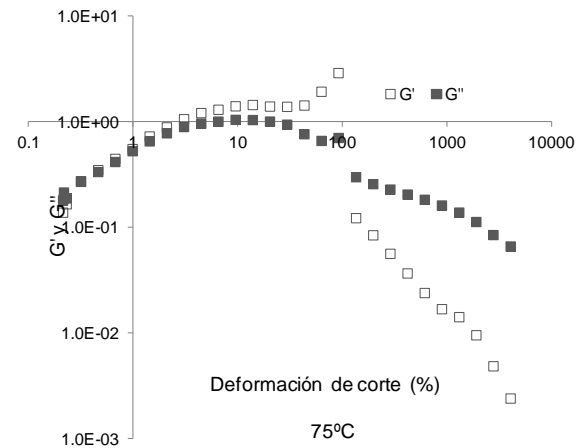
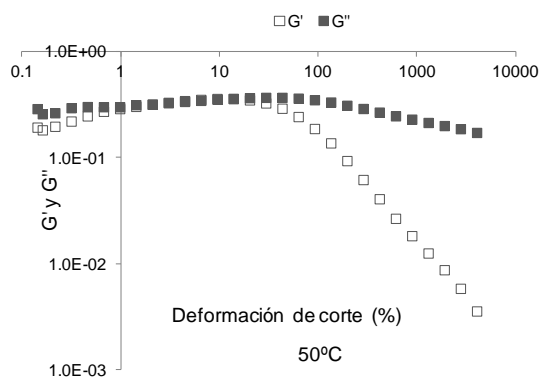
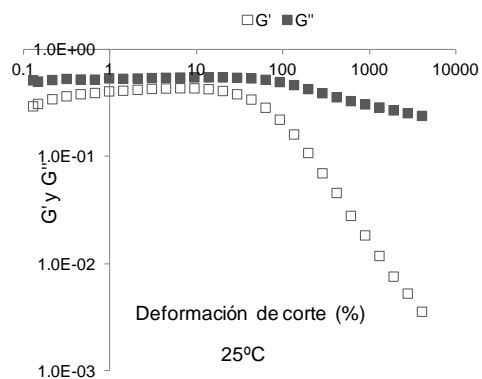
Solución 17



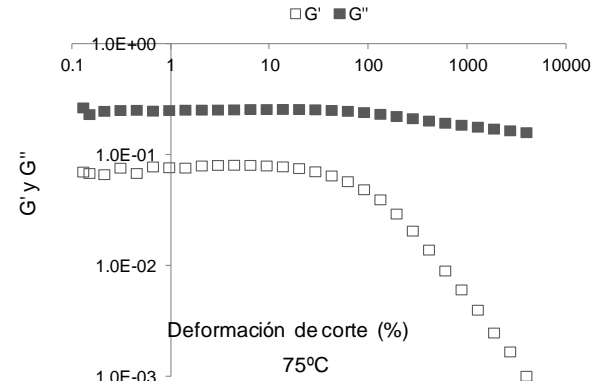
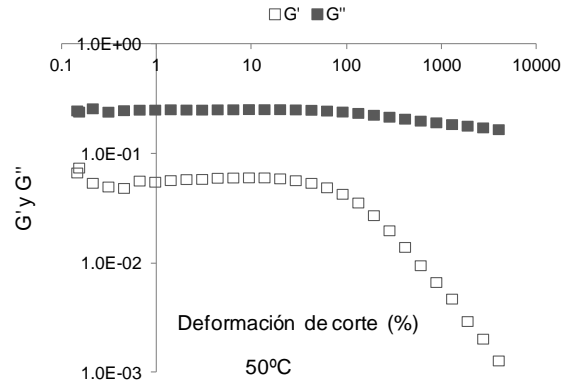
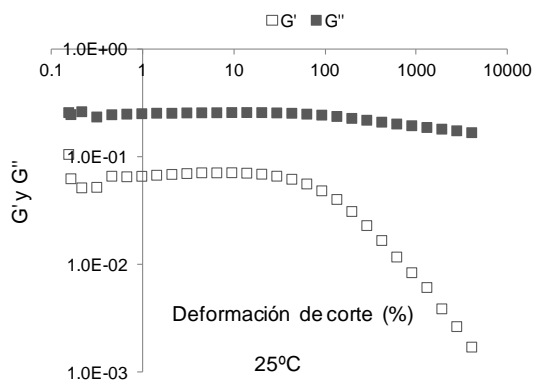
Solución 18



Solución 19



Solución 20

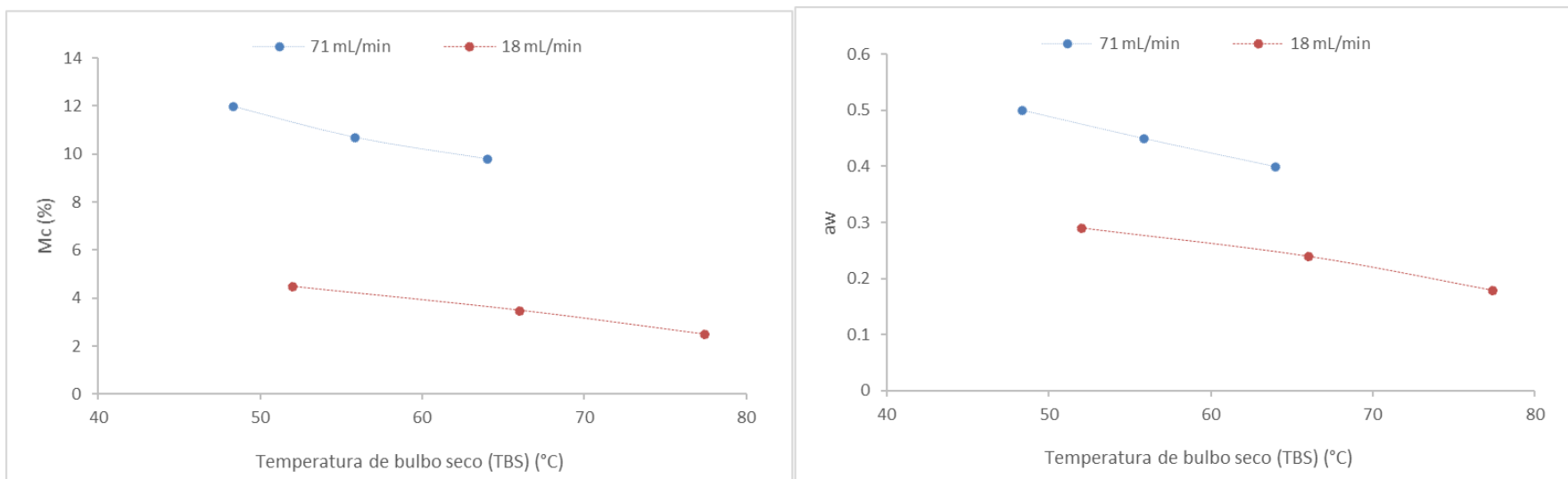


Datos de energía de activación del índice de consistencia de mezclas de goma xantana y pectina con y sin sacarosa

run	AGUA	PEC	XG	SACAROSA	K (25°C)	K (50°C)	K (75°C)	ln (K) 25	ln (K) 50	ln (K) 75
1	96.900	3.000	0.100	0.000	0.2863	0.1308	0.0852	-1.2506	-2.0341	-2.4624
2	97.900	1.000	0.500	0.600	0.1135	0.0817	0.0643	-2.1760	-2.5046	-2.7447
3	93.500	3.000	0.500	3.000	0.5259	0.2883	0.2148	-0.6426	-1.2438	-1.5382
4	96.900	3.000	0.100	0.000	0.2719	0.1337	0.0987	-1.3025	-2.0123	-2.3153
5	95.540	1.980	0.300	2.180	0.1605	0.0900	0.0658	-1.8295	-2.4080	-2.7204
6	93.500	3.000	0.500	3.000	0.4883	0.2854	0.2212	-0.7168	-1.2537	-1.5087
7	93.900	3.000	0.100	3.000	0.2023	0.1027	0.0678	-1.5979	-2.2763	-2.6912
8	96.500	3.000	0.500	0.000	0.4628	0.2580	0.1819	-0.7705	-1.3548	-1.7043
9	97.900	1.800	0.300	0.000	0.1260	0.0717	0.0812	-2.0713	-2.6347	-2.5112
10	95.200	3.000	0.300	1.500	0.3594	0.1679	0.0925	-1.0234	-1.7843	-2.3806
11	96.900	1.000	0.100	2.000	0.0183	0.0109	0.0084	-3.9991	-4.5194	-4.7852
12	96.440	2.480	0.400	0.680	0.2757	0.1637	0.1170	-1.2883	-1.8099	-2.1458
13	96.260	1.920	0.500	1.320	0.2155	0.1235	0.0965	-1.5347	-2.0916	-2.3387
14	96.500	3.000	0.500	0.000	0.4657	0.2702	0.1849	-0.7643	-1.3088	-1.6878
15	95.700	1.000	0.300	3.000	0.0724	0.0485	0.0350	-2.6254	-3.0271	-3.3537
16	93.900	3.000	0.100	3.000	0.3357	0.1694	0.1059	-1.0916	-1.7752	-2.2456
17	97.900	1.000	0.500	0.600	0.1090	0.0782	0.0625	-2.2165	-2.5488	-2.7734
18	97.900	1.000	0.100	1.000	0.0367	0.0220	0.0159	-3.3053	-3.8165	-4.1430
19	94.700	2.000	0.300	3.000	0.1608	0.0860	0.0564	-1.8277	-2.4538	-2.8746
20	97.140	1.980	0.200	0.680	0.1066	0.0561	0.0382	-2.2388	-2.8807	-3.2642

1/T	1/T	1/T	PENDIENTE	INTERCEPTO	Ea (J/mol)	Ea (KJ/mol)
0.0034	0.0031	0.0029	2529.7	-9.8	21031.9	21.0
0.0034	0.0031	0.0029	1183.0	-6.2	9835.5	9.8
0.0034	0.0031	0.0029	1871.9	-7.0	15563.0	15.6
0.0034	0.0031	0.0029	2120.1	-8.5	17626.5	17.6
0.0034	0.0031	0.0029	1860.2	-8.1	15465.7	15.5
0.0034	0.0031	0.0029	1655.7	-6.3	13765.5	13.8
0.0034	0.0031	0.0029	2279.3	-9.3	18950.1	19.0
0.0034	0.0031	0.0029	1947.4	-7.3	16190.7	16.2
0.0034	0.0031	0.0029	948.1	-5.4	7882.6	7.9
0.0034	0.0031	0.0029	2820.8	-10.5	23452.1	23.5
0.0034	0.0031	0.0029	1642.2	-9.5	13653.3	13.7
0.0034	0.0031	0.0029	1786.5	-7.3	14853.0	14.9
0.0034	0.0031	0.0029	1682.4	-7.2	13987.5	14.0
0.0034	0.0031	0.0029	1922.3	-7.2	15982.0	16.0
0.0034	0.0031	0.0029	1513.0	-7.7	12579.1	12.6
0.0034	0.0031	0.0029	2402.4	-9.2	19973.6	20.0
0.0034	0.0031	0.0029	1159.6	-6.1	9640.9	9.6
0.0034	0.0031	0.0029	1745.5	-9.2	14512.1	14.5
0.0034	0.0031	0.0029	2180.1	-9.2	18125.4	18.1
0.0034	0.0031	0.0029	2138.3	-9.4	17777.8	17.8

Efecto de temperatura de bulbo seco sobre el contenido de humedad y actividad de agua de las microcápsulas de licopeno preparada con una mezcla de goma xantana (0.1%), pectina (3.0%) y sacarosa (3.0%) a 180, 195 y 210°C, respectivamente.



Análisis Kruskal-Wallis, usado para determinar efecto de las condiciones de secado en el tamaño de las microcápsulas

Kruskal-Wallis Test: diametro (um) versus Temperatura

Kruskal-Wallis Test on diametro (um)

Temperatura	N	Median	Ave Rank	Z
a	420	4.500	530.0	-10.24
b	551	5.000	602.7	-7.17
c	425	10.000	989.2	17.83
Overall	1396		698.5	

H = 325.55 DF = 2 P = 0.000

H = 328.17 DF = 2 P = 0.000 (adjusted for ties)

Microcápsulas de licopeno obtenidas sin sacarosa, con un flujo de alimentación de 18 ml/min a 180 a), 195 b) y 210°C c).

Kruskal-Wallis Test: diametro versus Flujo

Kruskal-Wallis Test on diametro

Flujo	N	Median	Ave Rank	Z
a	420	4.500	306.7	-19.32
d	642	9.000	678.6	19.32
Overall	1062		531.5	

H = 373.19 DF = 1 P = 0.000

H = 375.39 DF = 1 P = 0.000 (adjusted for ties)

Microcápsulas de licopeno obtenidas sin sacarosa, a 180°C y con un flujo de alimentación de 18 a) y 71 ml/min b).

Apéndice D

Trabajos derivados de la investigación

Artículos

Soto-Caballero, M.C., Valdez-Fragoso, A., Salinas-López, A.N., Welti-Chanes, J., Verardo V. & Mújica-Paz, H. (2016). Rheological parameters of xanthan gum/pectin solutions as a function of temperature and composition. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 15(3), 859-868.

Soto-Caballero, M.C., Mendoza-Martínez, Y., Videva-Vargas, M.F., Welti-Chanes, J., González-Núñez, R., Valdez-Fragoso, A. & Mújica-Paz, H. Microencapsulation of lycopene by spray drying in xanthan gum-pectin solutions with and without sucrose. Preparation and characterization. *Journal Microencapsulation*. Próximo a ser enviado a revisión.

Trabajos presentados en congresos

Soto-Caballero, M.C., Mendoza-Martínez, Y., Cortés-Sánchez, P., Valdez-Fragoso, A., Welti-Chanes J. y Mújica-Paz, H. Efecto de las variables de secado en las propiedades físicas de microcápsulas de licopeno. Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Del 13 al 16 enero 2014. Valencia, España. Modalidad CARTEL.

Soto-Caballero, M.C., Salinas-López, A.N., Valdez-Fragoso, A., Welti-Chanes J. y Mújica-Paz, H. Rheological characterization of pectin, xanthan gum, and sucrose solutions using a mixture design. 19th International symposium on microencapsulation. Septiembre del 09 al 11 de 2013. Pamplona, España. Modalidad ORAL.

Soto-Caballero, M.C., Valdez-Fragoso, A., Arriola Guevara, E., García Almendárez, B.E., Welti-Chanes, J. y Mújica-Paz, H. Caracterización viscoelástica de soluciones acuosas de pectina, goma xantana y sacarosa. XXXIV Encuentro Nacional y III Congreso Internacional de la AMIDIQ. 7 al 10 de mayo del 2013 en Mazatlán, Sinaloa, México. Modalidad ORAL.

- Soto-Caballero, M.C., Valdez-Fragoso, A., Núñez-Elizondo, T.J., Welti-Chanes J. y Mújica-Paz, H. Parámetros reológicos de soluciones de goma xantana y pectina. XXXIII Encuentro Nacional y II Congreso Internacional de la AMIDIQ. 1 al 4 de mayo de 2012, San José del Cabo, BCS, México. Modalidad CARTEL.
- Soto-Caballero, M.C., Valdez-Fragoso, A., Núñez-Elizondo, T.J., Welti-Chanes J. y Mújica-Paz, H. Parámetros reológicos de soluciones de goma xantana y pectina. 43 congreso de investigación y desarrollo ITESM campus Monterrey, 29 de enero al 1 febrero del 2013, Monterrey, México. Modalidad ORAL.
- Soto-Caballero, M.C. y Mújica-Paz, H. Caracterización reológica y modelación de soluciones de goma xantana y pectina. 5ª feria mesoamericana de posgrados mexicanos de calidad. CONACYT. Guatemala, Guatemala, 24-25 y octubre, 2013. Modalidad CARTEL.



Parámetros reológicos de soluciones de goma xantana y pectina

AMIDIQ

Mayra Cristina Soto Caballero, Aurora Valdez Frago, Tatiana Jocelyn Núñez Elizondo, Jorge Welji Chanes, Hugo Mújica Paz
Escuela de Biotecnología e Ingeniería de Alimentos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, México

Introducción

La goma xantana (GX) y la pectina (PEC) son hidrocoloides muy utilizados en la industria alimentaria por sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes (1). Debido a que se agregan como aditivos para mejorar la consistencia, apariencia y retención de agua de diferentes alimentos es importante conocer sus propiedades reológicas (PR). Además, las PR son necesarias también en operaciones de bombeo, extracción, filtración, extrusión, mezclado y en el diseño de equipo (2,3). Las características reológicas de GX y PEC por separado o en combinación con otros compuestos ya se han estudiado (4). Sin embargo, debido a que estos hidrocoloides se pueden mezclar para complementar las propiedades que tienen por separado, es importante caracterizar el comportamiento reológico de sus mezclas.

Objetivo

Determinar los parámetros reológicos de mezclas de goma xantana y pectina utilizando un diseño experimental de mezclas.

Metodología



Con la ecuación de ley de la potencia se obtuvieron los parámetros reológicos (Ec. 1). La viscosidad se determinó con la ecuación de Newton (Ec. 2)

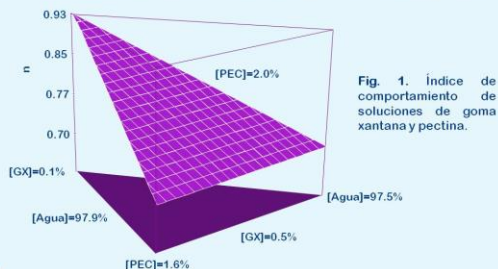
$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \dots\dots\dots (Ec. 1) \quad \text{Donde } \tau \text{ es esfuerzo cortante, } \dot{\gamma} \text{ es la velocidad de deformación, } K \text{ es índice de consistencia, } n \text{ es índice de comportamiento y } \eta \text{ es viscosidad.}$$

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \dots\dots\dots (Ec. 2)$$

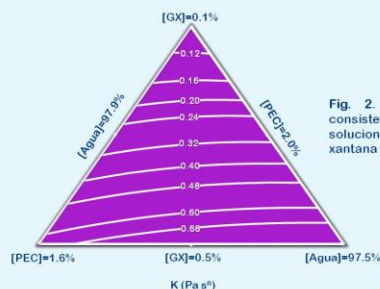
Análisis estadístico. Se utilizó un diseño experimental de mezclas. Los componentes de las mezclas fueron: goma xantana (0.1-0.5%), pectina (1.6-2.0%) y agua destilada (97.5-97.9%) (Design-Expert 7).

Resultados y discusión

El comportamiento pseudoplástico fue el dominante en las mezclas de GX y PEC. Se encontró un efecto lineal de los factores evaluados sobre el índice de comportamiento (Fig. 1). Al aumentar la [GX] en la solución (PEC=2% y GX=0.5%) se observó una disminución del índice de comportamiento (n=0.71). El n más alto (n=0.93) se obtuvo en mezclas que contenían menos GX (0.1%).



El índice de consistencia (K) de las mezclas se pudo describir adecuadamente con un modelo de segundo orden (p<0.05). Los términos que tuvieron efecto en el K fueron las interacciones de goma xantana con pectina y agua. El K a diferentes concentraciones de los componentes de las mezclas se muestra en la Fig. 2



Las mezclas con mayor consistencia (K=0.68 Pa sⁿ) fueron las de alto contenido de GX. Este efecto puede ser atribuido a la conformación ordenada de la goma y a las interacciones intermoleculares de los hidrocoloides en la solución (2). La interacción goma xantana-almidón es de las más estudiadas, ya que se ha encontrado que el gran número de grupos hidroxilos de la GX facilitan la unión de las moléculas de agua, atrapándola, lo que aumenta la absorción de agua en productos de panificación (5).

El comportamiento reológico de soluciones que contenían solo GX fue no newtoniano como las mezclas. Sin embargo, las soluciones con solo PEC siguieron un comportamiento newtoniano. La viscosidad de solución con 1.6 y 2.0% de pectina fue de 0.025 y 0.045 Pa s, respectivamente.

Ecuaciones. Las ecuaciones de primer y segundo orden desarrolladas para predecir los parámetros reológicos n y K (Pa sⁿ) de las mezclas acuosas en función de la concentración (% p/p) de goma xantana (0.1-0.5%) y de pectina (1.6-2.0%) son

$$n = -0.52[GX] + 0.03[PEC] + 0.009[Agua] \dots\dots\dots (Ec. 3)$$

$$K (Pa s^n) = 381.54[GX] - 107.36[PEC] - 0.04[Agua] - 2.61[GX][PEC] - 3.82[GX][Agua] + 1.11[PEC][Agua] \dots\dots\dots (Ec. 4)$$

Conclusiones

- ✓ Se encontró un efecto lineal de los componentes de la mezcla en el índice de comportamiento de las mezclas pectina-goma xantana.
- ✓ Un modelo cuadrático describió adecuadamente el índice de consistencia.
- ✓ Las soluciones pectina-goma xantana mostraron un comportamiento pseudoplástico, siendo la goma xantana el hidrocoloide con mayor efecto en el índice de comportamiento y consistencia de las soluciones.

Referencias

1. Pasquel A. *RAIA*, 1:1, 1-8 (2001). Ki-Won S., Yong-Seok K. and Gap-Shik C. *Fiber Polym*, 7:2, 129-138 (2006).
2. Kurozawa L.E., Park K.J. and Hubinger, M.D. *J Food Eng*, 94, 326-333 (2009).
3. Garcia-Ochoa F., Santos V.E., Casas J.A. and Gómez E. *Biotechnol Adv*, 18, 549-579 (2000).
4. Sato A.C.K., Oliveira P.R. and Cunha R.L. *Food Biophys*, 3, 100-109 (2008).
5. Choi H.M. and Yoo B. *Food Chem*, 116, 638-643 (2009).

Agradecimientos: los autores agradecen al ITESM campus Monterrey por el financiamiento a este trabajo, al CONACYT por la beca de doctorado otorgada a M.C. Soto Caballero y a Ana Paola Reyes Monroy por su apoyo en la realización de los experimentos.



Rheological characterization of pectin, xanthan gum, and sucrose solutions using a mixture design

M.C. Soto-Caballero, A.N. Salinas-López, A. Valdez-Fragoso, J. Welli-Chanes and H. Mujica-Paz*
 Escuela de Biotecnología y Alimentos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
 Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, Nuevo León 64849, México.
 *h.mujica@team.mx



Introduction

Spray-drying is the most widely used microencapsulation technique in the food industry [1]. The composition of the microencapsulation matrix determines the functional properties of the microcapsule and the rheological properties define the workability during the spray drying microencapsulation [2].

Because there is no a single coating material able to give the desired microcapsule characteristics, different coating materials are usually combined to achieve the target.

Coating materials can be selected from a wide variety of natural biopolymers, but special attention should be given to the determination of its rheological behavior [2].

Knowledge of the rheological properties, and the elastic and viscous properties of novel encapsulating matrices, will allow a better control of the efficiency and yield of drying as well as the characteristics of the microcapsules.

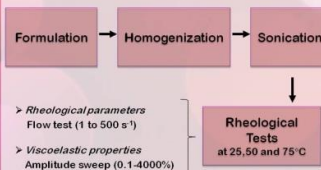
Objectives

- ✓ To determine the rheological properties of aqueous xanthan gum, pectin and sucrose mixtures at different temperatures.
- ✓ To identify a mixture having the most accurate properties to be used as a microencapsulating agent.

Methodology

A D-optimal mixture experimental design was used with the following composition ranges (% w/w):

- 95.5 ≤ water ≤ 97.9
- 1.0 ≤ pectin ≤ 3.0
- 0.1 ≤ xanthan gum ≤ 0.5
- 0.0 ≤ sucrose ≤ 3.0



Results

Consistency index (K)

In general, temperature and K of the mixtures vary in an inverse relationship (Fig. 1). The effect of temperature on K was more important as the solids content increased. The highest K (3.2 Pasⁿ) was observed in Mixture 14 (0.5% xanthan gum, 3% pectin), but it was only of 0.04 Pasⁿ for mixture 11 (0.1% xanthan gum, 1.0% pectin and 2.0% sucrose).

The reduction of K with temperature is probably due to the weakening of the molecular interaction [3]. The consistency index increased with the soluble solid content. Similar effect has been reported in yogurt [4].

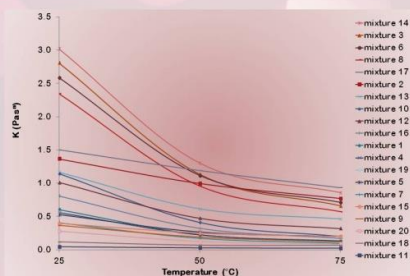


Fig. 1. Consistency index of xanthan gum, pectin, and sucrose mixtures as a function of temperature.

Behavior index (n)

The investigated mixtures showed a pseudoplastic behavior (n<1). The greatest values of n were obtained at high concentrations of pectin (3%) and low concentrations of xanthan gum (0.1%), sucrose had no significant effect. This effect has already been observed in 2.5% pectin solutions [5] and grapefruit juice [6].

Activation energy of K (E_a)

The activation energy (~25 KJ/mol) to overcome the energy barrier of the mixtures increased with pectin and xanthan gum concentration. This is consistent with the findings in clarified cherry juice, where higher concentration of soluble solids in the juice increased the E_a [7].

Viscoelastic parameters

The studied mixtures mainly showed a viscous behavior (G''>G'), making them appropriate for pumping and flowing through the spray drier atomizer.

Pectin and xanthan gum mixtures are stable at less than 100% strain. Beyond this value, mixtures are less stable to deformation (Fig. 2).

Mixture 16 (3% pectin, 3% sucrose and 0.1% xanthan gum) was very stable in all the studied strain range, unlike mixture 15 (1% pectin, 3% sucrose and 0.3% xanthan gum) that was more instable mixture.

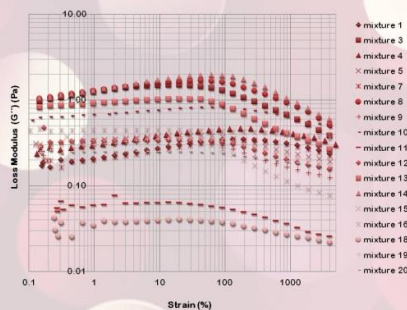


Fig. 2. Loss modulus of xanthan gum, pectin, and sucrose mixtures as a function of strain, at T= 50°C.

Conclusions

- ✓ The consistency index was proportional to pectin and xanthan gum concentration, but inversely proportional to temperature.
- ✓ The mixtures xanthan gum, pectin, and sucrose exhibited a pseudoplastic and viscous behavior.
- ✓ Mixture 16 containing 3.0% pectin, 3.0% sucrose, 0.1% xanthan gum appears capable of being worked in encapsulation process by spray drying.

References

1. Re. (1998). *Dry Technol.* 16:1195-1236.
2. Desai, et al. (2005). *Dry Technol.* 23:1361-1394.
3. Constenla et al. (1989). *J Food Sci.* 54(3):663-668.
4. Barretto, et al. (2006). *Food Technol Biotechnol.* 44:(4) 515-518.
5. Marcotte, et al. (2001). *Food Res Int.* 34(8):695-703.
6. Chin, et al. (2009). *J Food Eng.* 93:134-140.
7. Giner, et al. (1996). *J Food Eng.* 30:147-154.

Acknowledgments

This research was supported by the Cátedra de Tecnologías Emergentes de Tec de Monterrey. M.C. Soto Caballero thanks to CONACYT for the Doctoral scholarship.

Efecto de las variables de secado en las propiedades físicas de microcápsulas de licopeno

M.C. Soto-Caballero¹, Y. Mendoza-Martínez², P. Cortés-Sánchez², A. Valdez-Fragoso³, J. Welti-Chanes⁴ & H. Mújica-Paz⁵

¹Escuela de Biotecnología y Alimentos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, Nuevo León 64849, México.

²Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, Madrid, 28049, España.

⁵h.mujica@itesm.mx



Introducción

Una forma de proteger el licopeno contra reacciones de deterioro, es encapsularlo en una microraza protectora. Entre los materiales encapsulantes están la goma arábiga, almidones, maltodextrinas y sacarosa^{1,2,3,4}.

La microcápsula en polvo se forma en un secador por aspersión, al asperjar y secar la solución del material encapsulante con el licopeno.

Las condiciones de secado y el material pared determinan las propiedades de la microcápsula. Se siguen estudiando nuevos materiales para proteger el licopeno.

Objetivo

Microencapsular licopeno en mezclas de pectina y goma xantana con y sin sacarosa, y evaluar el efecto de la temperatura de secado y flujo de alimentación sobre sus propiedades físicas.

Metodología

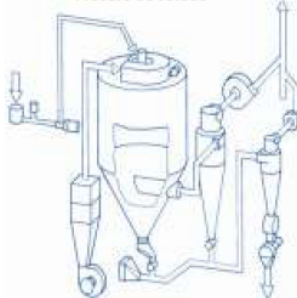
Diseño experimental: D-óptimo (Desing Expert, 7)

Agente activo: Licopeno de tomate (Farbe, México).

Mezcla Encapsulante*		
Componente	Mezcla 1	Mezcla 2
agua	96.9%	93.9%
pectina	3%	3%
goma xantana	0.1%	0.1%
sacarosa	-	3%

* grado alimentario

Proceso de secado



Equipo: secador (FT80, Armfield, EUA).

Variables de proceso: T_{aire} = 180–210 °C

Flujo alimentación = 18–71 ml/min

Variables de respuesta: densidad, humedad, a_w , color, solubilidad

Agradecimientos

Los autores agradecen al ITESM campus Monterrey por el financiamiento a este trabajo y al CONACYT por la beca de doctorado otorgada a M.C. Soto Caballero.

Resultados

Los niveles más bajos de humedad se alcanzaron a una $T_{\text{secado}}=210^{\circ}\text{C}$ y $\text{Flujo}_{\text{alimentación}}=18\text{ml/min}$, esto debido a que el aumento de la temperatura promueve mayores velocidades de evaporación⁵.

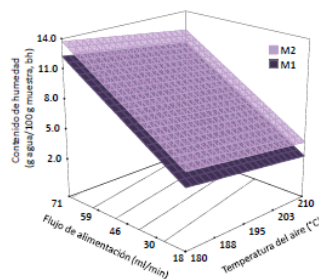


Fig. 1. Efecto de la T_{aire} y $\text{Flujo}_{\text{alimentación}}$ en el contenido de humedad de las microcápsulas de licopeno.

M2 mostró los valores más bajos de a_w debido al efecto depresor de la sacarosa lo que indica la poca disponibilidad del agua libre para reacciones bioquímicas⁶.

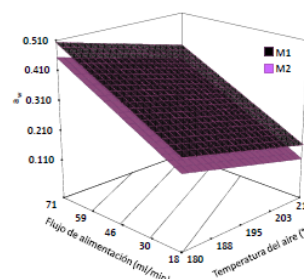


Fig. 2. Efecto de la T_{aire} y $\text{Flujo}_{\text{alimentación}}$ en la a_w de las microcápsulas de licopeno.

Los valores de a^* fueron mayores al secar con flujos de alimentación bajos (18-30 ml/min).

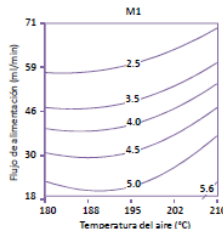


Fig. 3. Efecto de la temperatura del aire y el flujo de alimentación en el parámetro de color a^* de las microcápsulas de licopeno.

M2 mostró los valores más bajos de a_w debido al efecto depresor de la sacarosa.

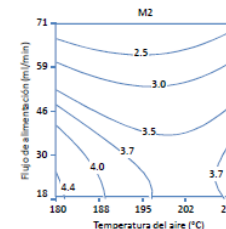


Fig. 3. Efecto de la temperatura del aire y el flujo de alimentación en el parámetro de color a^* de las microcápsulas de licopeno.

Conclusiones

- La humedad más baja se obtuvo con una $T_{\text{secado}}=210^{\circ}\text{C}$ y $\text{Flujo}_{\text{alimentación}}=18\text{ ml/min}$.
- Se obtuvieron polvos estables con $a_w=0.110-0.510$.
- La densidad disminuyó al aumentar la temperatura al contrario de la solubilidad.
- El parámetro de color a^* fue mayor al utilizar M1 con $\text{flujo}=18\text{ ml/min}$ y $T_{\text{max}}=210^{\circ}\text{C}$.

Referencias

- ¹Matioli, G. y Rodríguez-Amaya, D.B. (2003). *Cienc. Tecnol. Aliment.* 23:102-105.
- ²Nunes, I.L. y Mercadante, A.Z. (2007). *Braz Arch Biol Technol.* 50(5):893-900.
- ³Rocha, G.A., Fávoro-Trindade, C.S. & Grosso, C.R.F. (2012). Microencapsulation of lycopene by spray drying: Characterization, stability and application of microcapsules. *Food and Bioproducts Processing* 90(1):37-42
- ⁴Shu, B., Yu, W., Zhao, Y. y Liu, X. (2006). *J Food Eng* 76:664-669.
- ⁵Fazaeli, M., Emam, Z. y Omid, M. (2012). *Food Bioprod Process* 90:667-675.
- ⁶Quek, S.Y., Chok, N.K. & Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powder. *Chemical Engineering and Processing* 46(5): 386-392.



EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a la

*M.C. Mayra Cristina Soto Caballero y al Dr. Hugo Mújica
Paz*

Por la autoría y presentación del poster titulado "*Caracterización reológica y modelación de mezclas de goma xantana y pectina*", en el marco de la 5ª Feria Mesoamericana de Posgrados Mexicanos de Calidad, celebrada en la Ciudad de Guatemala, Guatemala el 24 y 25 de octubre de 2013.

Dra. Dolores Manjarrez Alvarez
Directora de Vinculación

Bibliografía

- Acevedo, N., Vilbert, B., Buera, P. y Aguilera, J.M. (2008). Microstructure affects the rate of chemical, physical and color changes during storage of dried apple disc. *Journal of Food Engineering* 85, 222-231.
- Alamilla, B.L., Chanona, P.J.J., Jiménez, A.A.R. y Gutiérrez, L.G.F. (2005). Description of morphological changes of particles along spray drying. *Journal of Food Engineering* 67(1-2), 179-184.
- Anandharamakrishnan, C. y Padma Ishwarya, S. (2015). *Spray drying techniques for food ingredient encapsulation*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, United Kingdom.
- Argin-Soysal, S., Kofinas, P. y Lo, M. (2006). Effect of complexation conditions on xanthan-chitosan polyelectrolyte complex gels. *Food Hydrocolloids* 23, 202-209.
- Arrazola, G., Herazo, I. y Alvis, A. (2014). Microencapsulación de antocianinas de berenjena (*solanum melongena l.*) mediante secado por aspersion y evaluación de la estabilidad de su color y capacidad antioxidante. *Información Tecnológica* 25(3), 31-42.
- Arslan, N. y Toğrul, H. (1996). Filtration of pectin extract from grapefruit peel and viscosity of pectin solutions. *Journal of Food Engineering* 27, 191-201.
- Azoubel, P.M., Cipriani, D.C., El-Aouar, A.A., Antonio, G.C. y Murr, F.E.X. (2005). Effect of concentration on the physical properties of cashew juice. *Journal of Food Engineering* 66, 413-417.
- Babić, J., Šubarić, D., Ačkar, D., Piližota, V. Kopjar, M. y Tiban, N. (2006). Effects of pectin and carrageenan on thermophysical and rheological properties of tapioca starch. *Czech Journal of Food Sciences* 24, 275-282.
- Bakowska-Barczak, A. y Kolodziejczyk, P. (2011). Black currant polyphenols: Their storage stability and microencapsulation. *Industrial Crops and Products* 34, 1301-1309.
- Bakry, A.M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M.Y., Mousa, A. y Liang, L. (2016). Microencapsulation of oils: A comprehensive review of benefits, techniques,

- and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15, 143-182.
- Bansode, S.S., Banarjee, S.K., Gaikwad, D.D., Jadhav, S.L. y Thorat, R.M. (2010). Microencapsulation: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 1(2), 38-43.
- Baranauskienė, R., Bylaitė, E., Žukauskaitė, J. y Venskutonis, R.P. (2007) Flavor retention of peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil spray-dried in modified starches during encapsulation and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 3027–3036.
- Barnes, H.A. (2000) *A Handbook of Elementary Rheology*. Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics, University of Wales, Ab-erystwyth.
- Bastos, D.S., Araujo D.K., y Leao. M. (2009). Ascorbic acid retaining using a new calcium alginate-capsul based edible film. *Journal of Microencapsulation* 26(2), 97-103.
- Baümler, E.R., Carelli, A.A. y Martini, S. (2013). Physical properties of aqueous solutions of pectin containing sunflower wax. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 90, 791-802.
- Behboudi-Jobbehdar, S., Soukoulis, C., Yonekura, L. y Fisk, L. (2013). Optimization of spray-drying process conditions for the production of maximally viable microencapsulated *L. acidophilus* NCIMB 701748. *Drying Technology* 31(11), 1274-1283.
- Belščak-Cvitanović, A., Bušić, A., Barišić, L., Vrsaljko, D., Karlović, S., Špoljarić, I., Vojvodić, A., Mršić, G. y Komes, D. (2016). Emulsion templated microencapsulation of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) polyphenols and β -carotene by ionotropic gelation of alginate and pectin. *Food Hydrocolloids* 57, 139-152.
- Beristain, C.I., García, H.S. y Vernon-Carter, E.J. (2001). Spray-dried encapsulation of cardamom (*Elettaria cardamomum*) essential oil with mesquite (*Prosopis juliflora*) gum. *LWT- Food Science and Technology* 34(6), 398-401.
- Berk, Z. (1998). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Editorial el manual moderno. México, D.F.-Santafé de Bogotá.
- Boza, Y., Barbin, D. y Scamparini, A.R.P. (2004). Effect of spray-drying on the quality of encapsulated cells of *Beijerinckia* sp. *Process Biochemistry* 39, 1275-1284.

- Brückner, M., Bade, M. y Kunz, B. (2007) Investigations into the stabilization of a volatile aroma compound using a combined emulsification and spray drying process. *European Food Research and Technology* 226, 137–146.
- Bruschi, M.L., Cardoso, M.L.C., Lucchesi, M.B. y Gremião, M.P.D. (2003). Gelatin microparticles containing propolis obtained by spray-drying technique: preparation and characterization. *International Journal of Pharmaceutics* 264, 45-55.
- Buffo, R.A. y Reineccius, G.A. (2000). Optimization of gum acacia/modified starch/maltodextrin blends for the spray drying of flavors. *Perfumer & Flavorist* 25(1), 45-54.
- Bustos-Garza, C., Yáñez-Fernández, J. y Barragán-Huerta, B. (2013). Thermal and pH stability of spray-dried encapsulated astaxanthin oleoresin from *haematococcus pluvialis* using several encapsulation wall material. *Food Research International* 54, 641-649.
- Bystrický, S. y Malovíková, A. (1990). Interactions of pectin with cationic polypeptides. *Chemical Papers* 46(2), 131-140.
- Cai, Y. y Corke, H. (2000) Production and properties of spraydried amaranthus betacyanin pigments. *Journal of Food Science* 65(6), 1248-1252.
- Candelas Cadillo, M.G. y Alanís Guzmán, M.G.J. (2006). Cuantificación de licopeno y otros carotenoides en tomate y polvo de tomate. *Revista Mexicana de Agronegocios* 19, 1-11.
- Carneiro, H.C.F., Tonon, R.V., Grosso, C.R.F. y Hubinger, M.D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *Journal of Food Engineering* 115(4), 443-451.
- Casas, J.A., Mohedano, A.F. y García-Ochoa, F. (2000). Viscosity of guar gum and xanthan/guar gum mixture solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80, 1722-1727.
- Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J. y Loh, X.J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate Polymers* 161, 118-139.

- Charoenthai, N., Kleinebudde, P. y Puttipipatkachorn, S. (2007). Influence of chitosan type on the properties of extruded pellets with low amount of microcrystalline cellulose. *Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 8(3), E99–E109.
- Chegini, R.G. y Ghobadian, B. (2007). Spray dryer parameters for fruit juice drying. *World Journal of Agricultural Science* 3, 230-236.
- Chiou, D. y Langrish, T.A.G. (2007). Development and characterisation of novel nutraceutical with spray drying technology. *Journal of Food Engineering* 82, 84-91.
- Chiu, Y.T., Chiu, C.P., Chien, J.T., Ho, G.H., Yang, J. y Chen, B.H. (2007). Encapsulation of lycopene extract from tomato pulp waste with gelatin and *poly(γ -glutamic acid)* as carrier. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 5123-5130.
- Choi, H.M. y Yoo, B. (2009). Steady and dynamic shear rheology of sweet potato starch–xanthan gum mixtures. *Food Chemistry* 116(3), 638-643.
- Constenla, D.T., Lozano, J.E. y Crapiste, G.H. (1989). Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. *Journal Food Science* 54(3), 663-668.
- Comunian, T.A., Abbaspourrad, A., Favaro-Trindade, C.S. y Weitz, D.A. (2014). Fabrication of solid lipid microcapsules containing ascorbic acid using a microfluidic technique. *Food chemistry* 152, 271-275.
- da Rosa, C.G., Dellinghausen Borges, C. Zambiasi, R.C., Ramos Nunes, M., Valmir Benvenuti, E., Rickes da Luz, S., Farias D'Avila, R. y Kuhn Rutz, J. (2013). Microencapsulation of gallic acid in chitosan, β -cyclodextrin and xanthan. *Industrial Crops and Products* 46, 138-146.
- de Jong, S. y van de Velde, F. (2007). Charge density of polysaccharide controls microstructure and large deformation properties of mixed gels. *Food Hydrocolloids* 21, 1172-1187.
- Desai, K.G.H. y Park, H.J. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology* 23, 1361-1394.
- Desai, K.G.H., Liu, C. y Park, H.J. (2006). Characteristics of vitamin C encapsulated tripolyphosphate-chitosan microspheres as affected by chitosan molecular weight. *Journal Microencapsulation* 23, 79-90.

- Dima, C., Cotârlet, M., Alexe, P. y Dima, S. (2014). Microencapsulation of essential oil of pimento [*Pimenta dioica* (L) Merr.] by chitosan/k-carrageenan complex coacervation method. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 22, 203-211.
- Dybdahl H.P., Bach, P. y Jensen, A.D. (2008). Two-fluid spray atomization and pneumatic nozzles for fluid bed coating/agglomeration purposes: A review. *Chemical Engineering Science* 63, 3821-3842.
- Ersus, S. y Yurdagel, U. (2007). Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucuscarota L.*) by spray drier. *Journal of Food Engineering* 80, 805-812.
- Escalona-López, S.E. (2004). Encapsulados de luteína-enocianina y su aplicación en alimentos. Tesis de licenciatura. Universidad de Chile.
- Fang, X., Shima, M. y Adachi, S. (2005). Effects of drying conditions on the oxidation of linoleic acid encapsulated with gum arabic by spray-drying. *Food Science and Technology Research* 11(4), 380-384.
- Fang, Z. y Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in Food Science & Technology* 21(10), 510-523.
- Fareez, I.M., Lim, S.M., Lim, F.T., Mishra, R.K. y Ramasamy, K. (2017), Microencapsulation of lactobacillus sp. using chitosan-alginate-xanthan gum- β -cyclodextrin and characterization of its cholesterol reducing potential and resistance against pH, temperature and storage. *Journal of Food Process Engineering* 40, e12458.
- Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Ashtari, A.K. y Omid, M. (2012). Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. *Food and Bioproducts Processing* 90, 667-675.
- Fernandes, R.V., Borge, S.V. y Botreli, D.A. (2013). Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas* 1, 171-178.
- Flores Candia, J.L. y Deckwer, W.D. (1999). Xanthan gum. In: Flickinger MC, Drew SW, editors. *Encyclopedia of bioprocess technology: fermentation, biocatalysis, and bioseparation*. New York.

- Flores-Belmon, I.A. y Jimenez-Munguía, M.T. (2013). Microencapsulación de compuestos activos con quitosano. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 7(1), 48-56.
- Foudazi, R., Qavi, S., Masalova, I. and Ya. Malkin, A. (2015). Physical chemistry of highly concentrated emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science* 220, 78-91.
- Frascareli, E.C., Silva, V.M., Tonon, R.V. y Hubinger, M.D. (2012). Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. *Food and Bioproducts Processing* 90 (3), 413-424.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. y Saurel R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International* 40, 1107-1121.
- Gorena, R.P., Romero, T., Sepulveda, N., Chavez, E.J. y Saenz, C. (2010). Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *International Journal of Food Science & Technology* 45, 1386-1394.
- Goula, A.M. y Adamopoulos, K.G. (2005). Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. *LWT-Food Science and Technology* 38, 479-487.
- Goula, A.M. y Adamopoulos, K.G. (2012). A new technique for spray-dried encapsulation of lycopene. *Drying Technology* 30, 641-652.
- Guerra-DellaValle, D., Sánchez-Rivera, M.M., Zamudio-Flores, P.B., Méndez-Montealvo, G. y L.A. Bello-Pérez. (2009). Effect of chemical modification type on physicochemical and rheological characteristics of banana starch. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 8(2), 197-203.
- Guimarães, G.C., Coelho-Júnior, M.C. y García-Rojas, E.E. (2009). Density and kinematic viscosity of pectin aqueous solution. *Journal of Chemical & Engineering Data* 54, 662-667.
- Gujral, H.S., Sharma, A. y Singh N. (2002). Effect of hydrocolloids, storage temperature, and duration on the consistency of tomato ketchup. *International Journal of Food Properties* 5(1), 179-191.

- Habibi, H. y Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 10, 130-140.
- Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M.C., Tlili, I. y Dalessandro, G. (2011). Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 588-595.
- Inglett, G.E., Gelbman, P. y Reineccius, G.A. (1988). Use of oligosaccharides from α -amylase modified starches of maize, rice, cassava and potato on the encapsulation of range oil. S.J. Risch and Gary A. Reineccius Ed. American Chemical Society, Washington. D.C.
- Jafari, S.M., Assadpoor, E., He, Y. y Bhandari, B. (2008). Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. *Drying Technology* 26, 816-835.
- Janiszewska, E. y Wlodarczyk, J. (2013) Influence of spray drying conditions on beetroot pigments retention after microencapsulation process. *Acta Agrophysica* 20(2), 343-356.
- Jimenez-Aguilar, D.M., Ortega-Regules, A.E., Lozada-Ramirez, J.D., Perez-Perez M.C.I., Vernon-Carter, E.J. y Welti-Chanes J. (2011). Color and chemical stability of spray-dried blueberry extract using mesquite gum as wall material. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 889–894.
- Jittanit, W., Niti-Att, S. y Techanuntachikul, O. (2010). Study of spray drying of pineapple juice using maltodextrin as an adjunct. *Chiang Mai Journal of Science* 37, 498-506.
- Jumah, R.Y., Tashtoush, B. y Shaker, R. (2000). Manufacturing parameters and quality characteristics of spray dried Jameed. *Drying Technology* 18, 967-984.
- Karaaslan, İ. y Dalgıç, AC. (2014). Spray drying of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) extract. *Journal of Food Science and Technology* 51 (11), 3014-3025.
- Kaushik, P., Dowling, K., Barrow, C. J. y Adhikari, B. (2015). Microencapsulation of omega-3 fatty acids: A review of microencapsulation and characterization methods. *Journal of Functional Food* 19, 868-881.
- Keller, M.K. y Sottos, N.R. (2006). Mechanical properties of microcapsules used in a self-healing polymer. *Experimental Mechanics* 46, 725-733.

- Kha, T.C., Nguyen, M.H. y Roach, P.D. (2010). Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *Journal of Food Engineering* 98, 385-392.
- Khadka, P., Ro, J., Kim, H., Kim, I., Kim, J.T., Kim, H., J.M., Cho, Yun, G. y Lee, J. (2014). Pharmaceutical particle technologies: an approach to improve drug solubility, dissolution and bioavailability. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences* 9 (6), 304-316.
- Khouryieh, H.A., Herald, T.J., Aramouni, F. y Alavi, S. (2006). Influence of mixing temperature on xanthan conformation and interaction of xanthan–guar gum in dilute aqueous solutions. *Food Research International* 39, 964-973.
- Kim, C. y Yoo, B. (2006). Rheological properties of rice starch-xanthan gum mixtures. *Journal of Food Engineering* 75, 120-128.
- Klaypradit, W. y Huang, Y.W. (2008). Fish oil encapsulation with chitosan using ultrasonic atomizer. *LWT- Food Science and Technology* 41, 1133-1139.
- Kolanowski, W. y Laufenberg, G. (2006). Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology* 222(3-4), 472–477.
- Krishnan, S., Kshirsagar, A.C. y Singhal, R.S. (2005). The use of gum arabic and modified starch in the microencapsulation of a food flavoring agent. *Carbohydrate Polymers* 62(4), 309-315.
- Lee, M.T. y Chen, B.H. (2002). Stability of lycopene during heating and illumination in a model system. *Food Chemistry* 78, 425-432.
- Li, J.M. y Nie, S.P. (2016). The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids* 53, 46- 61.
- Li, W., Zhu, X., Zhao, N. and Zhengwu, J. (2016). Preparation and properties of melamine urea-formaldehyde microcapsules for self-healing of cementitious materials. *Materials* 9, 152.
- Lim, X.K., Tee, L. H., Yusof, Y.A. y Chong, C.H. (2013). Effects of xanthan gum concentration on spray drying of piper betle *L.* leaves extract.

- Loksuwan, J. (2007) Characteristics of microencapsulated β -carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrin. *Food Hydrocolloids* 21, 928-935.
- Gülseren, I., Coupland, J.N. (2008). Ultrasonic properties of partially frozen sucrose solutions. *Journal of Food Engineering* 89, 330-335.
- Lopes da Silva, J.A., Gonçalves, M.P. y Rao, A. (1994). Influence of temperature on the dynamic and steady-shear rheology of pectin dispersions. *Carbohydrate Polymers* 23, 77-87.
- López, M., Carbajal de P, B.E., L.M. y Millán C.L. de J. (2009). Establecimiento de condiciones de la mezcla de pulpa de banano (*Musa paradisiaca L.*) para someter a secado por aspersion. *Vitae* 16(3), 287-296.
- López, O.V., Zaritzky, N.E. y García, M.A. (2010). Physicochemical characterization of chemically modified corn starches related to rheological behavior, retrogradation and film forming capacity. *Journal of Food Engineering* 100(1), 160-168.
- López-Franco, Y.F., Goycoolea, M.V. y Calderón. A. (2006). Goma de mezquite: Una alternativa de uso industrial. *Revista Interciencia* 31(3), 183-189.
- Macosko, C.W. (1994). *Rheology principles, measurements, and applications*. Wiley-VCH ed. New York.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J. y Desobry, S. (2006). Flavour encapsulation and controlled release A review. *International Journal of Food Science and Technology* 41(1), 1-21.
- Malkin, A. y Isayenv, A.I. (2017). *Rheology. Concepts, methods and applications*. 3rd edition. ChemTec publishing. Toronto. Canada.
- Manjunatha, S.S. y Raju, P.S. (2013). Modelling the Rheological behaviour of tender coconut (*Cocos nucifera L*) water and its concentrates. *International Food Research Journal* 20(2), 731-743.
- Marcotte, M., Hoshahihi, A.R.T. y Ramaswamy, H.S. (2001a). Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. *Food Research International* 34(8), 695-703.

- Marcotte, M., Taherian A.R., Trigui M. y Ramaswamy, H.S. (2001b). Evaluation of rheological properties of selected salt enriched food hydrocolloids. *Journal of Food Engineering* 48, 157-167
- Martín Villena, M.J., Morales Hernández, M.E., Gallardo Lara, V. y Ruiz Martínez, M.A. (2009). Técnicas de microencapsulación: Una propuesta para microencapsular probióticos. *Ars Pharmaceutica* 50(1), 43-50.
- Matioli, G. y Rodriguez-Amaya, D.B. (2002). Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrina: estudo da estabilidade. *Brazilian Journal of Food Technology* 5, 197-203.
- Methacanon, P., Krongsin, J. y Gamonpilas, C. (2014). Pomelo (*Citrus maxima*) pectin: effects of extraction parameters and its properties. *Food Hydrocolloids* 35, 383-391.
- Milanovic, J., Manojlovic, V., Levic, S., Rajic, N., Nedovic, V. y Bugarski, B. (2010). Microencapsulation of flavors in carnauba wax. *Sensors* 10(1), 901-912.
- Moraes, I.C.F, Fasolin, L.H, Cunha, R.L. y Menegalli, F.C. (2011). Dynamic and steady: shear rheological properties of xanthan and guar gums dispersed in yellow passion fruit pulp (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 28(3), 483-494.
- Morkhade, D. y S. Joshi. 2007. Evaluation of gum damar as a novel microencapsulating material for ibuprofen and diltiazem hydrochloride. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 69(2), 263-268.
- Mortazavian, A., Razavi, S.H., Ehsani, M.R. y Sohrabvandi, S. (2007). Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. *Iranian Journal of Biotechnology* 5(1), 1-18.
- Mosquera, L.H., Moraga, G., Martínez, N. y Chiralt, M.A. (2010). Isotermas de sorción y transición vítrea de la pulpa de borjón (*Borojoa patinoi Cuatr.*). Nereis. *Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación* 3, 45-50.
- Madziva, H., Kailasapathy, K. y Phillips, M. (2005). Alginate-pectin microcapsules as a potential for folic acid delivery in foods. *Journal of Microencapsulation* 22(4), 343-351.
- Mujumdar, A.S. (2014). *Handbook of industrial drying*. Fourth Edition. Taylor & Francis Group. New York.

- Mura, P., Furlanetto, S., Cirri, M., Maestrelli, F., Marras, A.M. y Pinzauti, S. (2005). Optimization of glibenclamide tablet composition through the combined use of differential scanning calorimetry and D-optimal mixture experimental design. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 37, 65-71.
- Nunes, I.L. y Mercadante, A.Z. (2007). Encapsulation of lycopene using spray-drying and molecular inclusion processes. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50 (5), 893-900.
- Ortega Quintana, F.A., Salcedo Galván, E., Arrieta Rivero, R., Torres Gallo, R. (2015). Efecto de la temperatura y concentración sobre las propiedades reológicas de la pulpa de mango variedad *Tommy Atkins*. *Revista ION* 28(2), 79-92.
- Özkan, G. y Bilek, S.E. (2014). Microencapsulation of natural food colourants. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 3(3), 145-156.
- Pang, S.F., Yusoff, M.M. y Gimbin, J. (2014). Extraction and microencapsulation of polyphenols from orthosiphon stamineus leaves. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences* 7, 1033-1041.
- Parra-Huertas, R.A. (2010). Revisión: Microencapsulación de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* 63(2), 5669-5684.
- Pedroza-Islas, R., Macías Bravo, S. y Vernon Carter, E.J. (2002). Oil thermo-oxidative stability and surface oil determination of biopolymer microcapsules. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química* 1, 37-44.
- Phisut, N. (2012). Spray drying technique of fruit juice powder: Some factors influencing the properties of product. *International Food Research Journal* 19(4), 1297-1306.
- Pirayesh Islamian, J. y Mehrali, H. (2015). Lycopene as a carotenoid provides radioprotectant and antioxidant effects by quenching radiation-Induced free radical singlet oxygen: An overview. *Cell Journal (Yakhteh)* 16(4), 386-391.
- Pitalua, E., Jimenez, M., Vernon-Carter, E.J. y Beristain, C.I. (2010). Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum arabic as wall material. *Food and Bioprocess Processing* 88(2-3), 253-258.
- Pongsawatmanit, R., Temsiripong, T. y Suwonsichon, T. (2007). Thermal and rheological properties of tapioca starch and xyloglucan mixtures in the presence of sucrose. *Food research international*, 40(2), 239-248.

- Przybysz, M.A., Onacik-Gür, S., Majtczak, K. y Dłużewska, E. (2016). The stability of spray-dried microencapsulated β -carotene in the mixture of gum Arabic, OSA type modified starch and maltodextrin. *Italian journal of food science* 28(4), 1-10.
- Quek, Y.S., Chok, N.K. y Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing* 46, 386-392.
- Rana, R.P. (1995). *Physics For Middle Class-8*; S. Chand Publishing: India.
- Ranveer, R.C., Gatade, A.A., Kamble, H.A. y Sahoo, A.K. (2015). Microencapsulation and storage stability of lycopene extracted from tomato processing waste. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 58(6), 953-960.
- Rao, M.A. (1999). *Rheology of fluids and semisolids foods: Principles and applications*. New York: Aspen publishers.
- Rao, M. A. (2013). *Rheology of fluid, semisolid, and solid foods: principles and applications*. Springer Science & Business Media. New York.
- Rascon, M.P., Beristain, C., Garcia, H. y Salgado, M. (2011) Carotenoid retention and storage stability of spray-dried encapsulated paprika oleoresin using gum arabic and soy protein isolate as wall materials. *LWT - Food Science and Technology* 44, 549-557
- Ray, S., Raychaudhuri, U. y Chakraborty, R. (2016). An overview of encapsulation of active compounds used in food products by drying technology. *Food Bioscience* 13, 76-83.
- Reyes-Nava, L.A. (2010). *Optimización y caracterización de la microencapsulación de la protease hemisfericina refinada*. Tesis de licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Rocha, G.A., Fávaro-Trindade, C.S. y Grosso, C.R.F. (2012). Microencapsulation of lycopene by spray drying: Characterization, stability and application of microcapsules. *Food and Bioproducts Processing* 90(1), 37-42.
- Rodrigues, R.A. y Grosso, C.R.J. (2008). Cashew gum microencapsulation protects the aroma of coffee extracts. *Journal of Microencapsulation* 25(1), 13-20.
- Rodríguez Huevo, M.E. (2005). "Microencapsulación por secado por aspersion de emulsiones múltiples w/o/w conteniendo carotenoides". Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

- Rodríguez-Huezo, M.E., Pedroza-Islas, R., Prado-Barragán, L.A., Beristain, C.I. y Vernon-Carter, E.J. (2004). Microencapsulation by spray drying of multiple emulsions containing carotenoids. *Journal of Food Science* 69(7), E351-E359.
- Rosenberg, M. y Sheu, T.Y. (1996). Microencapsulation of volatiles by spray-drying in whey protein-based wall systems. *International Dairy Journal* 6(3), 273-284.
- Rutz, J.K., Zambiasi, R.C., Borges, C.D., Krumreich, F.D. da Luz, S.R., Hartwig, N. y da Rosa, C.G. (2013). Microencapsulation of purple Brazilian cherry juice in xanthan, tara gums and xanthan-tara hydrogel matrixes. *Carbohydrate Polymer* 98(2), 1256-1265.
- Sáenz, C.S., Tapia, J. Chávez y Robert. P. (2009). Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry* 114(2), 616-622.
- Saha, D. y Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. *Journal of Food Science and Technology* 47(6), 587-597.
- Sahin-Nadeem, H., Dinçer, C., Torun, M., Topuz, A. y Özdemir, F. (2013). Influence of inlet air temperature and carrier material on the production of instant soluble sage (*salvia fruticosa miller*) by spray drying. *LWT - Food Science and Technology* 52, 31-38.
- Sansone, F., Mencherini, T., Picerno, P., D'Amore, M., Aquino, R.P. y Lauro, M.R. (2011). Maltodextrin/pectin microparticles by spray drying as carrier for nutraceutical extracts. *Journal of Food Engineering* 105, 468-476.
- Santana, A.A., Paixão, L.C., de Oliveira, R.A. y Telis, V., R.N. (2018). Influence of process conditions on the physicochemical properties of jussara pulp (*Euterpe edulis*) powder produced by spray drying. *Brazilian Journal of Food Technology* 21, e2015085. 1-13.
- Sato, A.C.K., Oliveira, P.R. y Cunha, R.L. (2008). Rheology of mixed pectin solutions. *Food Biophysics* 3, 100-109.
- Silva, P.I., Stringheta, P.C., Teófilo, R.F. y de Oliveira, I.R.N. (2013). Parameter optimization for spray-drying microencapsulation of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel extracts using simultaneous analysis of responses. *Journal of Food Engineering* 117(4), 538-544.

- Shah, N.P. y Ravula, R.R. (2000). Microencapsulation of probiotic bacteria and their survival in frozen fermented dairy desserts. *Australian Journal of Dairy Technology* 55(3), 139-144.
- Sharma, B.R., Naresh, L. y Dhuldhoya, S.U. (2006). Xanthan gum-A boon to food industry. *Food Promotion Chronicle* 1(5), 27-30.
- Shishir, M.R.I., Taip, F.S Aziz, N.A. y Talib, R.A. (2014). Physical properties of spray-dried pink guava (*psidium guajava*) powder. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2, 74-81.
- Shrestha, A.K., Ua-arak, T., Adhikari, B.R., Howes, T. y Bhandari, B.R. (2007). Glass transition behavior of spray dried orange juice powder measures by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT). *International Journal of Food Properties* 10, 661–673.
- Shu, B., Yu, W., Zhao, Y. and Liu, X. (2006). Study on microencapsulation of lycopene by spray-drying. *Journal of Food Engineering* 76, 664-669.
- Shu, G., He, Y., Chen, L., Song, Y., Meng, J. y Chen, H. (2017). Microencapsulation of lactobacillus acidophilus by xanthan-chitosan and its stability in yoghurt. *Polymers* 9(12), 733.
- Simuang, J., Chiewchan, N. y Tansakul, A. (2004). Effects of fat content and temperature on the apparent viscosity of coconut milk. *Journal of Food Engineering* 64, 193-197.
- Slade, L. y Levine, H. (1991). Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 30, 115-360.
- Song, K.W., Kim, Y.S. y Chang G.S. (2006). Rheology of concentrated xanthan gum solutions: Steady shear flow behavior. *Fibers and Polymers* 7(2), 129-138.
- Soottitantawat, A., Bigeard, F., Yoshi, H., Furuta, T., Ohkawara, M. y Linko, P. (2005). Influence of emulsion and powder size on the stability of encapsulated D-limonene by spray drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6(1), 107-114.
- Speers, R.A. y Tung, M.A. (1986). Concentration and temperature dependence of flow behavior of xanthan gum dispersions. *Journal of Food Science* 51(1), 96-98.

- Sriamornsak, P. (2003). Chemistry of pectin and its pharmaceutical uses: A review. *Silpakorn University International Journal* 3, 206-228.
- Sundar-Raj, A.A., Rubila, S., Jayabalan, R. y Ranganathan, T.V. (2012). A review on pectin: Chemistry due to general properties of pectin and its pharmaceutical uses. *Open Access Scientific Reports* 1(12), 1-4.
- Sworn, G. (2009). Xanthan gum. In: *Handbook of hydrocolloids* (G.O. Phillips and P.A. Williams, eds.), Pp. 186. CRC Press, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK.
- Tipvarakarnkoon, T. y Senge, B. (2008). Rheological behavior of gum solutions and their interactions after mixing. *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society* 16, 73-80.
- Tonon, R.V., Brabet, C. y Rubinger, M.D. (2008). Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae Mart.*) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering* 88, 411-418.
- Tonon, R.V., Grosso, C.R.F. y Hubinger, M.D. (2011). Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. *Food Research International* 44 (1), 282-289.
- Torres, M.D., Moreira, R., Chenlo, F. y Vázquez, M.J. (2012). Water adsorption isotherms of carboxymethyl cellulose, guar, locust bean, tragacanth and xanthan gums. *Carbohydrate Polymers* 89, 592-598.
- Trindade Rigon, R. y Zapata Noreña, C.P. (2016). Microencapsulation by spray-drying of bioactive compounds extracted from blackberry (*rubus fruticosus*). *Journal of Food Science and Technology* 53(3), 1515–1524.
- Trubiano, P.C. y Lacourse, N.L. (1988). Emulsion-stabilizing estarches: Use in flavor encapsulation. S.J. Rish and G.A. Reineccius Ed. American Chemical Society, Washington, D.C.
- Tsoga, A., Richardson, R.K. y Morris, E.R. (2004). Role of cosolutes in gelation of high methoxy pectin. Part 1. Comparison of sugars and polyols. *Food Hydrocolloids* 18, 907-919.
- Vaclavik, V. y Christian, E.W. (2008). *Essentials of Food Science*; Springer Science+Business, Media: USA.

- Vehring, R. (2008). Pharmaceutical particle engineering via spray drying. *Pharmaceutical Research* 25(5), 999-1022.
- Vernon, E.J., Guzmán, R., González, H.E. y Almada, M.L. (1986). La goma de mezquite como alternativa al uso de la goma arábiga en la elaboración de microcápsulas. *Cuaderno de Investigación. Universidad Iberoamericana* 1, 47-58.
- Voragen, A.G., Coenen, G.J., Verhoef, R.P. y Schols, H.A. (2009). Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. *Structural Chemistry* 20(2), 263-275.
- Walton, D.E. y Mumford, C.J. (1999). Spray dried products-characterization of particle morphology. *Trans IChemE* 77(A), 21-38.
- Wang, Y., Li, D., Chen, X., Mao, Z., Wang, L. y Özkan, N. (2008). Effect of flaxseed gum addition on rheological properties of native maize starch. *Journal of Food Engineering* 89(1), 87-92.
- Xuewu, Z., Xin, L., Dexiang, G., Wei, Z., Tong, X. y Yonghong, M. (1996). Rheological models for xanthan gum. *Journal of Food Engineering* 27(2), 203-209.
- Yáñez-Fernández, J., Salazar Montoya, J.A., Chaires Martínez, L.J., Jiménez Hernández, M., Márquez Robles, M. y Ramos Ramírez, E.G. (2002). Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Avance y Perspectiva* 21, 313-319.
- Yaseen, E.I., Herald T.J., Aramouni, F.M. y Alavi, S. (2005). Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International* 38, 111-119.
- Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z. y Mousavi, M.S. (2011). Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (*Punica Granatum L.*). *Journal of Food Science and Technology* 48, 677- 684.
- Zhang, K.Y., Yan, F., Keen, C.A. y Waldroup, P.W. (2005). Evaluation of microencapsulated essential oils and organic acids in diets for broiler chickens. *International Journal of Poultry Sciences* 4(9), 612-619.

Artículos Publicados

1. Artículo: Rheological parameters of xanthan gum/pectin solutions as a function of temperature and composition.

Soto-Caballero, M.C., Valdez-Fragoso, A., Salinas-López, A.N., Welti-Chanes, J., Verardo V. y Mújica-Paz, H. (2016). Rheological parameters of xanthan gum/pectin solutions as a function of temperature and composition. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 15(3), 859-868.

**RHEOLOGICAL PARAMETERS OF XANTHAN GUM / PECTIN SOLUTIONS AS A FUNCTION OF TEMPERATURE AND COMPOSITION****PARÁMETROS REOLÓGICOS DE SOLUCIONES DE GOMA XANTANA / PECTINA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA Y COMPOSICIÓN**M.C. Soto-Caballero¹, A. Valdez-Fragoso^{1*}, A.N. Salinas-López¹, J. Welte-Chanes¹, V. Verardo², H. Mújica-Paz^{1*}¹Tecnologico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L. México, 64849.²Department of Chemistry and Physics (Analytical Chemistry Area) and Research Centre for Agricultural and Food Biotechnology (BITAL), Agrifood Campus of International Excellence, ceiA3, University of Almería, Carretera de Sacramento s/n, E-04120 Almería, Spain

Received May 24, 2016; Accepted August 9, 2016

Abstract

The rheological behavior of individual solutions and blends of xanthan gum (0.1 to 0.5 %) and pectin (1.6 to 2.0 %) was studied at 25, 50 and 75 °C using a D-optimal mixture experimental design. Pectin and xanthan gum solutions were found to be Newtonian and non-Newtonian fluids, respectively. The effect of the temperature on the viscosity of pectin solutions and the consistency index (K) of xanthan gum were modeled by the Arrhenius equation. The xanthan gum/pectin mixtures predominantly behaved as pseudoplastic fluids and were described by the power law model. Mathematical models were developed to predict the flow behavior index and the consistency index as a function of the blends composition, at the studied temperature. The activation energy of flow was expressed in terms of the concentrations of the components of the mixtures. The obtained mathematical models are useful for predicting the rheological parameters of pectin and xanthan gums blends and for evaluating possible applications.

Keywords: xanthan gum, pectin, xanthan gum/pectin mixtures, flow behavior index, consistency index, activation energy.

Resumen

Se estudió el comportamiento reológico de soluciones individuales y mezclas de goma xantana (0.1-0.5 %) y pectina (1.6-2.0 %) a 25, 50 y 75 °C, mediante un diseño experimental de mezclas D-óptimo. Las soluciones de pectina y de goma de xantana mostraron un comportamiento newtoniano y no newtoniano, respectivamente. El efecto de la temperatura sobre la viscosidad de soluciones de pectina y el índice de consistencia (K) de las soluciones de goma xantana se modeló mediante la ecuación de Arrhenius. Las mezclas de goma xantana/pectina se comportaron predominantemente como fluidos pseudoplásticos y se describieron por el modelo de la ley de la potencia. El índice de comportamiento de flujo y el índice de consistencia se modelaron en función de la composición de las mezclas, a las temperaturas estudiadas. La energía de activación de flujo se expresó en función de la concentración de los componentes de la mezcla. Los modelos matemáticos obtenidos son de utilidad para predecir los parámetros reológicos de mezclas de pectina y goma xantana y para evaluar posibles aplicaciones.

Palabras clave: goma xantana, pectina, mezclas de goma xantana/pectina, índice de comportamiento de flujo, índice de consistencia, energía de activación.

1 Introduction

The extensive use of hydrocolloids, highly hydrophilic polymers, is partially due to their capacity to modify the rheological properties of aqueous food systems (Saha and Bhattacharya, 2010; Li and Nie 2016; Juszczak *et al.*, 2004).

Along with ionic strength, pH, electrical

charge, degree of dispersion, molecular weight, chemical structure, and methods of preparation, the temperature and composition affect the rheological characteristics of the hydrocolloids (Casas *et al.*, 2000; Casas-Alencáster and Pardo-García, 2005). The composition, concentration, type and nature of the

* Corresponding authors. E-mail: h.mujica@itesm.mx, a.valdez@itesm.mx
Telephone: +52 (818) 3581400, ext 4854

Soto-Caballero *et al.*/ Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 15, No. 3 (2016) 859-868

hydrocolloids are the first variables to be considered for preparing a solution with specific rheological properties (Casas *et al.*, 2000).

Some hydrocolloids like arabic gum, give low viscosities at relatively high concentrations (30 %), but a similar range of viscosities can be obtained with carboxymethylcellulose or xanthan gum at low concentrations (~1 %) (Sanchez *et al.*, 2002). On the other hand, highly viscous dispersions can be formed with guar gum (6000-7500 mPas), locus bean gum (3500 mPas), gum tragacanth (4000 mPas), at only 1 % solids (Sittikijyothin *et al.*, 2005).

It has been observed that the combination of hydrocolloids can lead to enhanced viscosity of the solutions (Saha and Bhattacharya, 2010). For instance, xanthan gum/guar gum and xanthan gum/locus bean mixtures solutions showed a higher combined viscosity (> 3200 mPa; > 1000 mPa) than the viscosity of their individual solutions, at 25 °C (Casas *et al.*, 2000). A synergistic interaction has also been reported for hydroxypropyl guar gum/carboxymethyl cellulose and guar gum/pectin blends (Zhang and Kong, 2006; Satyamaiah *et al.*, 2014).

The rheological characterization of different hydrocolloid blends is a fundamental part in the development of new food formulations and products. This study is focused on determining the rheological parameters of xanthan gum and pectin solutions and their blends as a function of concentration and temperature.

2 Materials and methods

2.1 Raw material and mixtures preparation

Citrus pectin with 69 % of esterification (DEQ, Mexico), xanthan gum (G1253-Sigma-Aldrich, USA) and distilled water were used for experimentation.

A set of aqueous mixtures of pectin (1.6-2.0 %, w/w), and xanthan gum (0.1-0.5 %, w/w) were prepared, as detailed in Table 1, at 60 °C under constant stirring (350 rpm) on a heating plate (Cimarec, Thermo Scientific, USA). Then, solutions were homogenized, and air bubbles were removed by ultrasound at 35 kHz for 30 min (Ultrasonic bath VWR, China). Individual solutions of xanthan gum (0.1 and 0.5 %, w/w) and pectin (1.6 and 2.0 %, w/w) were prepared under the same conditions. The pH of the solutions of pectin, xanthan gum, and its mixtures was measured using a pH-Meter Orion 3 Star (Thermo Scientific, USA).

Table 1. Composition of the aqueous mixtures of pectin and xanthan gum

Mixture	C _{XG} (%)	C _P (%)	C _W (%)
1	0.10	2.00	97.90
2	0.50	1.60	97.90
3	0.43	1.93	97.63
4	0.50	2.00	97.50
5	0.10	2.00	97.90
6	0.37	1.87	97.77
7	0.30	2.00	97.70
8	0.50	2.00	97.50
9	0.30	1.80	97.90
10	0.30	1.80	97.90
11	0.50	1.80	97.70
12	0.33	1.93	97.73
13	0.50	1.80	97.70
14	0.50	1.60	97.90
15	0.23	1.93	97.83
16	0.43	1.73	97.83

C_{XG} - xanthan gum concentration, C_P - pectin concentration and C_W - water concentration. All concentrations were expressed in % (w/w)

2.2 Experimental design

A D-optimal experimental mixture design (Design-Expert 7, version 7.1.5) was used to define the concentration levels of the mixtures components (Table 1) and to carry out the statistical analysis of the results. A distinctive characteristic of the selected experimental design is that the mixture components cannot be changed independently since their sum must be equal to 100 %. This means that the mixture factors are expressed as a fraction of the total amount, and their experimental ranges are between 0 and 100 % (Mura *et al.*, 2005).

2.3 Rheological parameter measurements

The rheological measurements of individual solutions of pectin and xanthan gum, and of their mixtures were performed in a rheometer (MCR XX1, Anton Paar, Austria), using a parallel plate device of 50 mm diameter (1 mm gap). A linear scale flow test was applied varying shear rate ($\dot{\gamma}$) from 0-300 s⁻¹, at 25, 50 and 75 °C. For each solution, the tests were run randomly and replicated three times. The power law model was used to describe the rheological properties of xanthan gum solutions and pectin-xanthan gum mixtures, Eq. (1) (Guerra-DellaValle *et al.*, 2009). Solutions containing only pectin were analyzed using a Newtonian model, Eq. (2) (Wang *et al.*, 2008; Marcotte *et al.*, 2001a).

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

$$\mu = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (2)$$

where τ is the shear stress (Pa), K is the consistency index (Pa sⁿ), n is the flow behavior index (dimensionless), $\dot{\gamma}$ is the shear rate (s⁻¹) and μ is the viscosity (Pa s).

2.4 Activation energy of flow

The effect of temperature on the consistency index (K) was determined with the linearized Arrhenius equation, Eq. (3) (Ramírez-Arreola *et al.*, 2006).

$$\ln K = \ln A - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T_a} \quad (3)$$

where K is the consistency index (Pa sⁿ), A is the pre-exponential factor (Pa sⁿ), E_a is the activation energy of flow (kJ mol⁻¹), R is the universal gas constant (8.314 J mol⁻¹K⁻¹) and T_a is the absolute temperature (K).

3 Results and discussion

3.1 Rheological properties of individual solutions of pectin and xanthan gum

Pectin aqueous solutions

Aqueous solutions containing 1.6 and 2.0 % of pectin had a pH of 3.04 ± 0.00, similar to pH= 2.80 ± 0.04 reported by Yaseen *et al.* (2005) for a pectin solution (concentration not specified). At the three studied temperatures, pectin solutions behaved as Newtonian fluids, the rheogram (Fig. 1) clearly shows that the shear stress is proportional to the shear rate. These results are consistent with those reported for citrus pectin solutions with concentrations of 1.0 and 2.0 % (Baümler *et al.*, 2013). On the contrary, it has been reported that citrus pectin solutions above 0.4 % (Methacanon *et al.*, 2014) and between 1 and 5 % (Marcotte *et al.*, 2001a), did not display Newtonian behavior. These contrasting results could be related to the molecular weight, degree of esterification and extraction conditions of the pectin (Sriamornsak,

2003). Larger number of interactions between pectin molecules with water results in a greater expansion of the molecules and the formation of large three-dimensional networks, which favors non-Newtonian behavior (Sato *et al.*, 2008).

As shown in Table 2, the viscosity of pectin solutions increased with rising concentration and decreased with increasing temperature. The effect of the concentration could be due to the intermolecular forces and strength of water-solute hydrogen bonds that restrict the molecular motion (Constenla *et al.*, 1989). When high pectin amount is dissolved in water, the viscosity rises because of the increment in hydrogen bonding with pectin hydroxyl groups (Azoubel *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2009). Moreover, the most significant change in viscosity was observed when the temperature increased from 25 to 50 °C. These changes could be attributed to a more pronounced variation in the intermolecular separation, caused by a greater thermal expansion (Guimarães *et al.*, 2009).

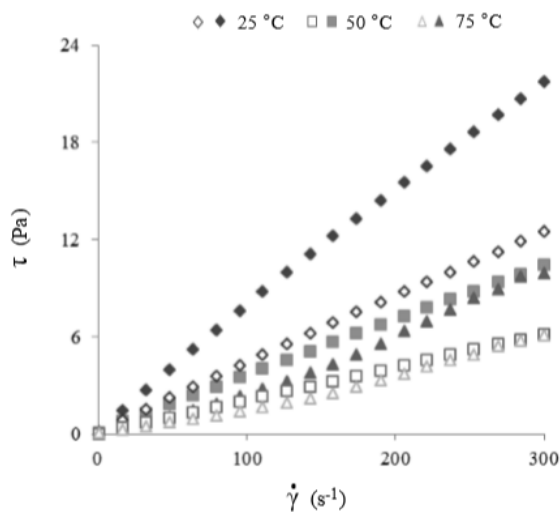


Fig. 1. Rheograms of aqueous solutions of pectin at different temperature and concentration (1.6 % - open symbols; 2.0 % - filled symbols). Shear stress (τ) and shear rate ($\dot{\gamma}$).

Table 2. Viscosity at different concentration and temperature, and activation energy of aqueous solutions of pectin

C _p (%w/w)	μ* (Pa s)			E _a (kJ mol ⁻¹)	R ² _{adj}
	25 °C	50 °C	75 °C		
1.6	0.041±0.00	0.020±0.00	0.019±0.00	13.71	0.834
2.0	0.071±0.00	0.034±0.00	0.033±0.00	13.68	0.815

C_p- pectin concentration, μ - viscosity, E_a- activation energy of flow, R²_{adj}- adjusted coefficient of determination. *Mean and standard deviation of 3 values.

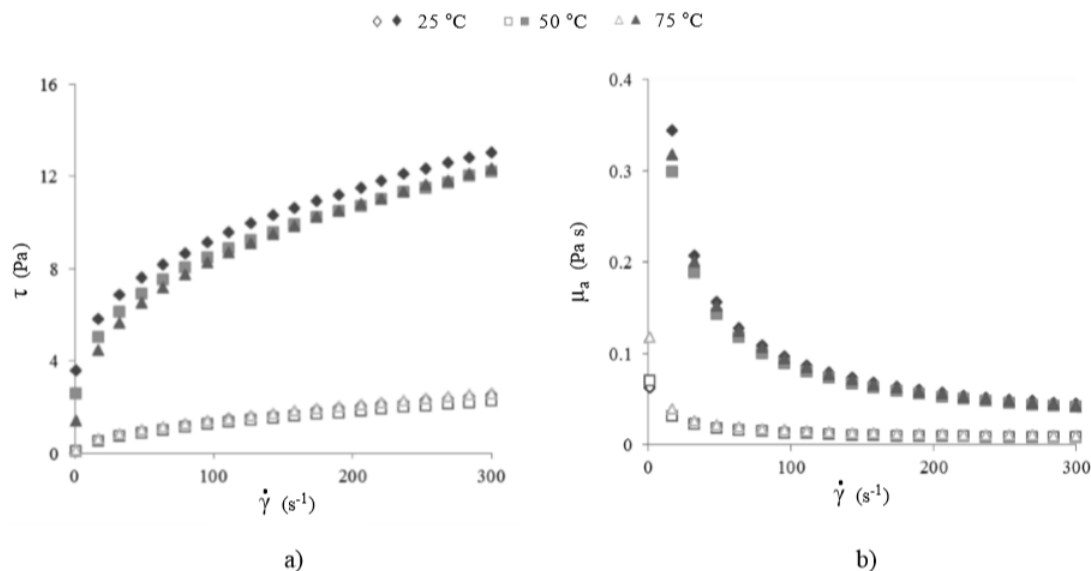


Fig. 2. Dependence of a) shear stress (τ) and b) apparent viscosity (μ_a) on shear rate ($\dot{\gamma}$) of aqueous solutions of xanthan gum at different temperature and concentration (0.1 % - open symbols; 0.5 % - filled symbols).

Table 3. Power-law parameters at different concentration and temperature and, activation energy of aqueous solutions of xanthan gum

	C_{xG} (%w/w)	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)			E_a (kJ mol^{-1})	R^2_{adj}
		25	50	75		
n^*	0.1	0.52 ± 0.00	0.57 ± 0.01	0.63 ± 0.00	-3.61	0.988
	0.5	0.24 ± 0.00	0.27 ± 0.00	0.38 ± 0.00	-7.91	0.902
K^* (Pa s^n)	0.1	0.13 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.06 ± 0.00	13.47	0.995
	0.5	3.17 ± 0.00	2.57 ± 0.09	1.43 ± 0.04	13.71	0.906

C_{xG} - xanthan gum concentration, n - flow behavior index, K - consistency index, E_a - activation energy of flow, R^2_{adj} - adjusted coefficient of determination. *Mean and standard deviation of 3 values.

The temperature dependency of the pectin solutions viscosity was modeled by the Arrhenius equation (Table 2). The activation energy values (13.71 , $13.68 \text{ kJ mol}^{-1}$) indicate a similar temperature sensitivity of the 1.6 and 2 % pectin solutions. High activation energies were reported in 1 and 3 % citrus pectin solutions (19.7 and 33.4 kJ mol^{-1}) and 1.4 % grapefruit pectin solution ($15.77 \text{ kJ mol}^{-1}$) (Marcotte *et al.*, 2001a; Arslan and Tođru1, 1996). These discrepancies could be due to the type of pectin and particular experimental conditions (Lopes da Silva *et al.*, 1994).

3.2 Xanthan gum aqueous solutions

In the experimental temperature range, the pH of the 0.1 % and 0.5 % xanthan gum solutions was $6.58 \pm$

0.21 and 5.85 ± 0.04 , respectively. For similar gum concentrations Yaseen *et al.* (2005) reported a pH= 4.24, at $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Solutions of xanthan gum showed a rheology of pseudoplastic fluid (Fig. 2a); therefore, its apparent viscosity decreased with increasing shear rate from 0 to 300 s^{-1} (Fig. 2b) at the studied temperatures. Similar behavior was observed in 0.5 to 1.3 % xanthan gum solutions (Speers and Tung, 1986; Xuewu *et al.*, 1996).

The rheological behavior of xanthan gum solutions was modeled with the power law equation, Eq. (1). The flow behavior index (n) of the solutions decreased when the xanthan gum concentration passed from 0.1 to 0.5 % (Table 3). This reduction in the n values implies a tendency towards a pseudoplastic behavior of the xanthan gum solutions. Marcotte *et al.* (2001b)

observed the same trend in more concentrate xanthan gum solution (2 %) at temperatures between 20 and 80 °C. The effect of xanthan gum concentration on pseudo plasticity could be attributed to the dissociation of the carbonium ions of the side chains of the gum and the formation of aggregates through numerous hydrogen bonds (Sworn, 2009).

Regarding the consistency index (K) of xanthan gum solutions (Table 3), it can be observed that it increased with concentration. A 0.5 % xanthan gum solution exhibited the highest K value (3.17 Pa sⁿ) at 25 °C, which is four times lower than the reported for a 1 % xanthan gum solution (12.46 Pa sⁿ) at 20 °C (Tipvarakarnkoon and Senge 2008).

The relationship between the temperature and the rheological parameters (flow behavior index and the consistency index) of xanthan gum solutions were modeled by the Arrhenius equation ($R^2 > 0.900$), as shown in Table 3. The low activation energy values obtained for the flow behavior index indicate that the temperature has not influenced on this parameter. Meanwhile, the E_a was concentration dependent as previously reported by Speers and Tung (1986).

The sensitivity to the changes of temperature of both xanthan gum samples was of similar magnitude, according to the obtained activation energy values ($E_a = 13.47$ and 13.71 kJ mol⁻¹). The response of K to the rise of temperature from 25 to 75 °C could be associated with the transition from a five-fold helical structure, stabilized by intermolecular and intramolecular hydrogen bonds, to a random coil structure with a limited number of hydrogen bonds (Khouryieh et al., 2006).

3.3 Xanthan gum and pectin mixtures

In average, the pH of the 16 mixtures was 3.27 ± 0.09 , which is between the pH values of the individual solutions of pectin (pH= 3.04) and xanthan gum (pH= 5.85 and 6.58). The pH values of the mixtures seem to be influenced by the greater proportion of pectin in the blends.

At the studied experimental conditions, the pectin-xanthan gum mixtures displayed a non-Newtonian character, which was found to be described by the power law. The obtained consistency index and flow behavior index were analyzed according to the D-optimal experimental mixture design (Design-Expert 7, version 7.1.5), to fit the appropriate model, to test it for goodness of fit (R^2) and to verify the adequacy of the regression model in terms of a lack-of-fit test through the ANOVA (not shown).

3.4 Statistical analysis of rheological parameters

Table 4 summarizes the obtained equations to predict the flow behavior index and the consistency index as a function of the mixtures composition, at 25, 50 and 75 °C. It can be seen that the flow behavior index varied linearly with the concentration of the components. As for the consistency index, it was also significantly affected by the concentration linear terms of xanthan gum and pectin, and the interaction $C_{XG} - C_P$ ($p < 0.05$).

Table 4. Predictive equations for flow behavior index and consistency index of mixtures of xanthan gum and pectin at different temperatures

T (°C)	Equations	R^2_{adj}
Flow behavior index		
25	$n = -0.52 C_{XG} + 0.03 C_P + 9.3 \times 10^{-3} C_W$	0.979
50	$n = -0.31 C_{XG} + 0.08 C_P + 7.9 \times 10^{-3} C_W$	0.892
75	$n = -0.36 C_{XG} + 0.02 C_P + 9.8 \times 10^{-3} C_W$	0.661
Consistency index (Pa sⁿ)		
25	$K = 381.54 C_{XG} - 107.36 C_P - 0.04 C_W - 2.62 C_{XG} C_P - 3.82 C_{XG} C_W + 1.11 C_P C_W$	0.986
50	$K = 106.92 C_{XG} + 121.37 C_P + 0.04 C_W - 1.78 C_{XG} C_P - 1.07 C_{XG} C_W - 1.26 C_P C_W$	0.929
75	$K = 140.46 C_{XG} - 5.19 C_P + 2.0 \times 10^{-3} C_W - 0.58 C_{XG} C_P - 1.42 C_{XG} C_W + 0.05 C_P C_W$	0.739

T - temperature (°C), R^2_{adj} - adjusted coefficient of determination; C_{XG} - xanthan gum concentration, C_P - pectin concentration and C_W - water concentration. All concentrations were expressed in % (w/w)

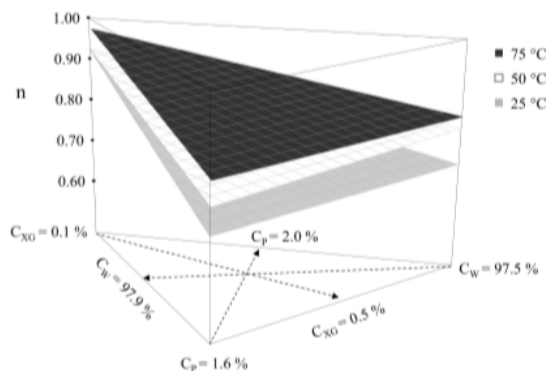


Fig. 3. Flow behavior index (n) of aqueous xanthan gum-pectin mixtures as a function of temperature and concentration of xanthan gum (C_{XG}), pectin (C_P) and water (C_W).

3.5 Flow behavior index (n)

The predicted flow behavior index for mixtures is presented in Fig. 3. The arrows shown in the lower part of the figure indicate how to move along the concentration axes to locate and read the n values. For example, at 75 °C, a solution containing 1 % xanthan gum, 2.0 % pectin, and 97.9 % has a behavior index of 0.98.

The n values of the mixtures varied from 0.70 to 0.92, 0.76 to 0.92 and 0.82 to 0.98 at 25, 50 and 75 °C, respectively. According to the flow behavior index values ($n < 1$), the aqueous xanthan gum-pectin mixtures had a predominating pseudoplastic character, which emphasizes the significant influence of the xanthan gum, despite being in lower concentration.

It has been observed that the thickening power of hydrocolloid compounds such as pectin and xanthan gum depends on its concentration and molecular weight (Saha and Bhattacharya, 2010). Therefore, as the xanthan gum has a molecular weight of around 6000 kDa (Argin-Soysal *et al.*, 2006), it would have a more significant role on the rheological behavior of the mixtures than pectin, which has a molecular weight between 50 and 150 kDa (Sriamornsak, 2003). Similar effect of xanthan gum was observed in mixtures of xanthan gum-rice starch (Kim and Yoo, 2006).

Considering the n values of the xanthan gum solutions (0.24 - 0.63, Table 3), the pectin-xanthan gum mixtures exhibit a lower pseudoplastic character, since n ranged from 0.70 to 0.95. This could be related to a reduction in the interaction of xanthan gum with water due to the presence of pectin in the mixture, which has greater charge density (0.3 mol/mol) than xanthan gum (0.25 mol/mol) (de Jong and van de

Velde, 2007).

Regarding the effect of temperature, the mixtures of xanthan gum-pectin approached to a Newtonian behavior (Fig. 3) as temperature increased. It could be hypothesized that at low temperatures (~ 25 °C) xanthan gum has an helical form but it would change to an heterogeneous structural conformation at higher temperatures (> 55 °C) (Khouryieh *et al.*, 2006; Casas *et al.*, 2000).

3.6 Consistency index (K)

The consistency index, considered as an indicator of the viscous nature of the system (Simuang *et al.*, 2004), increased with the concentration of the hydrocolloids and decreased with rising temperature (Fig. 4). Both factors influence in opposite direction the intermolecular forces, whose extent is determined directly by the intermolecular spacing and the hydrogen-bonds strength (Azoubel *et al.*, 2005). A similar effect was observed in mixtures of tapioca starch-pectin-carrageenan and flaxseed gum-native maize starch (Babić *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2008). It should be noted that higher xanthan gum concentrations imply lower pectin concentrations in the mixture.

The mixtures consistency index varied from 0.04 - 0.75 Pa s^n , over the studied temperature range. There is an important difference between these K values and those obtained for the xanthan gum solution at the concentration of 0.5 % (Table 3, Fig. 4). At this concentration, xanthan gum is essentially a pseudoplastic fluid, but this characteristic is attenuated when mixed with pectin. A higher consistency index reduction was observed in tomato ketchup after addition of pectin (Gujral *et al.*, 2002). This change may be partially ascribed to the weakened potential of the gum to absorb water, as a result of the pH change.

The aqueous mixtures of xanthan gum and pectin could be used in edible films elaboration (Baümler *et al.*, 2013), food and pharmaceutical formulation (Gujral *et al.*, 2002; Sriamornsak, 2003) and as encapsulating material (Sansone *et al.*, 2011; Rutz *et al.*, 2013).

3.7 Activation energy of flow (E_a)

The temperature sensitivity of the consistency index of the mixtures was assessed by the Arrhenius model (Eq. 3). The resulting E_a values of the 16 blends were analyzed with the Design-Expert 7 software, and

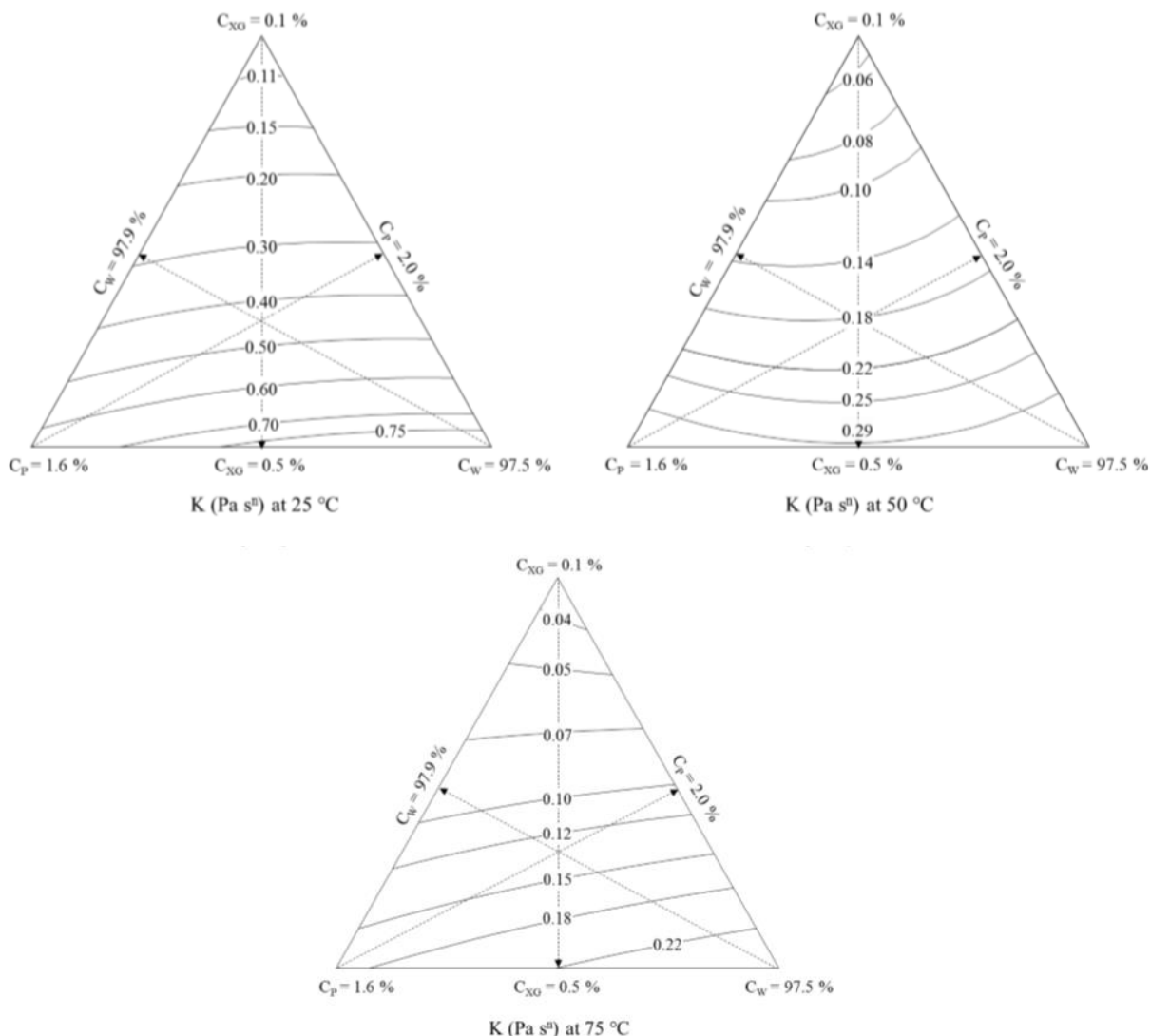


Fig. 4. Consistency index (K) of aqueous xanthan gum-pectin mixtures as a function of temperature and concentration of xanthan gum (C_{XG}), pectin (C_P) and water (C_W).

a polynomial model was developed for predicting E_a as a function of the blend composition (Eq. 4, $R^2_{adj} = 0.950$). The linear terms and the interactions $C_{XG} - C_P$ and $C_P - C_W$ showed a significant effect ($p < 0.05$) on E_a . The activation energy of flow was not significantly ($p > 0.05$) influenced by the $C_{XG} - C_W$ interaction.

$$E_a = 1731.1C_{XG} - 14407.4C_P - 6.6C_W - 92.9C_{XG}C_P - 13.1C_{XG}C_W + 150.5C_PC_W \quad (4)$$

where E_a is the activation energy of flow (kJ mol^{-1}) and C_{XG} , C_P , and C_W are the respective concentration of xanthan gum, pectin, and water (%).

This polynomial model is an important engineering tool since in combination with the Arrhenius relationship (Eq. 3) allows to determine the consistency index of the xanthan-pectin mixtures at a particular composition and temperature, within the studied experimental conditions.

The predicted activation energies of xanthan gum-pectin mixtures ranged from 17 to 25 kJ mol^{-1} (Fig. 5). These E_a values were higher than those reported for xanthan gum-rice starch mixtures (3.77 - 7.53 kJ mol^{-1}) (Kim and Yoo, 2006). A decrease in the E_a of the blends with increasing xanthan gum concentration

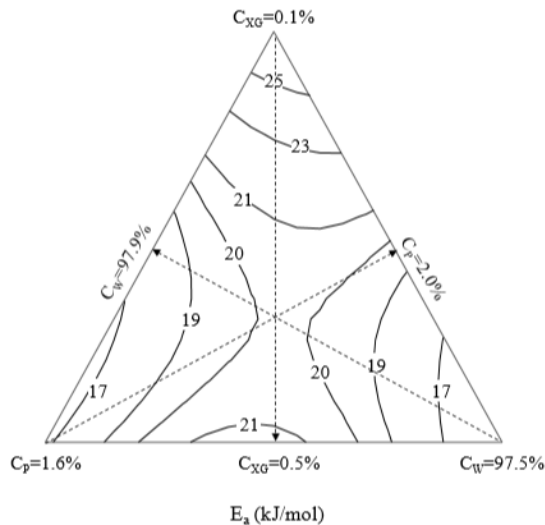


Fig. 5. Activation energy of flow (E_a) of aqueous mixtures of xanthan gum-pectin as a function of concentration of xanthan gum (C_{XG}), pectin (C_P) and water (C_W).

was observed, which is consistent with the reported thermal stability of the xanthan gum (Choi and Yoo, 2009). According to the high energy of activation, the xanthan gum-pectin mixtures are more temperature-dependent than the individual solutions of the gum (Table 3).

Conclusions

The aqueous xanthan gum-pectin mixtures showed a pseudoplastic behavior, described by the power law model. The behavior and consistency indexes of xanthan gum solution were influenced by concentration but not by temperature. Temperature dependency of the pectin viscosity solutions and consistency indexes of the solutions of xanthan gum/pectin-gum mixtures followed the Arrhenius model. Polynomial models were developed to predict the behavior index and the consistency index of the xanthan gum-pectin solutions as a function of composition, at a given temperature. Quantitative relationships between the activation energy and concentration and temperature of the mixtures were developed.

Acknowledgments

Research support was provided by the Cátedra de Tecnologías Emergentes of Tecnológico de Monterrey.

M.C. Mayra Cristina Soto-Caballero thanks to CONACyT México for the doctoral scholarship.

References

- Argin-Soysal, S., Kofinas, P. and Lo, M. (2006). Effect of complexation conditions on xanthan-chitosan polyelectrolyte complex gels. *Food Hydrocolloids* 23, 202-209.
- Arslan, N. and Toğrul, H. (1996). Filtration of pectin extract from grapefruit peel and viscosity of pectin solutions. *Journal of Food Engineering* 27, 191-201.
- Azoubel, P.M., Cipriani, D.C., El-Aouar, A.A., Antonio, G.C. and Murr, F.E.X. (2005). Effect of concentration on the physical properties of cashew juice. *Journal of Food Engineering* 66, 413-417.
- Babić, J., Šubarić, D., Ačkar, D., Piližota, V. Kopjar, M. and Tiban, N. (2006). Effects of pectin and carrageenan on thermophysical and rheological properties of tapioca starch. *Czech Journal of Food Sciences* 24, 275-282.
- Bäumler, E.R., Carelli, A. A. and Martini, S. (2013). Physical properties of aqueous solutions of pectin containing sunflower wax. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 90, 791-802.
- Casas, J.A., Mohedano, A.F. and García-Ochoa, F. (2000). Viscosity of guar gum and xanthan/guar gum mixture solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80, 1722-1727.
- Casas-Alencáster, N.B. and Pardo-García, D.G. (2005). Texture profile analysis and stress relaxation properties of crosslinked waxy maize starch-gellan mixed gels. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 4, 107-121.
- Choi, H.M. and Yoo, B. (2009). Steady and dynamic shear rheology of sweet potato starch-xanthan gum mixtures. *Food Chemistry* 116, 638-643.
- Constenla, D.T., Lozano, J.E. and Crapiste, G.H. (1989). Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. *Journal Food Science* 54, 663-668.
- de Jong, S. and van de Velde, F. (2007). Charge density of polysaccharide controls

Curriculum Vitae



Mayra Cristina Soto Caballero nació en la ciudad de Delicias Chihuahua, el 15 de mayo de 1984. En el 2007 obtuvo el título de Ingeniero Químico opción alimentos, en la Universidad Autónoma de Chihuahua. En esa misma institución obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ciencia y Tecnología de los alimentos. Durante la maestría realizó una estancia de investigación en la Universidad de Bolonia, Italia (UNIBO) y posteriormente un proyecto de investigación SPINNER con una beca otorgada por el Gobierno Italiano.

En el 2008 fue acreedora al Premio Chihuahua en Ciencia y Tecnología otorgado por el Gobierno del Estado de Chihuahua por el trabajo: “La tecnología de pulsos de vacío-deshidratación-impregnación como alternativa eficiente y multifuncional para el procesamiento de manzana, membrillo y chile cherry enteros”. Así mismo, en el 2009 fue finalista al Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, categoría profesional, con el trabajo “Efecto de los pulsos de vacío sobre la actividad de polifenoloxidasas y pectinmetilesterasa en membrillo osmodeshidratado”.

En el 2010 trabajó como profesionista de apoyo en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Monterrey y en enero del 2011 fue aceptada en el programa doctoral de Biotecnología en esa misma institución. En el periodo de enero-diciembre 2015 fue profesora de cátedra en la Universidad TecMilenio campus Las Torres. Mayra ha participado en congresos nacionales e internacionales y cuenta con publicaciones en revistas indexadas y arbitradas, las cuales se enlistan a continuación:

- Rheological parameters of xanthan gum/pectin solutions as a function of temperature and composition. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. (2016).15(3), 859-868.
- Quick hydration of tepary (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) and pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) driven by pressure gradients. *LWT-Food Science and Technology*. (2014). 59, 800-805.
- Effects of power ultrasound on immersion freezing parameters of potatoes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. (2013). 18, 120-125.
- Pickling variables effect on mass transfer, stability and quality parameters of piquín pepper. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. (2013). 12:1, 1-10.

Este documento fue escrito con Microsoft Word por Mayra Cristina Soto Caballero

