



ESPESANTES COMERCIALES UTILIZADOS POR PACIENTES CON DISFAGIA: COMPORTAMIENTO REOLÓGICO Y ESTRUCTURAL EN DIFERENTES MATRICES ALIMENTARIAS

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Nombre del alumno
Amparo Moret Tatay

Directoras
M^a Isabel Hernando Hernando
M^a Jesús Hernández Lucas

Centro
E.T.S.I.A.M.N.

ESPESTANTES COMERCIALES UTILIZADOS POR PACIENTES CON DISFAGIA: COMPORTAMIENTO REOLÓGICO Y ESTRUCTURAL EN DIFERENTES MATRICES ALIMENTARIAS

A. Moret-Tatay, I. Hernando¹, M.J. Hernandez².

RESUMEN

La disfagia se entiende como la dificultad o incapacidad para deglutir líquidos, por lo que éstos deben ser espesados para evitar riesgos de aspiración y asegurar la hidratación del paciente. En este trabajo se analizaron dos espesantes comerciales de diferente composición, comúnmente usados en hospitales españoles: Nutilis® y Resource®, a dos concentraciones correspondientes a las consistencias de néctar-jarabe y pudding. Las medidas reológicas y las observaciones microscópicas de los espesantes disueltos en agua revelaron diferencias estructurales debidas a la sustitución de parte del almidón por gomas naturales. Al ser disueltos en otras matrices alimentarias (leche entera, zumo de manzana y zumo de tomate) se encontraron interacciones estadísticamente significativas con el tipo de espesante tanto en los parámetros viscoelásticos como en los de flujo. Las mayores diferencias se observan a la concentración más baja en leche y zumo de manzana para el espesante Nutilis®, que dieron lugar a pastas con una viscosidad inicial menor que en el agua, así como valores de tangente de pérdidas correspondientes a fluidos menos estructurados. A nivel microscópico, se observó que la matriz formada por los gránulos hinchados de almidón estaba interrumpida por la presencia de gomas. Para la mayor cantidad de espesante considerada la estructura se volvió más continua independientemente de la matriz utilizada y se redujeron las diferencias en la viscoelasticidad entre las muestras.

PALABRAS CLAVE: Disfagia, espesantes, almidón, gomas, leche, zumos, reología, microestructura.

RESUM

La disfàgia s'entén com la dificultat o incapacitat per a deglutir líquids, per la qual cosa aquests han de ser espessits per a evitar riscos d'aspiració i assegurar la hidratació del pacient. En aquest treball es van analitzar dos espesants comercials de diferent composició, comunament utilitzats en hospitals espanyols: Nutilis® i Resource®, a dues concentracions

¹ Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n 46022, Valencia (Spain)

² Departament de Física de la Terra i Termodinàmica. Fac. Física i Farmàcia. UVEG, Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot, Valencia (Spain)

corresponents a les consistències de nèctar-xarop i pudding. Les mesures reològiques i les observacions microscòpiques dels espessants dissolts en aigua mostraren diferències estructurals degudes a la substitució de part del midó per gomes naturals. En ser dissolts en altres matrius alimentàries (aigua, llet sencera, suc de poma i suc de tomaca) es van trobar interaccions estadísticament significatives amb el tipus d'espessant tant en els paràmetres viscoelàstics com en els de flux. Les diferències més grans es van observar a la concentració més baixa de l'espessant Nutilis® en llet i suc de poma, ja que es van formar pastes amb una viscositat inicial menor que en l'aigua, i amb valors de tangent de pèrdues corresponents a fluids menys estructurats. A nivell microscòpic, es va observar que la matriu formada pels grànuls inflats de midó estava interrompuda per la presència de gomes. Per a la major quantitat d'espessant considerada, l'estructura es va tornar més contínua independentment de la matriu utilitzada i es van reduir les diferències en la viscoelasticitat entre les mostres.

PARAULES CLAU: Disfàgia, espesant, midó, gomes, llet, sucs, reologia, microestructura.

ABSTRACT

Dysphagia is defined as a difficulty or inability to swallow liquids, so they must be thickened to prevent aspiration risks and ensure hydration of the patients. In this paper two commercial thickeners with different composition, commonly used in Spanish hospitals: Nutilis® and Resource®, were examined. Two different concentrations corresponding to nectar-syrup and pudding consistencies were considered. Rheological measurements and microscopic observations of the thickeners dissolved in water, revealed structural differences due to a partial replacement of starch by natural gums. Statistically significant interactions between thickener type and food matrix were found in both viscoelastic and flow parameters when thickeners were dissolved in other liquids (whole milk, apple juice and tomato juice). The greatest differences were observed at the lowest concentration of Nutilis® when dissolved in milk and apple juice. Resulting pastes had lower zero viscosity values than the ones corresponding to the thickener dissolved in water, and their loss tangent values corresponded to less structured fluids. At the microscopic level, gums concentration resulted in the disruption of the matrix formed by swollen starch granules. For the largest amount of thickener the structure became more continuous, regardless of the matrix employed, and differences between viscoelasticity of the samples were reduced.

KEYWORDS: Dysphagia, thickeners, starch, gums, milk, juices, rheology, microstructure.

INTRODUCCIÓN

La disfagia se entiende como la dificultad o incapacidad para deglutir alimentos líquidos. Se trata de un síntoma altamente prevalente que puede deberse a múltiples procesos patológicos, tanto estructurales como funcionales, y localizarse a nivel orofaríngeo o esofágico (Velasco et al., 2007).

La disfagia puede ocasionar en el paciente asfixia o aspiración al deglutir líquidos, alimentos sólidos finos e incluso en casos extremos la propia saliva, por lo que es necesario espesar los líquidos antes de ingerirlos (Nishinari et al., 2011; Funami et al., 2012). Los almidones modificados de maíz se emplean ampliamente en los espesantes comerciales, aunque en los últimos años se utilizan cada vez más las mezclas de gomas naturales (Sopade et al., 2007; Cichero, 2013).

Según ponen de manifiesto diversos estudios, los espesantes comerciales utilizados en el tratamiento de la disfagia presentan propiedades diferentes al ser dispersados en diferentes líquidos como agua, café, leche o zumos. La viscosidad medida y los atributos sensoriales percibidos en cuanto a textura dependen del tipo de espesante y del líquido base (Pelletier, 1997; Lottong et al., 2003; Mertz Garcia, 2005; Matta et al., 2006; Sopade et al., 2008a; Sopade et al., 2008b; Cho et al., 2012). Todos estos autores coinciden en sugerir que estas diferencias en las propiedades mecánicas pueden ser debidas a las interacciones de las macromoléculas de los espesantes con los componentes de los líquidos espesados.

El objetivo de este trabajo fue analizar la estructura y la viscoelasticidad de dos espesantes comerciales con diferente composición, Nutilis® y Resource®, dispersados en distintas matrices alimentarias: agua, leche entera, zumo de manzana y zumo de tomate. Se consideraron dos concentraciones que se corresponden con las consistencias extremas (néctar-jarabe y pudding) utilizadas generalmente en el tratamiento de la disfagia (Steele y Cichero, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias Primas

Se analizaron dos espesantes comerciales, Nutilis® y Resource®, facilitados por los distribuidores Danone y Nestlé, respectivamente, al Servicio de Nutrición Artificial del Hospital General Universitario de Valencia. En ambos casos se trata de espesantes en polvo, de color blanco, que se presentan en botes de 200-300 g con dosificador o en sobres. Los ingredientes de Nutilis® son maltodextrina, almidón modificado de maíz (E-1442), goma tara, goma xantana y goma guar; mientras que Resource® solo contiene almidón de maíz modificado.

Las matrices alimentarias utilizadas fueron agua, leche entera Central Lechera Asturiana, zumo de manzana Granini y zumo de tomate Granini.

Preparación de las formulaciones

Se prepararon 200 mL de formulación para cada espesante, Resource® y Nutilis®, a dos concentraciones diferentes (0,05 g/mL y 0,09 g/mL) que hacen referencia a la consistencia de jarabe o néctar y la consistencia de pudding o semisólida que indica el fabricante para cada espesante.

La cantidad correspondiente de espesante en polvo se vertió lentamente en el vórtice de cada líquido para evitar la formación de grumos, mientras se agitaba con un Helidolph RZR2021 a 400 rpm durante 3-4 minutos. En todos los casos se obtuvieron pastas homogéneas y consistentes que se dejaron en reposo 30 minutos para que se estabilizara la consistencia adquirida. Todas las formulaciones se elaboraron por duplicado.

Propiedades reológicas

Se empleó un reómetro de esfuerzo controlado Rheostress RS1 (ThermoHaake, Germany) con el software Rheowin 4.0, equipado con un baño termoestático HK10. Se utilizaron sensores cono-plato de titanio de 60 mm de diámetro y 2° de inclinación para el análisis del flujo y plato-plato serrados de 60 mm para los ensayos oscilatorios. Se estableció un tiempo de reposo de 900 s para que la muestra se relajara y se atemperara una vez colocada en el reómetro. Los bordes fueron cubiertos con aceite de silicona para evitar el secado durante la medida.

Se realizaron curvas de flujo en escalera (30 s/paso) controlando el esfuerzo para conseguir medir la viscosidad desde velocidades cercanas al reposo hasta unos 100 s^{-1} . Los ensayos oscilatorios se realizaron en la zona viscoelástica lineal para frecuencias comprendidas entre 0,01 y 10 Hz. Todas las medidas se realizaron por duplicado a 25°C.

Propiedades Microestructurales

La caracterización microestructural se llevó a cabo con un Microscopio Óptico Nikon Eclipse 80i (Nikon, Japan) con el objetivo de 10x/0.45 DIC N1 Plan Apo (Nikon, Tokyo, Japón). Para respetar la estructura nativa de las masas y observar muestras con un mismo espesor, se prepararon portaobjetos con dos hojas de acero, de 100µm de grosor, colocadas en cada extremo del portaobjetos dejando un espacio de 1cm entre ellas. En la zona central se colocó una gota (20 µL) de la preparación, una gota de la tinción (20 µL) y se tapó con un cubreobjetos. Los agentes de tinción empleados fueron lugol (disolución de trabajo al 16%) y azul de toluidina (0.1%). El lugol se utilizó para teñir los gránulos de almidón en tonos marrones y las gomas guar y tara de blanco y amarillo, y el azul de toluidina para teñir las gomas (goma guar y tara de morado, goma xantana de fucsia) y las proteínas de azul.

Ajustes a los modelos matemáticos

Los ajustes de las curvas de flujo al modelo de Carreau han sido realizados con el algoritmo de Levenberg-Marquardt utilizando el software Kaleidagraph 4.03 (Synergy Software).

Análisis estadístico

Se empleó un diseño de experimentos multifactorial categórico con dos factores: tipo de espesante (Nutilis® y Resource®) y tipo de matriz (agua, leche, zumo de manzana y zumo de tomate). El análisis estadístico de los resultados obtenidos se llevó a cabo mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Se calcularon las diferencias mínimas significativas (LSD) con un nivel de significación $p < 0.05$. Para ello se empleó el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 (Manugistics, Inc., Rockville, MA, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de analizar las posibles diferencias estructurales entre los dos espesantes de distinta composición, inicialmente se llevaron a cabo análisis de los espesantes disueltos en agua a las dos concentraciones consideradas. En la Figura 1 se muestran sus módulos de almacenamiento y de pérdida en función de la frecuencia (dentro de la zona viscoelástica lineal). Para ambos espesantes se observó un predominio del comportamiento elástico sobre el viscoso, ya que $G' > G''$.

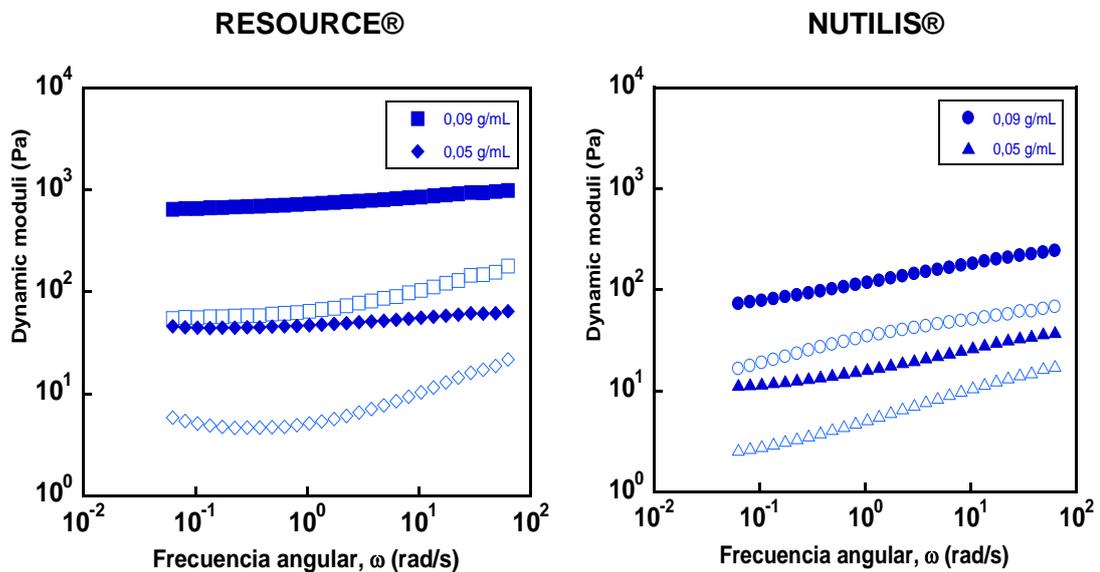


FIGURA 1. Espectro dinámico de los 2 espesantes disueltos en agua a las concentraciones que se indican. Símbolos llenos: Módulo de almacenamiento, G' ; Símbolos vacíos: Módulo de pérdida, G'' .

El espectro dinámico para las pastas de Resource® correspondió a un gel débil, con la forma típica de las pastas de almidón (Quinchia et al., 2011). Los espectros de Nutilis® fueron claramente diferentes, con valores menores de los módulos y una mayor dependencia con la frecuencia, sobre todo para frecuencias bajas, debido a la sustitución de parte del almidón por gomas (Dolz et al, 2006). Los espectros fueron similares para las dos concentraciones, con valores de ambos módulos mayores para la concentración más alta.

En la Figura 2 se muestran las imágenes microscópicas obtenidas para las preparaciones de Resource® y Nutilis® en agua. Para ambos espesantes, en las muestras teñidas con lugol se observaron los gránulos de almidón modificado como partículas hinchadas de color marrón. También se observaron algunos gránulos individuales teñidos de azul, que corresponderían a almidones nativos presentes en las preparaciones. En las preparaciones con Resource® se observó una distribución homogénea de gránulos de almidón de menor o mayor concentración en función de la preparación (0.05-0.09 g/mL). Sin embargo, las preparaciones con Nutilis® teñidas con lugol se caracterizaron por una distribución de los gránulos de almidón más irregular y por la presencia de células blanquecinas con contenido amarillo, correspondientes a las gomas de guar y tara (Flint, 1996). Para localizar e identificar las gomas presentes en las preparaciones de Nutilis® se llevó a cabo la tinción con azul de toluidina; cuando se tiñen con azul de toluidina, las partículas de goma hidratadas se colorean con diferentes tonos de azul, púrpura y rosa (Flint 1996). Las gomas de guar y tara se observaron como células con contenido morado; estas células se podían encontrar agrupadas, o individuales, incluso el contenido de la misma se pudo observar en el exterior de la preparación y las células vacías. La goma xantana se observó como una dispersión teñida de fucsia que mostraba pliegues o zonas más definidas. En las preparaciones de Nutilis® la dispersión de gránulos de almidón se interrumpía por la presencia de diferentes gomas. Este efecto se observó sobre todo en las preparaciones a bajas concentraciones.

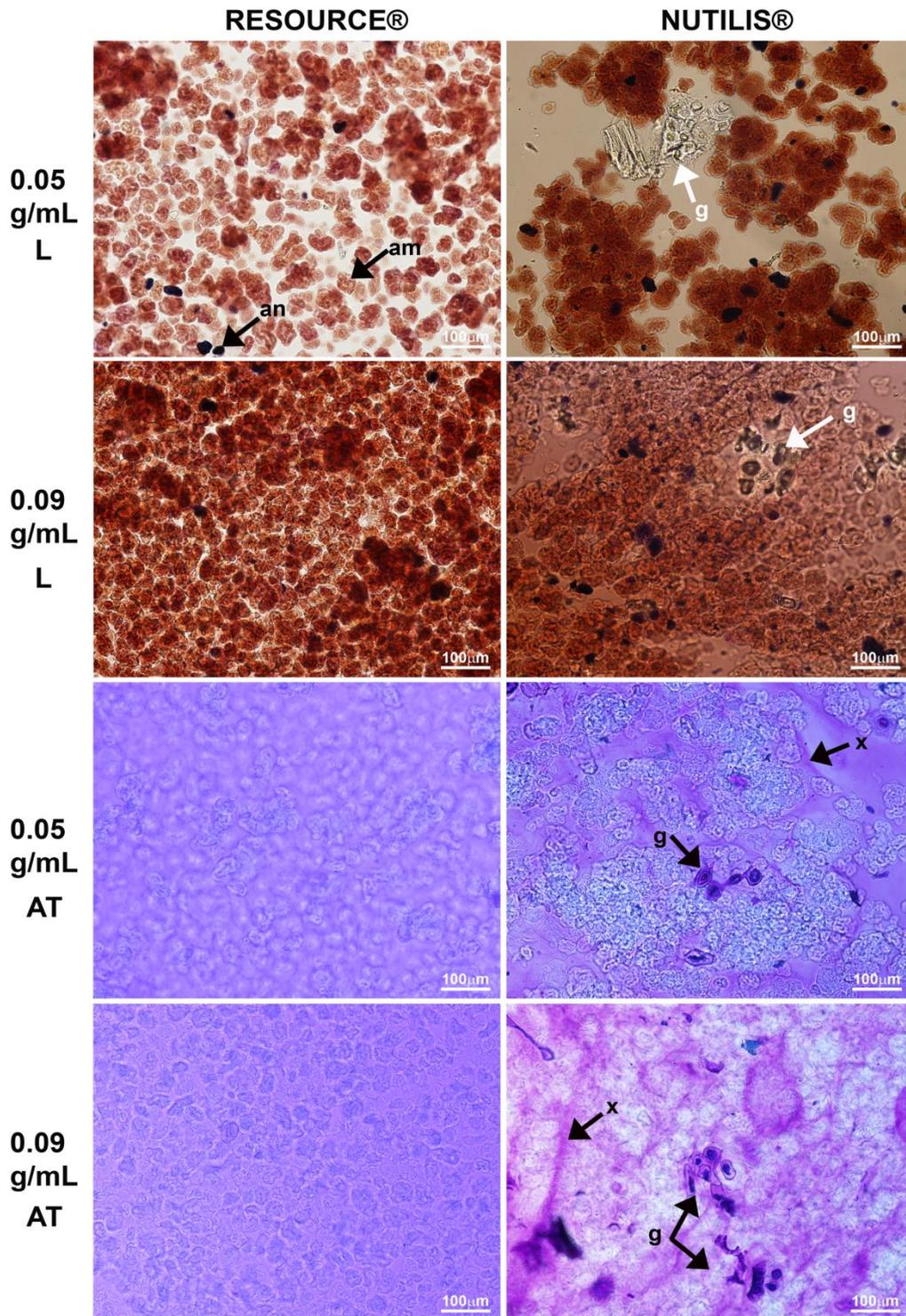


FIGURA 2. Microscopía óptica. Imágenes de las preparaciones de Resource® y Nutilis® en agua a las dos concentraciones (0.05g/mL y 0.09g/mL). Tinciones: L (lugol, almidón en marrón, goma guar y tara en amarillo y blanco), AT (azul de toluidina, goma xantana fucsia, goma guar y tara en morado). Flechas: an (almidón nativo), am (almidón modificado), g (goma guar y tara), x (goma xantana).

Esta desestructuración de la dispersión de almidón debido a la presencia de gomas sería la responsable de los cambios en los módulos y la mayor dependencia de la frecuencia observados en Nutilis® cuando se estudió su comportamiento viscoelástico.

Al considerar el resto de matrices alimentarias, se comprobó que la respuesta viscoelástica dependía del tipo de espesante (Cho et al., 2012). Dado que la forma de los espectros era similar a la obtenida para el agua (Figura 1), se representaron conjuntamente las tangentes de pérdidas (G'/G''). En la Figura 3 se aprecia que las diferencias entre espesante y matrices en cuanto a viscoelastidad fueron menores para la concentración más alta. En este caso los valores bajos de la tangente y poco dependientes de la frecuencia fueron indicativos de sistemas estructurados con predominante comportamiento elástico. Sin embargo, para la concentración más baja se observaron mayores diferencias en el caso del espesante Nutilis®, especialmente para la leche y el zumo de manzana. Estos dos últimos presentaron valores altos del ángulo de pérdida que corresponderían a sistemas menos estructurados, con mayor comportamiento viscoso, más fluido.

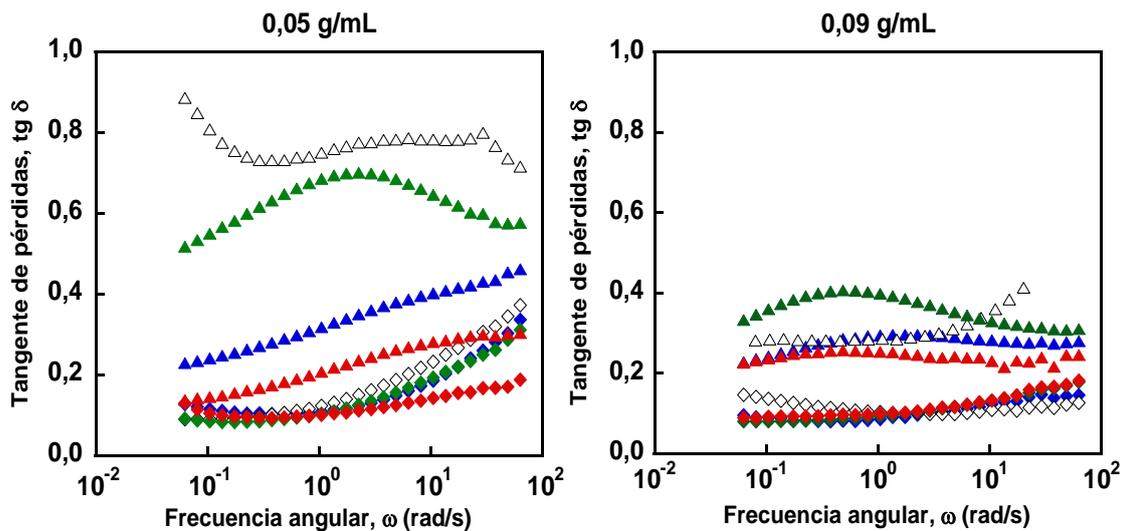


FIGURA 3. Tangente de pérdidas (G'/G'') en función de la frecuencia para los dos espesantes (\blacktriangle Nutilis® \blacklozenge Resource®) a las concentraciones que se indican, en las diferentes matrices: Agua, leche entera, zumo de manzana y zumo de tomate. de los 2 espesantes disueltos:

Para hacer más sencilla la comparación de los espectros mecánicos (G' y G'' en función de la frecuencia), se consideraron los valores de los módulos dinámicos a 1 Hz (Tabla 1), valor de referencia en reología de alimentos (Cho et al, 2012). Se observaron interacciones significativas ($p < 0.05$) entre los factores tipo de espesante y matriz alimentaria. Para la menor concentración destacaron los altos valores de los módulos para los

espesantes disueltos en zumo de tomate. Estas diferencias fueron menores en la concentración alta, sobre todo en el espesante Resource®.

TABLA 1. Valores promedio de los módulos elástico, G' , y viscoso, G'' , a 1 Hz para las dos concentraciones estudiadas.

		0,05 g/mL		0,09 g/mL	
		G' (Pa)	G'' (Pa)	G' (Pa)	G'' (Pa)
Resource®	Agua	61 (4)	9,1 (0,3)	780 (40)	87 (4)
	Leche	65 (11)	13 (2)	1022 (18)	107(8)
	Z.manzana	93 (8)	14 (1)	678 (6)	82 (1)
	Z. tomate	522 (14)	61 (7)	900 (50)	110 (6)
Nutillis®	Agua	25 (2)	9,4 (0,4)	190 (30)	54 (7)
	Leche	15 (5)	11 (3)	170 (6)	59 (4)
	Z.manzana	23 (0,4)	15,0 (0,3)	204 (23)	63 (5)
	Z. tomate	200 (30)	49 (11)	806 (23)	193 (7)

(Entre paréntesis se muestra la desviación estándar)

Se observaron por microscopía óptica las preparaciones en leche, zumo de manzana y zumo de tomate a las dos concentraciones. La Figura 4 muestra las imágenes obtenidas tras emplear las tinciones de lugol y azul de toluidina.

Independientemente de la matriz alimentaria utilizada, la presencia de gomas en las preparaciones con Nutillis® a baja concentración interrumpió la matriz formada por los gránulos hinchados de almidón. En las muestras de Nutillis® en leche, este tipo de estructura se observa de modo más acusado a concentraciones menores. Este cambio estructural observado por microscopía explicaría los valores altos de tangente de estas muestras (Figura 3).

A bajas concentraciones las preparaciones de Resource® en zumo de manzana se observaron como una dispersión uniforme de gránulos de almidón hinchados. Sin embargo, con Nutillis® los almidones se observaron como aglomerados entre los cuales se identificaron las gomas, lo que podría relacionarse con la pérdida de estructura observada en las medidas viscoelásticas (Figura 3).

En las preparaciones con tomate se observaron estructuras propias del tomate como tejido fibrovascular de la pulpa, filamentos de moho, por lo que las muestras se caracterizaron por una matriz densa, con un gran contenido de estructuras.

En todas las matrices, a la concentración mayor de espesante, las muestras mostraron una estructura mucho más compacta y continua, sobre todo cuando se empleaba Resource®. Esto explicaría las menores diferencias observadas para los módulos G' y G'' a 1 Hz (Tabla 1).

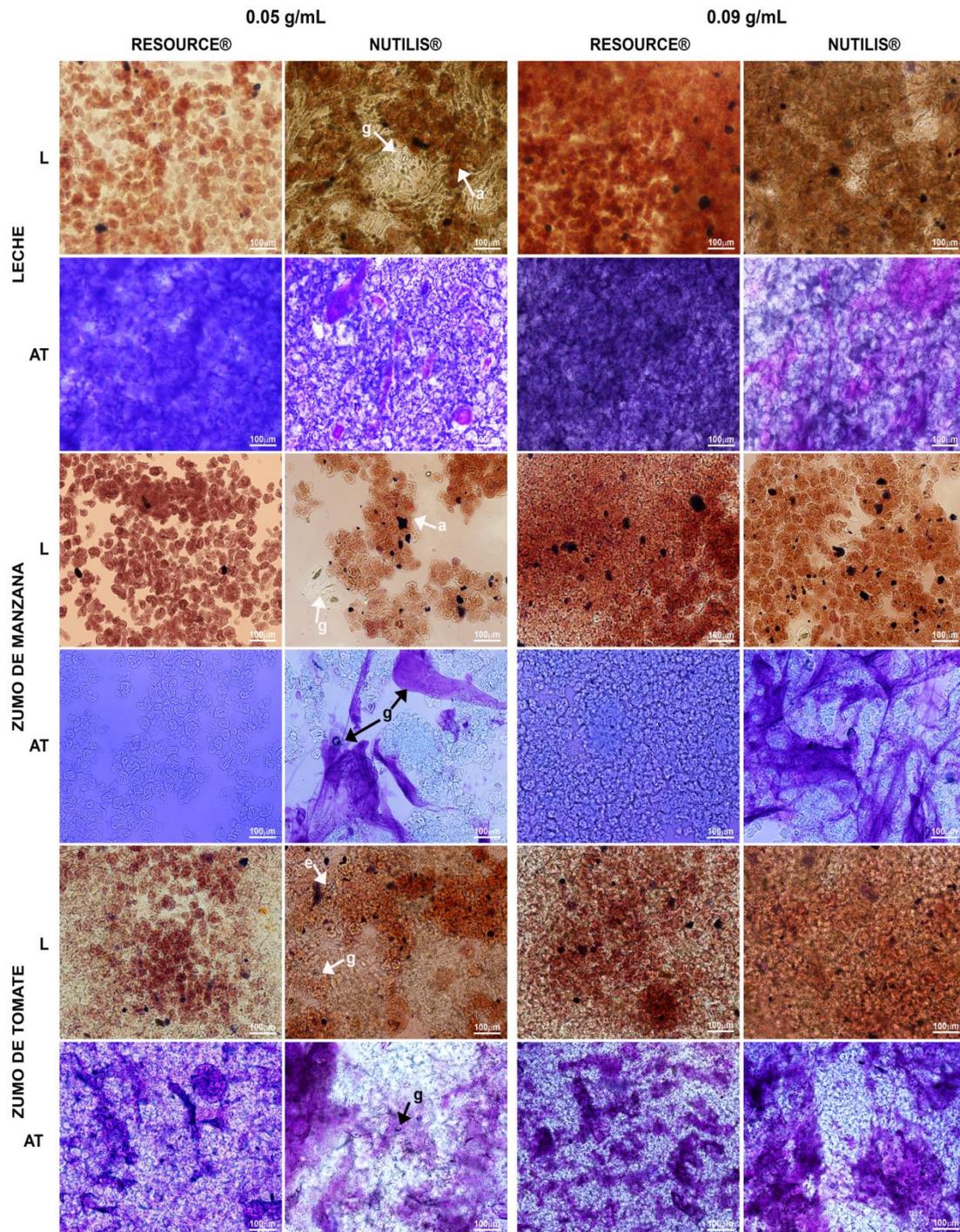


FIGURA 4. Microscopia óptica. Imágenes de las preparaciones de Resource® y Nutilis® en leche, zumo de manzana y tomate a las dos concentraciones (0.05 g/mL y 0.09 g/mL). Tinciones: L (lugol, almidón en marrón y las gomas guar y tara en amarillo y blanco), AT (azul de toluidina, goma xantana en fucsia, gomas guar y tara en morado y proteínas en azul). Flechas: a (almidón), g (goma), e (estructuras propias del tomate).

Estas diferencias estructurales dan lugar a las diferentes consistencias que se habían detectado al utilizar los espesantes en distintos líquidos (Pelletier, 1997; García et al., 2005; Sopade et al., 2008a). En la Figura 5 se muestran los valores obtenidos para la viscosidad para diferentes valores de la velocidad de cizalla correspondientes a una de las preparaciones.

Ambos espesantes disueltos en el agua o zumo de manzana dieron lugar a fluidos más viscosos que cuando se disolvían en la leche. Los espesantes disueltos en zumo de tomate adquieren los valores más altos de viscosidad en todo el intervalo de velocidades de cizalla y las diferencias fueron más importantes para la menor concentración de espesante. El zumo de tomate ya es en sí más viscoso que el resto de líquidos ya que lleva además varios componentes propios de la matriz vegetal del tomate, como se observa en la Figura 4.

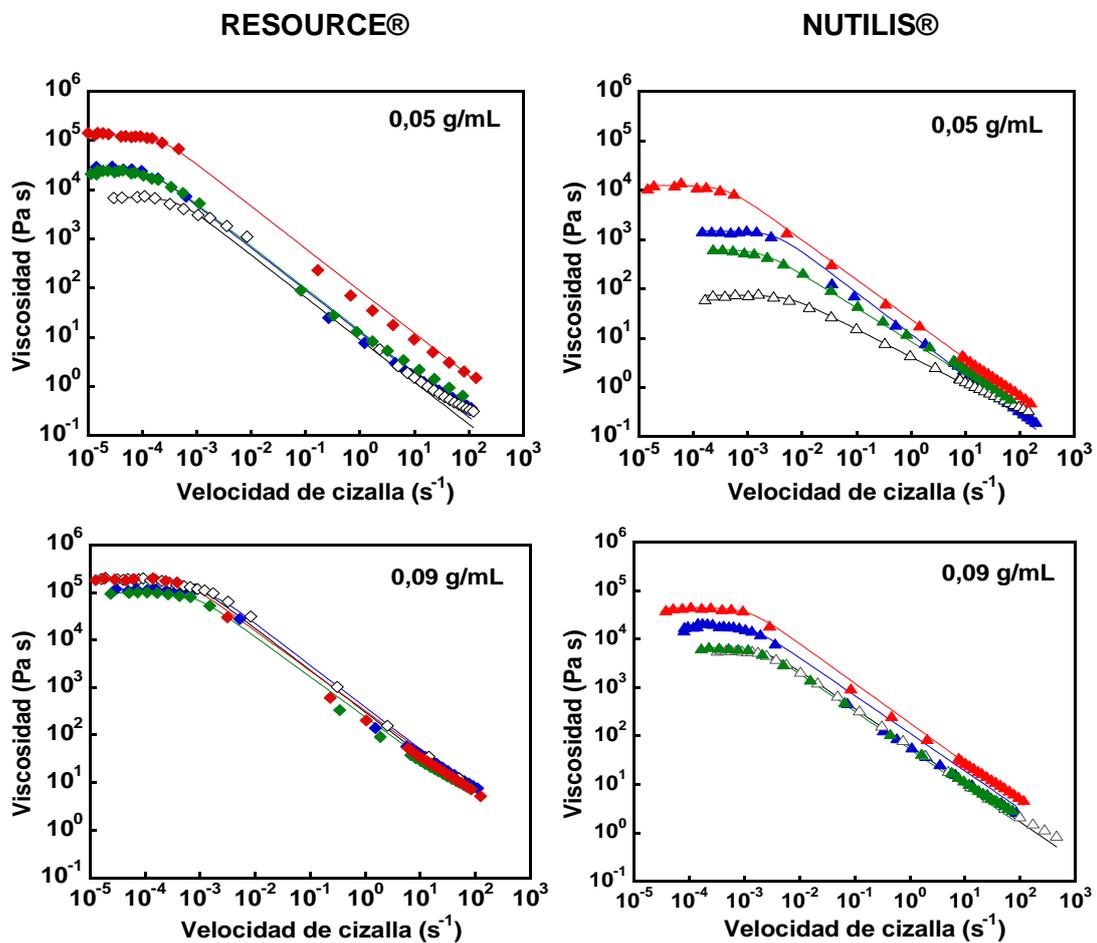


FIGURA 5. Curvas de flujo ajustadas al modelo de Carreau a las dos concentraciones indicadas para los dos espesantes: ▲Nutilis® ◆Resource®. Los colores corresponden a las diferentes matrices alimentarias empleadas: Agua, leche entera, zumo de manzana y zumo de tomate.

Los dos espesantes dieron lugar a fluidos no newtonianos (O'Leary et al., 2010), pseudoplásticos, de forma que la viscosidad disminuye al aumentar la velocidad de cizalla. Todas las curvas de flujo fueron ajustadas al modelo de Carreau.

$$\eta = \frac{\eta_0}{\left(1 + \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_c}\right)^s} \quad (1)$$

donde η_0 corresponde a la meseta de viscosidad constante que aparece a velocidades muy pequeñas, cercanas al reposo; el exponente s (adimensional) está relacionado con la caída de la viscosidad, y por tanto nos da información sobre el carácter pseudoplástico, mientras que $\dot{\gamma}_c$, llamada “velocidad de cizalla crítica” (Casanovas et al., 2011) está relacionada con la velocidad de cizalla para la cual la viscosidad comienza a disminuir.

Los valores promedio de los ajustes obtenidos para las 4 repeticiones, así como las desviaciones estándar obtenidas, se muestran en la Tabla 2. Se observaron interacciones significativas ($p < 0.05$) entre los factores tipo de espesante y matriz alimentaria para los parámetros ajustados del modelo de Carreau, excepto para viscosidad cero, a altas concentraciones de espesantes.

TABLA 2. Promedio de los parámetros ajustados al modelo de Carreau para curvas de flujo a la consistencia de 0,05 g/mL y 0,09 g/mL.

		0,05 g/mL			0,09 g/mL		
		η_0	$\dot{\gamma}_c$ (s^{-1})	s	η_0	$\dot{\gamma}_c$ (s^{-1})	s
		(Pa s)	$\times 10^4$	(0,01)	(Pa s)	$\times 10^4$	(0,01)
Resource®	Agua	27700(400)	1,5(0,1)	0,43	108000(2000)	11(1)	0,43
	Leche	6700(100)	3,5(0,2)	0,42	135000(3000)	6,7(0,5)	0,42
	Z.manzana	22000(400)	1,9(0,1)	0,43	107000(1000)	6,9(0,4)	0,43
	Z. tomate	104000(2000)	2,9(0,3)	0,43	185000(3000)	5,3(0,6)	0,43
Nutilis®	Agua	1640 (20)	3 (2)	0,43	14900 (200)	20 (2)	0,43
	Leche	84 (1)	5 (4)	0,28	5860 (40)	27,1(0,7)	0,39
	Z.manzana	535 (5)	6 (1)	0,36	6680 (60)	19,3 (0,6)	0,38
	Z. tomate	22100 (200)	3,4 (0,1)	0,43	41700 (400)	8,6 (0,4)	0,43

(Entre paréntesis se muestra la desviación)

Se observó que la caída pseudoplástica es similar en todos los casos, excepto en la concentración menor del espesante Nutilis® para la leche y el zumo de manzana, como se aprecia en la Figura 5. Este menor carácter

pseudoplástico concuerda con la información aportada por la tangente de pérdidas, que indicaba sistemas menos estructurados en ambos casos.

Los valores de viscosidad inicial, η_0 , para las pastas Nutilus® en el agua fueron inferiores a las de las pastas de Resource®, lo cual concuerda con los resultados anteriores, ya que el espesante Resource® dio lugar a sistemas más firmes, y más estructurados (con valores de G' mayores y menores $\tan \delta$). Estos valores de η_0 pueden relacionarse con la viscosidad visual que se aprecia en reposo (Figura 6).

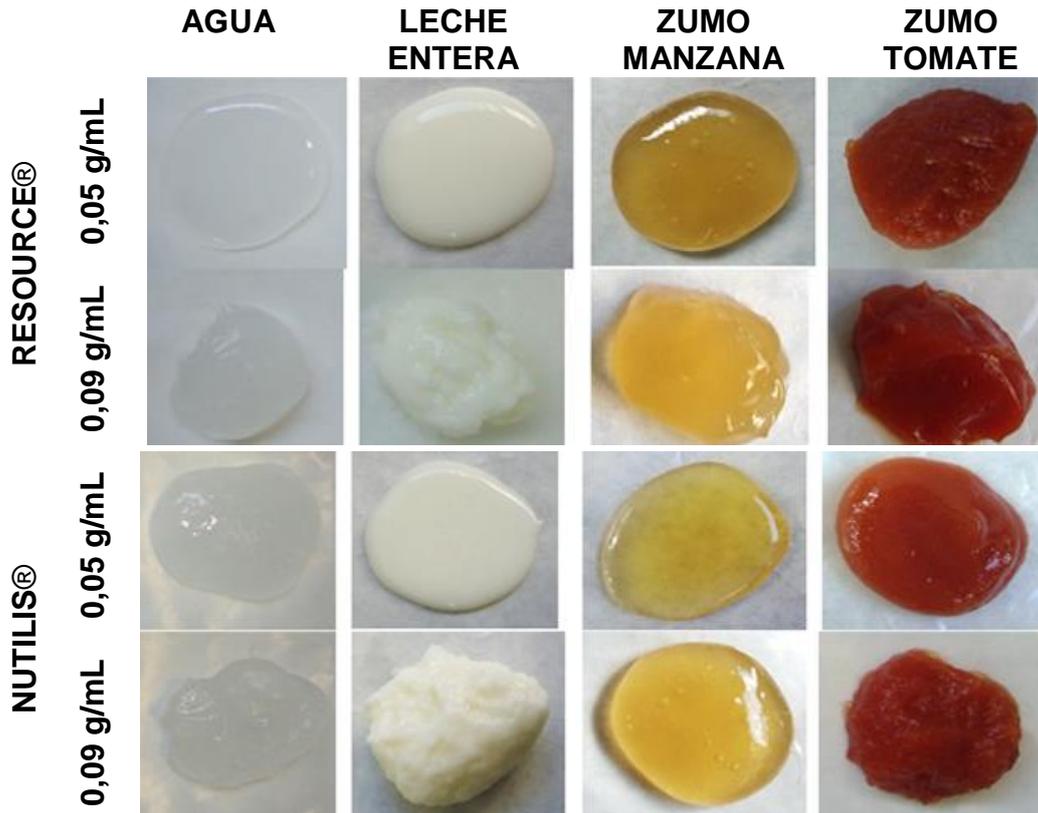


FIGURA 6. Imagen de las preparaciones de los espesantes, a las 2 concentraciones fijas, en las diferentes matrices alimentarias.

En la figura 6 destacan las preparaciones de Nutilus® con leche y zumo de manzana a la menor concentración, por ser los que parecen más fluidos, lo cual concuerda con los valores más bajos de η_0 en la tabla 2. Sin embargo, debido a la diferente pseudoplasticidad, los valores de viscosidad en estos casos no son tan diferentes del agua para velocidades altas. En la Figura 7 se presentan los valores medios para las dos concentraciones consideradas a 50 s^{-1} . Este es el valor que se considera como referencia para la deglución, y que por tanto tiene gran interés desde el punto de vista clínico (Payne et al., 2011; Casanovas et al., 2011).

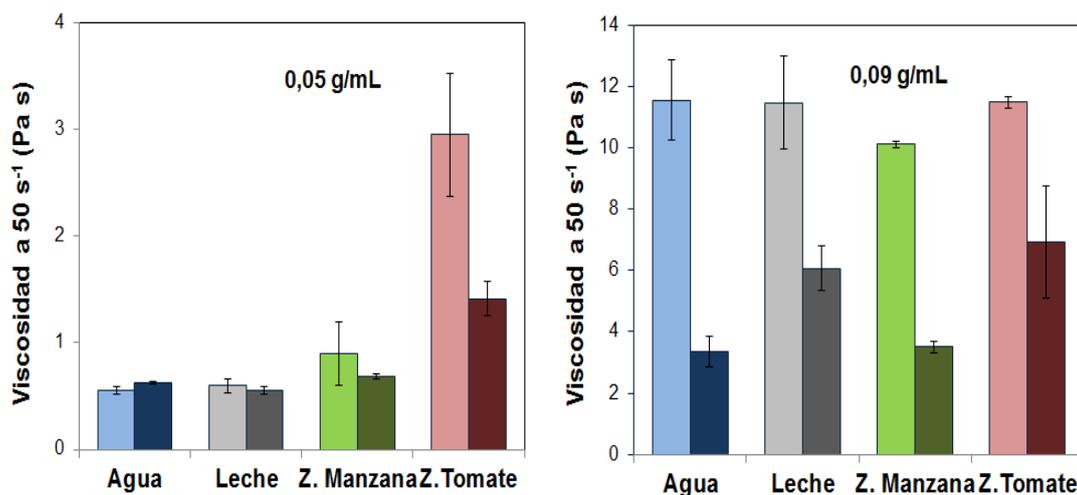


FIGURA 7. Valores medios, con su desviación estándar, de la viscosidad a 50 s^{-1} obtenidos para los dos espesantes disueltos en diferentes matrices. Colores claros: Resource® y colores oscuros: Nutilis®

Para esta velocidad de cizalla, a la concentración más baja no se apreciaron diferencias importantes entre espesantes ni entre matrices, a excepción de Resource® en zumo de tomate.

Sin embargo, para la concentración mayor, la figura 7 muestra un patrón similar al de la viscosidad inicial (tabla 2). La consistencia de los preparados no se vio claramente influenciada por el tipo de matriz, sobre todo cuando se utiliza Resource®, ya que como se observaba en la Figura 4, la mayor cantidad de almidón proporcionó una matriz continua de gránulos de almidón hinchados independientemente del líquido utilizado.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que la viscosidad de los líquidos espesados depende de la interacción de los espesantes con los componentes de la matriz alimentaria. Por lo tanto, el medio de dispersión debería tenerse en cuenta cuando se utilizan estos espesantes para pacientes con disfagia, con el fin de adaptar la concentración necesaria para cada consistencia y cada líquido a espesar.

Por otra parte, la diferente composición de los espesantes hace que estos interactúen de forma diferente, y den lugar a pastas con características viscoelásticas y estructurales distintas, y por tanto con diferente comportamiento en la deglución.

En concreto, la sustitución de parte del almidón modificado por gomas en el espesante Nutilis® modifica su comportamiento sobre todo cuando se disuelve en la leche o en zumo de manzana. Es importante destacar que las diferencias observadas de forma visual, correspondientes a la viscosidad inicial, pueden desaparecer para velocidades de cizalla altas,

correspondientes a la deglución, por las diferencias existentes en pseudoplasticidad. Esto puede llevar a confusión al paciente en el momento de la formulación e inducirlo a incluir una mayor cantidad de espesante, que puede resultar innecesaria, e incluso perjudicial.

Por otro lado, se ha observado que los resultados obtenidos para consistencias más bajas (tipo néctar) no son extrapolables a consistencias más altas (tipo pudding).

AGRADECIMIENTOS

A Julia Rodríguez, por toda su ayuda en el proceso de preparación, obtención e interpretación de las imágenes de microscopía.

A Ezequiel Martí, jefe del servicio de Farmacia (Unidad de Nutrición Artificial) del Hospital General Universitario de Valencia, por facilitarnos los espesantes y aportar su conocimiento clínico de la disfagia.

REFERENCIAS

Casanovas, A.; Hernández, M.J.; Martí-Bonmatí, E.; Dolz, M. 2011. Cluster classification of dysphagia-oriented products considering flow, thixotropy and oscillatory testing. *Food Hydrocolloids*, 25:851-859.

Cho, H.M.; Yoo, W.; Yoo, B. 2012. Steady and dynamic rheological properties of thickened beverages used for dysphagia diets. *Food Sci. Biotech*, 21:1775-1779.

Cichero, J. A.Y. 2013. Thickening agents used for dysphagia management: effect on bioavailability of water, medication and feelings of satiety. *Nutrition Journal*, 12:54.

Dolz, M.; Hernández, M.J.; Delegido, J. 2006. Oscillatory measurements for salad dressings stabilized with modified starch, xanthan gum and locust bean gum. *Journal of Applied Polymer Science*, 102: 897-903.

Flint, O. 1996. *Microscopía de alimentos. Manual de métodos prácticos utilizando la microscopía óptica*. Acribia S.A., Ed., Leeds, United Kingdom.

Funami, T.; Ishihara, S.; Nakauma, M.; Kohyama, K.; Nishinari, K. 2012. Texture design for products using food hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 26:412-420.

García, J.M.; Chambers IV, E.; Matta, Z.; Clark, M. 2005. Viscosity Measurements of Nectar-and Honey-thick Liquids: Product, Liquid and Time Comparisons. *Dysphagia*, 20:325-335.

Lotong, V.; Chun, S.S; Chambers, E.; García, J.M. 2003. Texture and Flavor Characteristics of Beverages Containing Commercial Thickening Agents for Dysphagia Diets. *Journal of Food Science*, 68 (4):1537-1541.

Matta, Z.; Chambers, E.; Mertz, J.; McGowan, J. 2006. Sensory characteristics of beverages prepared with commercial thickeners used for dysphagia diets. *Journal of the American Dietetic Association*, 106:1049-1054.

- Nishinari, K.; Takemasa, M.; Su, L.; Michiwaki, Y.; Mizunuma, H.; Ogoshi, H. 2011. Effect of shear thinning on aspiration: Toward making solutions for judging the risk of aspiration. *Food Hydrocolloids*, 25:1737-1743.
- O'Leary, M.; Hanson, B.; Smith, C. 2010. Viscosity and Non-Newtonian Features of Thickened Fluids Used for Dysphagia Therapy. *Journal of Food Science*, 75:6
- Payne, C.; Methven, L.; Fairfield, C.; Bell, A. 2011. Consistently inconsistent: Commercially available starch-based dysphagia products. *Dysphagia*, 26:27-33.
- Pelletier, C.A. 1997. A comparison of consistency and taste of five commercial thickeners. *Dysphagia*, 12:74-78.
- Quinchia, L.A.; Valencia, C.; Partal, P.; Franco, M.J.; Brito-de la Fuente, E.; Gallegos, C. 2011. Linear and non-linear viscoelasticity of puddings for nutritional management of dysphagia. *Food Hydrocolloids*, 25:586-593.
- Sopade, P.A.; Liang, S.; Halley, P.J.; Cichero, J.A.Y.; Ward, L. 2007. Moisture absorption characteristics of food thickeners used for the management of swallowing dysfunctions. *European Food Research and Technology*, 224:555-560.
- Sopade, P.A.; Halley, P.J.; Cichero, J.A.Y.; Ward, L.C.; Hui, L. S.; Teo; K. H. 2008a. Rheological characterisation of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. II: Milk as dispersium medium. *Journal of Food Engineering*, 84:553-562.
- Sopade, P.A.; Halley, P.J.; Cichero, J.A.Y.; Ward, L.C.; Liu, J.; Varlivieli, S. 2008b. Rheological characterization of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. III: Fruit juice as dispersium medium. *Journal of Food Engineering*, 86:604-615.
- Steele C.M.; Cichero J.A.Y. 2008. A Question of Rheological Control. *Dysphagia*, 23:199-201
- Velasco, M.; Arreola, V.; Clave, P.; Puiggrós, C. 2007. Abordaje clínico de la disfagia orofaríngea: diagnóstico y tratamiento. *Nutrición Clínica en Medicina*, 1(3):174-202.