

Efecto del cloruro sódico y del cloruro cálcico sobre espesantes usados en el control de la disfagia orofaríngea

Effect of sodium chloride and calcium chloride on thickeners used in the control of oropharyngeal dysphagia

García Raurich, Josep; Pérez Ruiz, Queralt; Mas Herrador, Anna

Centre de Recerca en Seguretat i Control Alimentari de la UPC (CRESCA).

Recibido: 26/febrero/2019. Aceptado: 24/junio/2019.

RESUMEN

Introducción: Los alimentos destinados a las personas que padecen disfagia son preparados con productos que modifican la viscosidad de forma que al ser ingeridos puedan ser más seguros.

Objetivo: Establecer la interacción entre el cloruro sódico y el cloruro cálcico con tres espesantes de origen vegetal.

Métodos: Se determinó el comportamiento de tres espesantes: Resource®, Densiter® (de primera gama) y ViscoInstant® (segunda gama). Se procedió a determinar la relación entre la viscosidad y la concentración de espesante a distintas temperaturas utilizando como disolvente agua destilada, preparada "in situ", a partir de agua desionizada. Los valores de la viscosidad de las distintas muestras, expresados en cP, fueron determinados inmediatamente después de ser preparadas, homogeneizadas y estabilizadas térmicamente. Una vez determinado el valor de este parámetro, las muestras se guardaron a 4°C en el interior de un refrigerador y se repitió el proceso pasadas 24 horas.

Resultados: Las concentraciones seleccionadas de cloruro sódico y cloruro cálcico fueron: 0,5%; 2,5%; 9%; 27% i 36% mientras que las concentraciones de los espesantes fueron: 0,5%; 1%; 3%; 4%; 5% i 6%.

Hasta una concentración del 1% los tres espesantes presentaron un comportamiento newtoniano. A partir de concentraciones superiores, las muestras recién preparadas se comportaron como un fluido no newtoniano. Pasado el periodo de reposo, todas las muestras presentaron comportamiento newtoniano.

Conclusión: La presencia de cloruro sódico y de cloruro cálcico modifica el comportamiento de los tres espesantes seleccionados, afectando al control del grado de consistencia deseado.

PALABRAS CLAVE

Disfagia, espesante, viscosidad.

ABSTRACT

Introduction: Food for people with Dysphagia is prepared with products that modify viscosity so that they can be safer when ingested.

Objective: To establish the interaction between sodium chloride and calcium chloride with three vegetable thickeners.

Methods: The behaviour of three thickeners was determined: Resource®, Densiter® (of the first range) and ViscoInstant® (second range). The relationship between viscosity and thickener concentration at different temperatures was determined using distilled water, prepared "in situ", from deionized water as a solvent. The viscosity values of the different samples, expressed in cP, were determined immediately after being prepared, homogenized and thermally stabilized. Once the value of this parameter was determined, the

Correspondencia:
Josep García Raurich
josep.garcia@cresca.upc.edu

samples were stored at 4°C inside a refrigerator and the process was repeated after 24 hours.

Results: The selected concentrations of sodium chloride and calcium chloride were: 0.5%; 2.5%; 9%; 27% and 36% while the concentrations of the thickeners were: 0.5%; 1%; 3%; 4%; 5% and 6%.

Up to a concentration of 1%, the three thickeners presented a Newtonian behavior. From higher concentrations, the freshly prepared samples behaved as a non-Newtonian fluid. After the resting period, all samples showed Newtonian behaviour.

Conclusion: The presence of both sodium chloride and calcium chloride modifies the behavior of the three selected thickeners, affecting the control of the desired degree of consistency.

KEY WORDS

Dysphagia, thickener, viscosity.

INTRODUCCIÓN

La disfagia orofaríngea es un trastorno digestivo reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la *International Classification of Diseases* (ICD-10, código R-13) caracterizado por la dificultad para formar y/o mover el bolo alimentario desde la boca hacia el esófago y que, como consecuencia de ello, puede ocasionar el paso de alimento a la vía respiratoria¹.

Las alteraciones de la deglución ocasionan dos tipos de complicaciones: las derivadas del insuficiente aporte de nutrientes y de agua debido a una deglución ineficaz, y las derivadas del riesgo de que los alimentos y las secreciones digestivas y faríngeas alcancen las vías respiratorias y los pulmones. Todo ello conlleva un aumento de la morbilidad y mortalidad en los pacientes que la sufren².

En los pacientes con disfagia conseguir una alimentación que sea a la vez suficiente y segura puede resultar difícil, complicándose aún más al entrar en juego factores emocionales, conductuales, cognitivos y sociales³. Por tal motivo, la industria alimentaria ha desarrollado una amplia gama de productos diseñados con el fin de garantizar un grado de consistencia que garantice al usuario una hidratación adecuada, así como un correcto estado nutricional⁴.

A diferencia del almidón nativo y la gelatina, que son considerados ingredientes, los hidrocoloides se emplean como aditivos alimentarios para mejorar o controlar las propiedades de un alimento procesado, y en algunos casos, como materiales no calóricos para reducir el contenido y la densidad calórica de algunos alimentos⁵. Son moléculas altamente hidrofílicas que actúan en bajas concentraciones reduciendo la movilidad del agua y aumentando la viscosidad. Este meca-

nismo permite modificar y controlar las propiedades de flujo, el grado de consistencia de alimentos fluidos y bebidas y las propiedades de deformación de alimentos semisólidos⁶.

El intervalo de viscosidades de los hidrocoloides varía ampliamente y depende de numerosos factores como la composición, la estructura, el peso molecular, la concentración, la temperatura, el pH, la presencia de iones, otros hidrocoloides y otros solutos⁷. Una manera de objetivar las distintas consistencias de las dietas es mediante la viscosidad, diferenciándose cuatro categorías⁸: a) viscosidad fina: agua y bebidas en general (1-50 cP); b) viscosidad néctar: permite la ingestión en forma de sorbos (51-350 cP); c) viscosidad miel: permite la ingestión con cuchara, no mantiene su forma original ni su consistencia (351-1750 cP); d) viscosidad pudding: permite la ingestión con cuchara, mantiene su forma y su consistencia y no puede beberse (>1751 cP).

Actualmente, se diferencia entre dos tipos de espesantes, aquellos que contienen almidón y los que no lo contienen, si bien, en el primer grupo, se suele diferenciar entre los que están constituidos sólo por almidón de los que son mezclas de almidón y gomas. Este tipo de espesantes se denominan de primera gama y, habitualmente, se utiliza almidón de maíz modificado o una maltodextrina derivada del maíz. Por el contrario, los espesantes de segunda gama se componen exclusivamente de gomas y, en algún caso en particular, pueden contener una pequeña cantidad de almidón modificado. Se diferencian de los de primera gama en que la cantidad de producto a emplear para obtener la viscosidad deseada es notablemente inferior.

El objetivo del presente trabajo experimental es establecer la influencia del cloruro sódico y el cloruro cálcico sobre tres espesantes comerciales de origen vegetal a efectos de identificar el más adecuado, para uso en dietas de pacientes con disfagia orofaríngea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó el comportamiento de tres espesantes, dos de ellos a base de almidón, uno modificado (Resource®) y otro sin modificar (Densiter®), ambos adquiridos en establecimientos farmacéuticos. El tercero, (ViscoInstant®), constituido por una mezcla de maltodextrina, goma xantana y goma guar fue facilitado por Smoothfood España (C/ Bruniquer, 52. Granollers, Catalunya, España).

Las muestras utilizadas presentaron un volumen de 650 mL y se prepararon por triplicado expresándose la concentración de espesante en % en peso (0,5%; 1%; 3%; 4%; 5% y 6%).

Atendiendo a las indicaciones del fabricante, la concentración máxima de espesante fue del 6%, ya que esta concentración debía garantizar el grado de consistencia pudín de los espesantes a base de almidón. Se procedió a estudiar el comportamiento de cada uno de los espesantes en los cuatro gra-

dos de consistencia aceptados en el campo de disfagia orofaríngea: líquido fino, néctar, miel y pudín.

En el momento de preparar la disolución se procedió a verter lentamente el espesante en el vórtice del disolvente (agua destilada obtenida a partir de agua desionizada) para evitar la formación de grumos, mientras se agitaba a temperatura de 25°C hasta obtener una suspensión aparentemente homogénea. De esta manera se intentó simular las condiciones a las que trabajan los profesionales sanitarios.

En una segunda fase se procedió a determinar la influencia de la concentración del cloruro sódico y del cloruro cálcico. Se utilizó NaCl y CaCl₂ (ambos suministrados por PANREAC con un grado de pureza para análisis). Se prepararon una serie de disoluciones en las que se combinó la concentración de los espesantes (0,5; 1; 3; 4; 5 y 6%) con la concentración de cada una de estas sales (0,5; 2,5; 9; 27 y 36%). En la figura 1, se muestra el correspondiente diagrama de bloques de este proceso.

La viscosidad de las concentraciones de 0,5% y 1% de los espesantes a base de almidón se determinó con un viscosímetro Cannon Fenske 520, previamente calibrado, mientras que el resto de las determinaciones se realizaron con un viscosímetro rotacional Brookfield RTV 31196, también calibrado. En el caso del viscosímetro Cannon Fenske se impuso como criterio restrictivo que la diferencia entre dos medidas

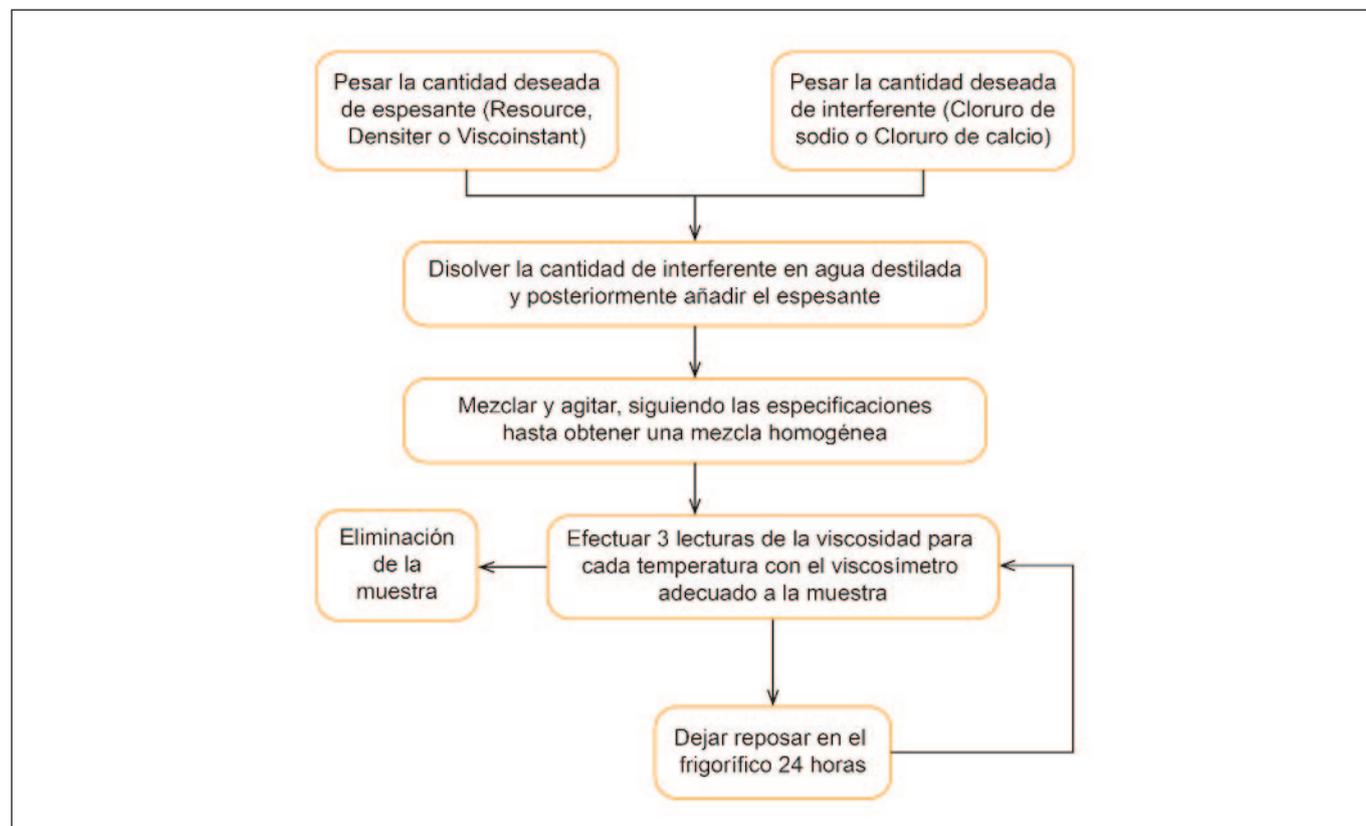
consecutivas de la misma muestra no fuese superior a un segundo. En caso contrario se procedía a repetir la medida. Análogamente, cuando se operó con el viscosímetro Brookfield RTV 31196, el criterio que se impuso fue aceptar como valor máximo de dispersión un 3% entre dos determinaciones consecutivas⁹.

Con la ayuda de un baño térmico Lauda E100, se realizaron determinaciones a distintas temperaturas inmediatamente después de la preparación de las muestras. Como intervalo de temperaturas se escogió el comprendido entre 25 y 50°C, es decir, entre temperatura ambiente y comida caliente. Las distintas series experimentales difirieron entre sí en 5°C. A continuación, las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4°C y se repitieron los ensayos pasadas 24 horas. Las distintas muestras se prepararon mediante la pesada del soluto correspondiente con una balanza analítica Scaltec SBC 33.

RESULTADOS

La determinación de la viscosidad de los distintos espesantes se realizó, siempre, después de homogeneizar la muestra correspondiente. No obstante, cuando las muestras correspondientes a los espesantes Densiter® y Resource® se dejaron en reposo se observó un proceso de sedimentación. Por el contrario, las muestras de ViscoInstant® no presentaron este comportamiento.

Figura 1. Proceso de preparación de muestra.



Debido a su poca solubilidad en agua, no se apreció un comportamiento significativamente diferente entre Resource® y Densiter®. Por el contrario, ViscoInstant® originó un gel que permaneció estable indefinidamente, comportamiento que podía esperarse de un espesante cuya composición se ajusta a un producto de segunda gama.

Cuando Densiter® y Resource® interaccionaron con distintas concentraciones de cloruro sódico su comportamiento fue prácticamente el mismo que en ausencia de esta sal. Solo en las condiciones más extremas (disolución de cloruro sódico al 36% y 6% de espesante) no se pudo realizar la determinación de la viscosidad debido a la presencia de grumos, mientras que ViscoInstant® continuó presentando un proceso de gelificación independientemente del contenido de esta sal, excepto cuando se combinó una disolución de cloruro sódico al 36% con una concentración de espesante del 6%. En esta ocasión, la formación de dos fases originó una muestra heterogénea e impidió la determinación del valor de la viscosidad.

Cuando se substituyó el cloruro sódico por el cloruro cálcico, la formación de grumos se produjo a concentraciones salinas menores. En el caso de Densiter®, esta formación se observó a una concentración de cloruro cálcico del 27% y a una concentración del 5% de este espesante. Ahora bien, cuando la concentración de cloruro cálcico fue del 36%, la formación de grumos se originó a partir de una concentración del 3% de espesante.

Por lo que a Resource® se refiere, la formación de grumos se produjo a partir de una concentración del 2,5% en cloruro cálcico y una concentración del 5% en espesante. A diferencia de los espesantes de primera gama, ViscoInstant® no originó la formación de grumos en ninguna ocasión.

Por lo que a la correlación entre la viscosidad y la concentración de espesante se refiere, se determinó a distintas temperaturas utilizando como disolvente agua destilada, preparada "in situ", a partir de agua desionizada.

Los valores de la viscosidad de las distintas muestras, expresados en cP, fueron determinados inmediatamente des-

pues de ser preparadas, homogeneizadas y estabilizadas térmicamente. Una vez determinado el valor de este parámetro, las muestras se guardaron a 4°C en el interior de un refrigerador y se repitió el proceso pasadas 24 horas.

Se comprobó que, en las muestras recién preparadas, los valores experimentales de la viscosidad aumentaron con la temperatura, al contrario de lo que se observó al cabo de 24 horas y que los valores absolutos de la viscosidad fueron mayores en las muestras que se dejaron reposar durante 24 horas. Estos comportamientos habían sido observados en estudios previos^{10,11}. No obstante, cuando se tuvieron en cuenta los valores de la viscosidad en los cuatro grados de consistencia aceptados⁸, se comprobó que para bajas concentraciones de los espesantes de primera gama (0,5 %) el comportamiento fue newtoniano, es decir la viscosidad disminuía con la temperatura, tanto en las muestras recién preparadas como en las que se dejaron en reposo durante un período de 24 h a 4°C en el interior de un frigorífico. En la tabla 1 se muestra la relación entre las concentraciones de espesante y los grados de consistencia.

Cuando la concentración de espesante se aumentó hasta el 1% ya se pudieron diferenciar los valores de la viscosidad de las muestras recién preparadas de las dejadas en reposo y a una concentración de espesante del 3% (grado de consistencia néctar) o superior, las muestras recién preparadas mostraron un comportamiento no newtoniano.

Cuando se compararon los valores de la viscosidad de los espesantes de primera gama con el de segunda gama, se comprobó que los valores experimentales obtenidos con ViscoInstant® fueron, sistemáticamente, significativamente superiores. En la figura 2 se representan los valores experimentales de la viscosidad de los tres espesantes.

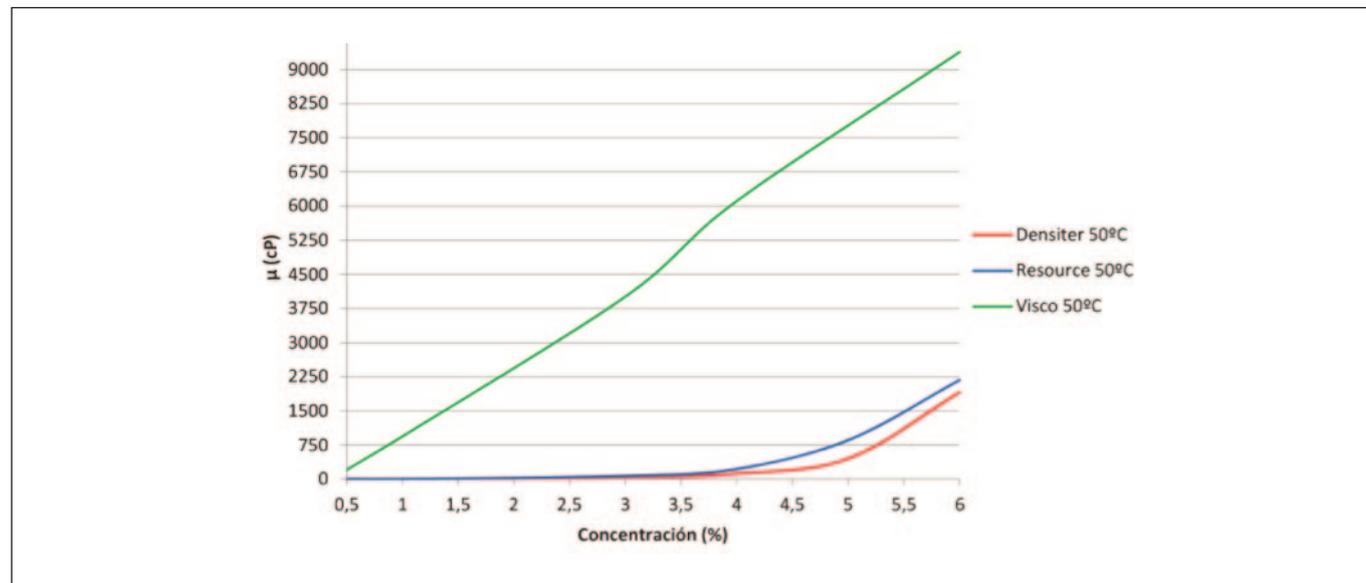
Por lo que al comportamiento newtoniano-no newtoniano se refiere, ViscoInstant® se comportó de manera análoga a Densiter® y Resource®. Hasta una concentración del 1% las muestras presentaron un comportamiento newtoniano. A partir de concentraciones superiores, las muestras recién preparadas se comportaron como un fluido no newtoniano.

Tabla 1. Concentraciones que delimitan los grados de consistencia en muestras recién preparadas y en reposo.

Consistencia	Muestras recién preparadas			Muestras dejadas 24 horas en reposo		
	Densiter	Resource	ViscoInstant	Densiter	Resource	ViscoInstant
Líquido fino	0,5%	0,5%	-	0,5%	0,5%	-
Néctar	4%	4%	0,5%	4%	3%	0,5%
Miel	5%	5%	1%	5%	4%	1%
Pudin	*	*	3%	6%	6%	3%

- La consistencia mínima observa con ViscoInstant® al 0,5% fue néctar.

* Difícilmente se alcanza esta consistencia.

Figura 2. Variación de la viscosidad experimentada por los tres espesantes estudiados en muestras recién preparadas.

Interacción del cloruro sódico

Las concentraciones seleccionadas del cloruro sódico fueron: 0,5%; 2,5%; 9%; 27% y 36% mientras que las concentraciones de los espesantes fueron: 0,5%; 1%; 3%; 4%; 5% y 6%. La preparación de las diferentes muestras se realizó de la manera siguiente: Primero se preparó una disolución de cloruro sódico de la concentración correspondiente. A continuación, se adicionó lentamente y con agitación la cantidad correspondiente de espesante (ver Figura 1).

En el caso de Densiter®, el comportamiento general de estas muestras fue idéntico al de las muestras sin presencia de cloruro sódico. Solo las muestras recién preparadas con un contenido hasta el 1% de espesante presentaron un comportamiento newtoniano respecto a la temperatura, mientras que la totalidad de las muestras dejadas en reposo durante un periodo de 24h a 4°C en el interior de un frigorífico se ajustaron a este modelo. En todos los casos, el valor absoluto de la viscosidad fue mayor en las muestras dejadas en reposo, respecto las mismas muestras recién preparadas.

Cuando la concentración de cloruro sódico fue de 0,5%, los valores experimentales de la viscosidad fueron inferiores a los que se obtuvieron en ausencia de esta sal, tanto en las muestras recién preparadas como en las dejadas en reposo durante 24 h a 4°C y para una concentración de cloruro sódico del 2,5% los valores experimentales de la viscosidad en las muestras recién preparadas fueron menores respecto a las muestras que contenían un 0,5% de cloruro sódico. Por el contrario, en las muestras dejadas en reposo durante 24 h a 4°C en el interior de un frigorífico, no se observó este comportamiento. Estas muestras presentaron valores de viscosidad superiores respecto a las muestras que contenían un

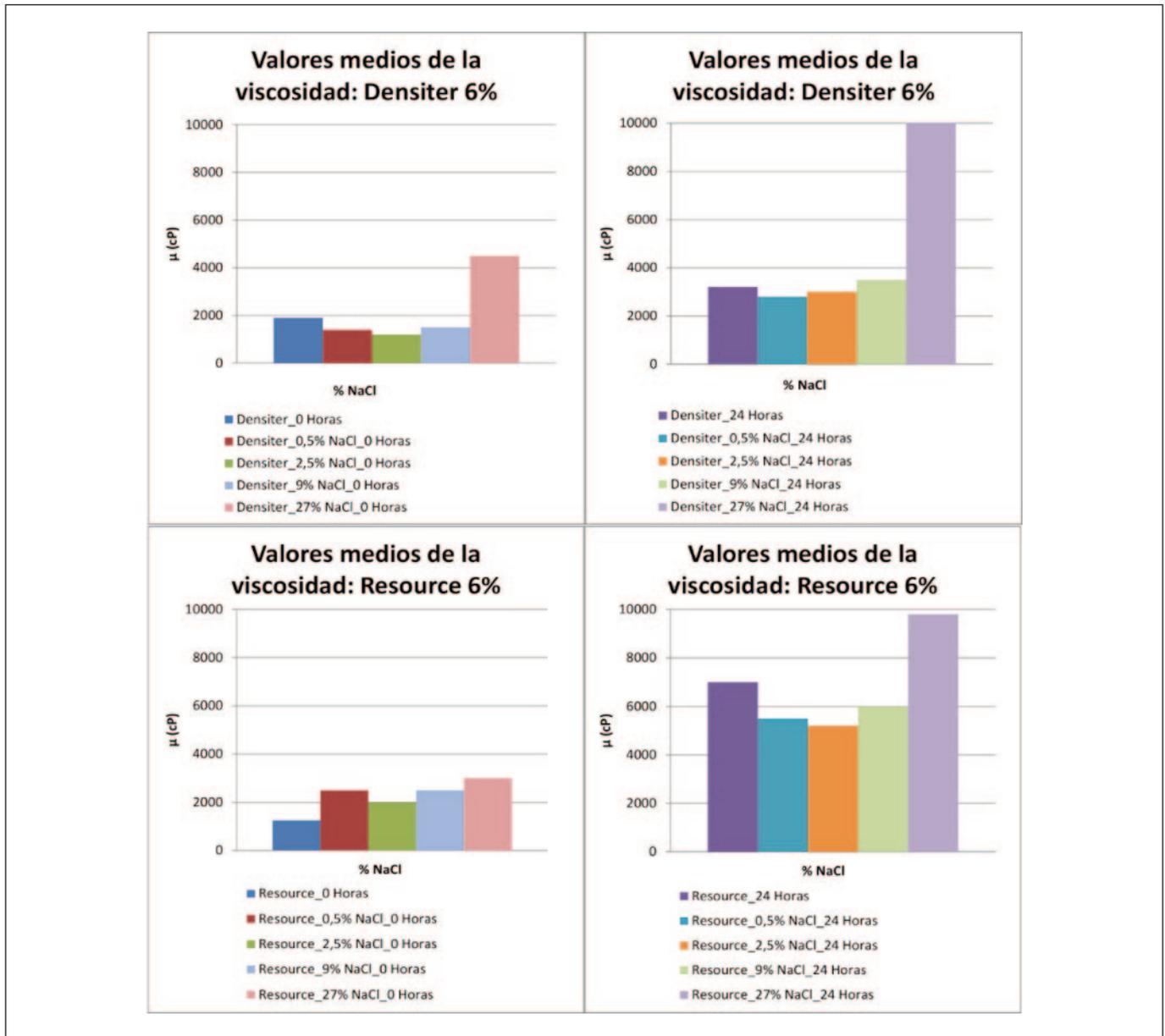
0,5% de NaCl, pero inferiores a la muestra de referencia (sin presencia de esta sal).

En las muestras recién preparadas de Resource® los valores de la viscosidad fueron superiores respecto a la muestra de referencia cuando la concentración de cloruro sódico fue del 0,5%. No obstante, una vez dejadas en reposo durante un periodo de 24 horas a 4°C en el interior de un frigorífico, los valores de la viscosidad fueron inferiores.

En las muestras dejadas en reposo, con una concentración de cloruro sódico del 2,5%, los valores de la viscosidad fueron inferiores a los de las muestras sin contenido de cloruro sódico. A partir de una concentración del 9% en NaCl los valores de la viscosidad aumentaron en todos los casos hasta llegar a la composición de un 36% en esta sal y un 6% en espesante, condiciones en las que no se pudo determinar el valor de la viscosidad por la formación de grumos.

En la figura 3 se muestran los valores medios de la viscosidad cuando, manteniendo constante la concentración de ambos espesantes de primera gama en un 6% (necesaria para alcanzar el grado de consistencia pudín), se modificó la concentración de cloruro sódico. Teniendo en cuenta que el límite entre el grado de consistencia miel y el de pudín está en los 1750cP¹⁰, de la comparación de los resultados contenidos en la figura 3 resulta evidente que Resource® presentó mayores garantías de alcanzar la consistencia pudín en muestras acabadas de preparar. Cuando se repitió la experiencia con ViscoInstant® los valores de la viscosidad fueron significativamente muy superiores (véase figura 4), presentando un máximo relativo cuando la concentración de cloruro sódico fue del 9%, tanto en las muestras recién preparadas como las mismas muestras después de un periodo de reposo de 24 h a 4°C.

Figura 3. Valores medios de la viscosidad a distintas concentraciones de NaCl, manteniendo constante la concentración de los espesantes de primera gama Densiter® y Resource® al 6% en muestras recién preparadas y dejadas en reposo 24 h a 4°C.



Teniendo en cuenta que la mayor parte de las concentraciones de cloruro sódico empleadas en estas experiencias son significativamente superiores a las concentraciones estándar que se pueden encontrar de esta sal en productos alimenticios, en la tabla 2 se muestran las condiciones en las que se pueden controlar los distintos grados de consistencia, para muestras recién preparadas con un porcentaje de cloruro sódico del 0,5%.

Interacción del cloruro cálcico

La interacción del cloruro de calcio se realizó con las mismas concentraciones que las seleccionadas para el cloruro sódico y,

en el caso de Densiter®, se observó el mismo fenómeno de sedimentación observado en las muestras de este espesante con agua destilada y en las muestras que contenían cloruro sódico.

Para una concentración de 0,5% en cloruro cálcico, el comportamiento de Densiter® fue análogo al que se había observado para la misma concentración en cloruro sódico, es decir, los valores experimentales de la viscosidad fueron inferiores a los que se obtuvieron en ausencia de esta sal, tanto en las muestras recién preparadas como en las dejadas en reposo durante 24 h a 4°C en el interior de un frigorífico, obteniéndose el grado de consistencia pudin cuando la concentración de Densiter® fue del 6%.

Figura 4. Valores medios de la viscosidad a distintas concentraciones de NaCl, manteniendo constante la concentración de espesante ViscoInstant® al 6% en muestras recién preparadas y dejadas en reposo 24 h a 4°C.

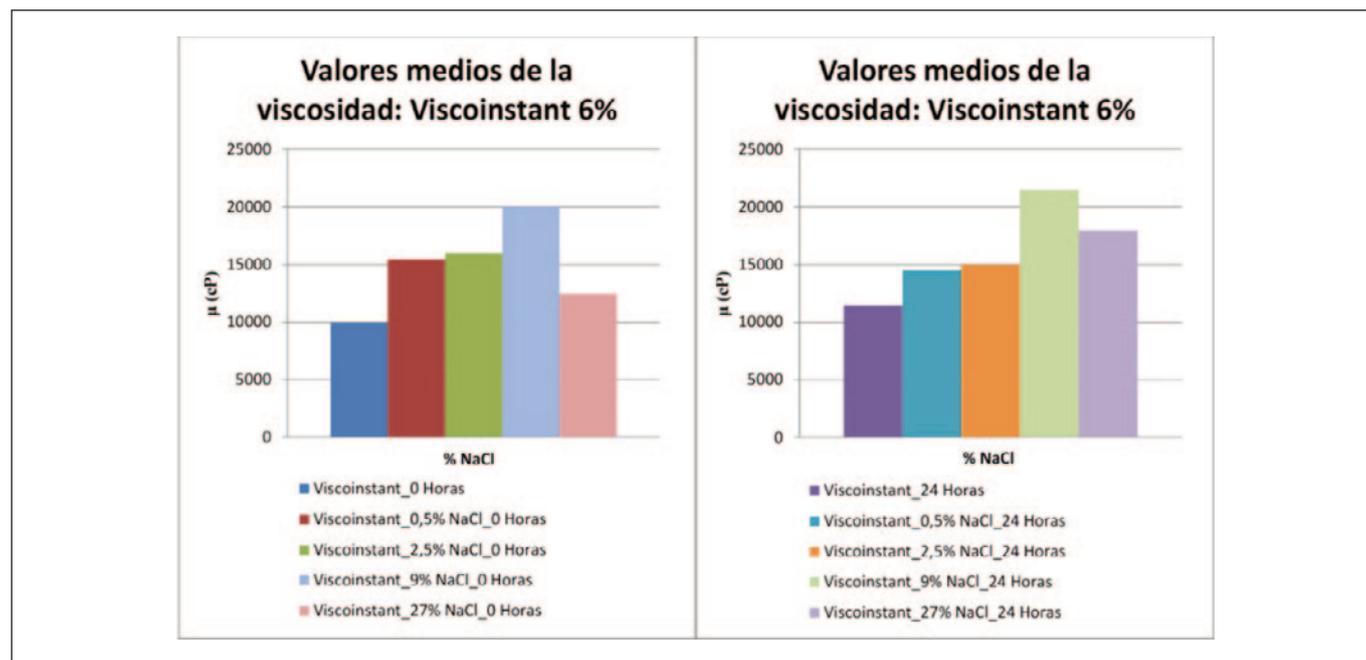


Tabla 2. Concentraciones de espesantes que determinan los grados de consistencias en muestras acabadas de preparar con una concentración de NaCl constante al 0,5% en peso.

Consistencia	Muestras recién preparadas		
	Densiter	Resource	ViscoInstant
Líquido fino	0,5%	0,5%	0,5%
Néctar	4%	3%	1%
Miel	5%	5%	-
Pudin	*	6%	3%

(*) Consistencia difícilmente alcanzable (-) valor no determinado experimentalmente.

Cuando la concentración de cloruro cálcico fue de 2,5% se observaron valores de viscosidad ligeramente superiores a los determinados en muestras que no contenían esta sal, alcanzándose la consistencia pudin tanto en las muestras recién preparadas como las dejadas en reposo durante 24 horas a 4°C en el interior de un frigorífico, para una concentración de Densiter® del 6%. Para la concentración en cloruro cálcico del 9%, los valores experimentales de viscosidad obtenidos en las muestras recién preparadas fueron prácticamente coincidentes con los obtenidos para la concentración de cloruro cálcico del 0,5%, no alcanzándose la consistencia pudin para la concentración máxima de espesante. Esta consistencia solo fue alcanzada cuando las muestras se dejaron reposar, aun-

que, en valor absoluto, la viscosidad fue menor que la determinada en ausencia de cloruro cálcico.

Un aumento significativo en los valores de la viscosidad fue detectado en las muestras cuya concentración en cloruro cálcico fue del 27%. Sin embargo, la formación de grumos no permitió obtener valores representativos a partir de una concentración de Densiter® al 5%.

Aunque los valores de la viscosidad obtenidos con Resource® en presencia de cloruro cálcico fueron superiores a los obtenidos con Densiter® para una concentración de cloruro cálcico del 0,5%, la formación de grumos no permitió una comparación exhaustiva de ambos espesantes en presencia de cloruro cálcico. De hecho, se observó este fenómeno para concentraciones de Resource® al 3% en presencia de cloruro cálcico al 36%; al 4% de espesante y 9% de cloruro cálcico y una concentración del 5% a partir de una concentración de cloruro cálcico del 2,5%.

Por otra parte, en presencia de cloruro cálcico el comportamiento de ViscoInstant® fue significativamente diferente respecto a los dos espesantes de primera gama, presentando valores muy superiores de viscosidad.

En la tabla 3 se comparan los valores de la viscosidad obtenidos con Densiter® y ViscoInstant® manteniendo constante su concentración al 6% y variable la del cloruro cálcico y en la tabla 4 las condiciones en las que se puede controlar los distintos grados de consistencia para muestras recién preparadas con un porcentaje de cloruro cálcico del 0,5%, pudiéndose apreciar como la presencia de cloruro cálcico al

Tabla 3. Valores medios de la viscosidad manteniendo constante la concentración de Densiter® y ViscoInstant® al 6% y variable la concentración de CaCl₂.

	[CaCl ₂]	0%	0,5%	2,5%	9,0%
Densiter	MRP	1800 cP	1300 cP	2000 cP	1300 cP
	M24HF	3200 cP	1750 cP	4450 cP	2600 cP
ViscoInstant	MRP	10000 cP	11000 cP	12800 cP	12000 cP
	M24HF	11000 cP	12000 cP	13900 cP	14000 cP

MRP: muestras recién preparadas.

MR24HF: muestras dejadas en reposo durante 24 horas a 4°C en el interior de un frigorífico.

Tabla 4. Concentraciones que determinan los grados de consistencias en muestras acabadas de preparar con una concentración de CaCl₂ constante al 0,5% en peso.

Consistencia	Muestras recién preparadas		
	Densiter	Resource	ViscoInstant
Líquido fino	0,5%	0,5%	0,5%
Néctar	4%	3%	1%
Miel	5%	5%	-
Pudin	*	6%	3%

(*) Consistencia difícilmente alcanzable (-) valor no determinado experimentalmente.

0,5% hace que sea difícil alcanzar la consistencia pudin con los espesantes de primera gama.

DISCUSIÓN

Las sustancias con capacidad de formar geles se han utilizado en la producción de alimentos elaborados desde hace mucho tiempo, ejemplos el almidón, de origen vegetal, y la gelatina, de origen animal¹². Los denominados agentes de textura, obtenidos bien de vegetales bien de microorganismos que son indigeribles por el organismo humano¹³, actúan estabilizando las características físicas de los alimentos a los que se adicionan. Pertenecen a este grupo los denominados hidrocoloides, por su propiedad de formar líquidos espesos o geles con el agua, leche o cualquier sistema alimentario acuoso.

La mayoría de los hidrocoloides son de origen vegetal, y se trata de fracciones de fibras purificadas en mayor o menor grado mediante procesos fisicoquímicos. Algunas de estas fibras son posteriormente modificadas químicamente para variar y mejorar sus aptitudes tecnológicas. No obstante, algunos hidrocoloides se obtienen por biotecnología, cultivando en grandes reactores algunas especies de microorganismos que secretan mucílagos o gomas¹⁴ destinados a cumplir diversas funciones como: agentes espesantes y gelificantes;

modificadores de cristalización del hielo, agentes de suspensión y de estabilización de las emulsiones, de espumas, etc. Estas últimas funciones suelen reunirse, frecuentemente, bajo la denominación genérica de estabilizantes¹⁵.

Para que las propiedades funcionales de las gomas puedan ser observadas, éstas deben ser hidratadas en agua. Para una efectiva hidratación, primero es necesario asegurar que todas las partículas individuales que constituyen el polvo seco se separen rápidamente unas de otras cuando se agrega la fase acuosa. Esto previene la formación de agregados, en los que cada partícula individual consiste en una parte exterior de la partícula húmeda e hinchada y una parte seca y no hidratada en el interior¹⁶. Muchas soluciones de espesantes son pseudoplásticas y cada una posee características propias¹⁷.

La viscosidad de los líquidos espesados depende de la interacción de los espesantes con los componentes de la matriz alimentaria^{18,19}. Así, 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^{20,21}.

Los resultados obtenidos a partir de la interacción entre los espesantes seleccionados Resource®, Densiter® y ViscoInstant®, y el cloruro sódico constataron que, independientemente de la temperatura a la que se determinaba el valor de la viscosidad, la totalidad de las muestras presentaron un comportamiento newtoniano, una vez dejado pasar un período de reposo de 24 horas a 4°C en el interior de un refrigerador. Por el contrario, este comportamiento solo fue observado en las muestras recién preparadas cuando las concentraciones de los espesantes se ajustaban a un grado de consistencia de líquido fino, es decir el cambio de comportamiento de fluido newtoniano a no newtoniano en las muestras recién preparadas coincide con el cambio de consistencia de líquido fino a néctar en los espesantes de primera gama. Este comportamiento hace pensar que el proceso de hidratación alcanza un estado de equilibrio que modifica el comportamiento reológico de las muestras dejadas en reposo respecto a las mismas recién preparadas.

Por otra parte, el proceso de sedimentación que experimentaron los espesantes de primera gama respecto al de segunda indica que ViscoInstant® presenta una gelificación que no presentan ni Densiter® ni Resource®.

Para explicar las propiedades de los geles se han propuesto diversas teorías acerca de su estructura. Una de ellas supone que el gel consiste en una red tridimensional formada por entrecruzamiento de cadenas moleculares. Esto explicaría la elasticidad de los geles y la transición gradual de las propiedades físicas al pasar de sol a gel²². Debido a que la formación del gel implica un balance entre las fuerzas atractivas que tienden a formar la red rígida y el movimiento térmico de las cadenas poliméricas, el proceso de gelificación es marcadamente dependiente de factores como el pH, la concentración electrolítica, y la temperatura²³.

CONCLUSIONES

El comportamiento de los espesantes de origen vegetal estudiados está ligado a su composición química. Así, los espesantes de primera gama, presentan un fenómeno de sedimentación observable en muestras recién preparadas, mientras que el espesante de segunda gama gelifica a las distintas concentraciones estudiadas y no presenta, en ningún caso, este fenómeno de sedimentación.

La relación lineal entre la viscosidad y la concentración a cualquier temperatura observada utilizando ViscoInstant® permite establecer las concentraciones que delimitan los distintos grados de consistencia con mayor exactitud que los espesantes de primera gama.

La presencia tanto de cloruro sódico como de cloruro cálcico modifica el comportamiento de los tres espesantes seleccionados, afectando al control del grado de consistencia deseado. Además, los espesantes de primera gama presentan una interacción con el cloruro cálcico que conlleva la formación de grumos, a diferencia del espesante de segunda gama que no presenta este comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cook IJ, Kahrillas PJ. AGA technical review on management of oropharyngeal dysphagia. *Gastroenterology*. 1999; 116(2):455-78. [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(99\)70144-7](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(99)70144-7)
2. Marik PE, Kaplan D. Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly. *Chest* 2003; 124: 328-336. <https://doi.org/10.1378/chest.124.1.328>
3. Logemann J. Oropharyngeal dysphagia and nutritional management. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2007 Sep; 10 (5):611-614. <http://dx.doi.org/10.1097/MCO.0b013e328285d872>
4. Kosta JC, Mitchell CA. Current procedures for diagnosing dysphagia in elderly clients. *Geriatric Nursing*, 1998, 19:195-199. DOI: 10.1016/S0197-4572(98)90154-9
5. Ferguson M, Capra S, Bauer J, Banks M. Development of a valid and reliable malnutrition screening tool for adult acute hospital patients. *Nutrition* 1999; 15 (6): 458-64. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(99\)00084-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(99)00084-2)
6. Chen J, Rosenthal A. Food texture and structure. En J. Chen & A. Rosenthal (Eds.), *Modifying Food Texture*. Volume 1: Novel Ingredients and Processing Techniques, pp 3-24. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2015 <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-333-1.00001-2>
7. Yaseen EI, Herald TJ, Aramouni FM, Alavi S. Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International* 2005; 38, 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.01.013>
8. American Dietetic Association: Diet for Dysphagia. In: *Manual of Clinical Dietetics*, 6th ed., Chicago, IL: 2000; 668-693
9. ISO2555:1989. Plastics-Resins in the liquid state or as emulsions or dispersions. Determination of apparent viscosity by the Brookfield Test method
10. García M, García J, Raventós M, Alba M. Viscosidad en la dieta de pacientes diagnosticados de disfagia orofaríngea. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2016; 50 (1): 45-60.
11. García M, García J, Raventós M, Marceló S. Interacción de la glucosa con espesantes utilizados en el control de la disfagia orofaríngea *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2017; 51 (4): 637-652.
12. Biliaderis C. The structure and interactions of starch with food constituents. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 1991 60: 60-78. DOI: <https://doi.org/10.1139/y91-011>
13. Jay J. *Modern Food Microbiology* 5 ed.; "Chapman & Hall"; New York; 1996 <https://trove.nla.gov.au/version/183594837>
14. Rosell C, Rojas JA, Benedito, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 2001 15(1): 75-81. DOI: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0
15. Bárcenas M, O-Keller J, Rosell C. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch) *Journal of Food Engineering* 2009 94 (3-4), 241-247. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2009.03.012
16. Gómez-Díaz D, Navaza J. Caracterización reológica de dispersiones agua-alginato sódico con aplicación en la industria alimentaria. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 2002 3: 302-306 <https://doi.org/10.1080/11358120209487743>
17. Mertz-Garcia J, Chambers E, Matta Z, Clark, M. Viscosity Measurements of Nectar- and Honey-thick Liquids: Product, Liquid, and Time Comparisons. *Dysphagia* 2005 20: 325-335. <https://doi.org/10.1007/s00455-005-0034-9>
18. Cho HM, Yoo W, Yoo B. Steady and dynamic rheological properties of thickened beverages used for dysphagia diets. *Food Sci Biotech* 2012; 21: 1775-9. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0237-4>
19. Lotong V, Chun S, Chambers E, Garcia J. Texture and Flavour Characteristics of Beverages Containing Commercial Thickening Agents for Dysphagia Diets. *Journal of Food Science*, 2003 68 (4):1537-1541. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09680.x>

20. Sopade P, Liang S, Halley J, Cichero J, Ward L. Moisture absorption characteristics of food thickeners used for the management of swallowing dysfunctions. *European Food Research and Technology* 2007 224:555-560. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0325-x>
21. Hernández J, Correa M, Vial R, Forcano M, Gómez R, González P. How to prescribe for patients with dysphagia: a review for the adaptation of the pharmaceutical guide in a socio-sanitary hospital Farm Hosp. 2013. 37 (3):198-208. DOI: 10.7399/FH.2013.37.3.577
22. Ni Y, Wen L, Wang L, Dang Y, Zhou P, Liang L. Effect of temperature, calcium and protein concentration on aggregation of whey protein isolate: Formation of gel-like micro-particles. *International Dairy Journal* 2015 51: 8-15 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.07.003>
23. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids* 2003 17 (1) 25-39. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5)