

Universidad Pública de Navarra

upna

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA**

Estudio de texturizantes comerciales para la disfagia en salsa de tomate

creado por

Iñigo CIGANDA IRIGOYENek

aurkeztua

**GRADO EN INNOVACIÓN DE PRODUCTOS Y PROCESOS
ALIMENTARIOS**

GRADUA ELIKAGAI PROZESUEN ETA PRODUKTUEN BERRIKUNTZAN

Junio 2018 Ekaina

Agradecimientos

Me gustaría agradecer antes de nada a los profesores Francisco C. Ibañez y M^a José Beriain la posibilidad de realizar este proyecto, el apoyo y la orientación. Sin ellos no habría sido posible.

Dar gracias a Gorka Merino por el esfuerzo, la paciencia y ayudarme a que esto salga adelante.

Agradecer a la UPNA y a las personas que han hecho posible este grado.

Por último, dar las gracias a las personas más cercanas por apoyarme en todo momento.

Resumen:

La base del tratamiento de la disfagia es la modificación de la textura de los alimentos. Sin embargo, no existen unos parámetros universales que definan la textura de esos alimentos. Es por ello que cada vez se avanza más hacia una estandarización de terminología en torno a este campo.

En el presente trabajo se ha evaluado el efecto de cinco texturizantes comerciales sobre la consistencia de una salsa de tomate frito. Para ello se han analizado dos parámetros reológicos: la fuerza de extrusión mediante una técnica de compresión uniaxial y la viscosidad aparente mediante una técnica de viscosimetría rotacional a velocidad constante. Con tales parámetros se verificó si las instrucciones proporcionadas por los fabricantes permitían obtener las consistencias indicadas.

Los resultados muestran que las viscosidades más altas se registraron con el espesante Nutilis Powder. En cuanto a la fuerza de extrusión, dos de los espesantes formaron geles firmes son los que obtienen los valores más elevados.

Se concluye que las dosificaciones recomendadas por los fabricantes no son apropiadas para la obtención de las consistencias aptas para la disfagia. Es por ello que se recomienda proseguir las investigaciones con el fin de estandarizar las dosis de los espesantes cuando estos se utilizan en productos con consistencia tipo néctar.

Palabras clave: Textura, viscosidad, consistencia, texturizante, disfagia.

Abstract:

The treatment of dysphagia is based in the modification of the food texture. However, it doesn't exist an universal parameters which define the texture in foods suitable for dysphagia. That is why more and more progress is being made toward a standardization of terminology around this field.

In the present work, the effect of five commercial thickeners on the consistency of a fried tomato sauce has been evaluated. For this, two rheological parameters have been analyzed: the extrusion force by an uniaxial compression technique and the apparent viscosity by means of a rotational viscosimetry technique at a constant speed. With these parameters it was verified if the instructions provided by the manufacturers allowed obtaining the indicated consistencies.

The results show that the highest viscosities were registered with the Nutilis Powder thickener. For the extrusion force, two of the thickeners formed firm gels, are those that obtain the highest values.

It is concluded that the dosages recommended by the manufacturers are not appropriate for obtaining consistencies suitable for dysphagia. That is why it is recommended to continue the investigations in order to standardize the doses of the thickeners when they are used in nectar-like products.

Keywords: Texture, viscosity, consistency, thickener, dysphagia.

Índice

Agradecimientos	i
1. Introducción y objetivos	7
1.1. Importancia de la textura en la industria alimentaria.....	7
1.2. La textura y su análisis instrumental.....	7
1.3. La textura y la disfagia.....	8
1.3.1. La disfagia	8
1.3.2. Importancia y clasificación de la textura en la disfagia.....	8
1.4. La textura y los agentes texturizantes comerciales	10
1.5. La justificación del trabajo	13
1.6. Objetivos del trabajo	13
2. Material y métodos.....	14
2.1. Diseño experimental	14
2.2. Materiales	14
2.2.1. Salsa de tomate	15
2.2.2. Agentes texturizantes comerciales.....	15
2.3. Métodos.....	17
2.3.1. Preparación de las muestras	17
2.3.2. Análisis de compresión uniaxial.....	18
2.3.3. Análisis de la viscosidad aparente	19
2.4. Análisis estadístico	21
3. Resultados y discusión	21
3.1. Análisis de compresión uniaxial.....	21
3.2. Análisis de viscosidad aparente.....	25
3.3. Discusión.....	27
4. Conclusiones	30
5. Bibliografía	31
6. Anexos.....	32
6.1. Análisis estadístico	32

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Importancia de la textura en la industria alimentaria

La textura es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento, que se ve modificada al masticarlo y formar el bolo para, posteriormente, poder deglutirlo de una manera segura (Calleja-Fernández et al., 2015). Esta subjetividad resulta de la diferencia con que las personas perciben la textura al masticar y deglutir un alimento. Influye, además del tipo de alimento, la fuerza e intensidad de la mordida, factor que varía con el género y la edad. La fuerza de mordida también está relacionada con la presencia de dientes y su integridad. Para niños y ancianos las texturas requeridas para la alimentación no son las mismas que para los jóvenes o adultos (Cichero et al., 2017).

La textura de los alimentos es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman su calidad sensorial. La textura en la boca se ha definido como el conjunto de atributos mecánicos, geométricos, de cuerpo y de superficie de un producto, perceptible por los receptores cenestésicos y somáticos y, si corresponde, visuales y auditivos desde el primer bocado hasta la deglución final (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2010). Esta definición responde a un concepto muy ambiguo, ya que esa percepción es el resultado de la relación de estímulos de diferente naturaleza. Se puede decir que la textura no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción de éste y los sentidos de las personas. Por este motivo, la forma más apropiada de evaluar este aspecto de la calidad es realizando un estudio sobre la percepción visual del producto alimenticio, el comportamiento de éste durante su manipulación y las sensaciones bucales experimentadas durante la masticación y la deglución. No obstante, efectuar este tipo de estudio requiere el uso de importantes instalaciones y de recursos humanos y económicos (Chen y Opara, 2013). Es por ello por lo que interesa analizar las texturas de los alimentos relacionándola con el comportamiento reológico de los mismos, de modo que se puedan caracterizar de una forma rápida, sencilla y objetiva. Por lo tanto, la textura es un parámetro difícil de medir, dado que es difícil relacionar los resultados de las medidas reológicas con las percepciones sensoriales de los consumidores sobre un producto. Es por ello por lo que en los últimos años se están desarrollando nuevas formas de caracterizar y clasificar las diferentes texturas.

1.2. La textura y su análisis instrumental

La reología es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación que experimentan los materiales con capacidad de fluir. Es un estudio imprescindible en la ciencia de los alimentos. La viscosidad es un factor muy importante a estudiar en los alimentos fluidos. Se define como la resistencia a fluir ante la aplicación de una fuerza. Cuanta más resistencia oponga el líquido, mayor viscosidad posee (Calleja-Fernández et al., 2015)

Para la medida de estas características mecánicas de los alimentos se utilizan diferentes aparatos como el reómetro o texturómetro para el análisis reológico y el viscosímetro para el análisis de la viscosidad. Cuando se efectúa la medición de estos parámetros hay que tener en cuenta, además de la composición del alimento, la temperatura a la que se realizan las medidas. La temperatura condiciona los resultados ya que influye directamente en la capacidad de fluir de un líquido (Calleja-Fernández et al., 2015)

1.3. La textura y la disfagia

1.3.1. La disfagia

La disfagia se define como la dificultad para mover la comida, bebida o medicamentos desde la boca hasta el estómago. La capacidad requerida para masticar la comida, mezclarla con saliva, recolectarla en un bolo y transportarla desde la parte posterior de la boca hasta el estómago, puede ser una actividad casi imposible para individuos con disfagia (Kim et al., 2017). Diversos estudios indican que un 8% de la población mundial padece dificultades al comer y beber alimentos normales (Cichero et al., 2013). Es un problema que suele afectar normalmente a ancianos y a personas con situaciones patológicas, como las enfermedades neurodegenerativas y algún tipo de cáncer. Afecta a más del 30 % de los pacientes con derrame cerebral, entre un 60 y 80 % de los pacientes con enfermedades neurodegenerativas, del 10 al 30 % de adultos mayores de 50 años y más del 51 % de pacientes ancianos (García-Peris et al., 2011).

La disfagia presenta distintas consecuencias en las personas que la padecen como deshidratación, malnutrición, ahogo o asfixia y un impacto negativo en la calidad de vida y en la participación social a la hora de comer y beber. La ingesta de sólidos puede ocasionar problemas de ahogo o asfixia, en cambio, los líquidos pueden suponer un riesgo de aspiración o de una infección de pecho. Los líquidos regulares requieren coordinación entre una multitud de músculos y nervios para permitir al líquido fluir por la faringe y pasar de largo la entrada a las vías respiratorias para ir al esófago y de ahí al estómago. Los líquidos espesos, tienden a fluir más despacio que los normales. Dada esta velocidad más lenta de bajada se asume que estos líquidos más espesos permiten un mayor control a la hora de tragar, lo que facilita esta operación. Además, poseen unos cambios en sus características fisiológicas que hacen que la biomecánica necesaria para tragar sea más sencilla. Esto contribuye a un proceso de deglución más seguro puesto que se ha observado que los líquidos normales llegan antes y están más tiempo en la parte faríngea que los líquidos con consistencia miel (*honey-thick liquids*). La pregunta de cómo medir la viscosidad de los alimentos líquidos está en la cabeza de muchos expertos en reología y conocer las propiedades de los materiales está ayudando a efectuar una caracterización de estos productos. Determinar cuidadosamente las características de textura en los alimentos triturados y en los líquidos espesados para garantizar un proceso seguro de deglución, está abriendo un amplio campo de investigación (Cichero et al., 2013).

1.3.2. Importancia y clasificación de la textura en la disfagia

Los pacientes con disfagia tienen un alto riesgo de padecer problemas de malnutrición y deshidratación y es por eso por lo que la textura de su dieta debe ser modificada. Además, los fluidos espesados reducen el riesgo de aspiración y reduce la retención faríngea del producto. Modificando la textura de los alimentos se puede lograr que estas personas puedan tener un buen aporte nutricional e hídrico de manera segura (Luis et al., 2014).

Al no existir una buena caracterización de las texturas de los alimentos, cada país o laboratorio usa sus propias texturas con características distintas. Inconsciencia y errores en el etiquetado han llegado a ocasionar muertes atribuidas a dar comida con texturas inapropiadas a pacientes con disfagia. Por ello, es muy importante la estandarización de parámetros para poder saber qué texturas son las seguras y que sean universales, para que no haya posibles errores en el etiquetado o en la manipulación y preparación de los alimentos. Además, esto permitirá la mejor comunicación entre los expertos de la salud, investigadores, industrias

asociadas y todo ello mejorará la calidad de vida y la seguridad de los pacientes (Cichero et al., 2013).

Hoy en día existen una gran variedad de clasificaciones de los alimentos fluidos espesados en diferentes niveles de consistencias. Desde las que clasifican estos productos en un único nivel de “espesado” hasta las que los clasifican en más de cuatro niveles de fluidos espesados. Las palabras usadas para describirlos en la literatura referida a la disfagia también son muy diversas y a menudo no están bien definidas. Los investigadores utilizan términos como “pudding”, “*thickened liquid*” o “*honey-thick liquid*” refiriéndose a diferentes texturas, pero no proporcionan una definición concreta de lo que significan tales vocablos. Estas palabras van relacionadas con adquirir una textura determinada y darle el nombre de un producto que sea globalmente conocido como son “néctar”, “miel” o “pudding” y adquirir una textura parecida a dichos productos. Si el ajuste de la textura de los fluidos tiene un impacto en la salud, entonces, la textura exacta de estos productos necesita ser identificada, descrita e informar de ello para que pueda ser reproducible en cualquier lugar (Cichero et al., 2013)

Normalmente se usan 3 ó 4 niveles para los alimentos con textura modificada para los que se utilizan unos 54 nombres distintos en todo el mundo (Cichero et al., 2013). En la tabla 1 se resume una de las clasificaciones más sencillas para los alimentos fluidos destinados a consumidores con problemas de masticación o deglución (Velasco et al. 2007)

Tabla 1. *Clasificación de los alimentos fluidos, destinados a situaciones con alteración de la masticación y la deglución (Velasco et al., 2007)*

Tipo de consistencia	Descripción	Ejemplos
Líquido claro	No deja residuos en el recipiente	Agua, infusión, café, té, caldo...
Néctar	Forma una capa fina en recipiente Se sorbe con una pajita Cae fácilmente de la cuchara Se bebe del vaso	Néctar de fruta Zumo de tomate Crema de calabacín
Miel	Forma una capa gruesa en recipiente Difícil sorber con pajita Gotea de la cuchara Puede beberse en vaso	Fruta triturada Purés de verduras
Puddin	Adopta la forma del recipiente No se sorbe con pajita Se mantiene en la cuchara No puede beberse	Mermeladas Gelatinas Natillas

Para los líquidos espesados se utilizan tres o más niveles de viscosidad, pero también se usan demasiados nombres para referirse a ellos (Cichero et al., 2017). En la tabla 2 se puede observar una clasificación para los alimentos sólidos, según la consistencia, destinados a consumidores con problemas de masticación o deglución (Velasco et al., 2007).

Durante la última década se han producido avances hacia la estandarización de la terminología y definiciones para alimentos sólidos y líquidos con textura modificada. Existen, según el país o la ciudad, distintos términos para referirse a una textura en concreto. Para mejorar la seguridad de ingesta de alimentos sólidos y líquidos para personas con disfagia, es importante la estandarización. Poco a poco esto se va globalizando y cada vez se usan más ciertos términos y definiciones cuando se describen texturas en los alimentos. Así, por ejemplo, el grupo norteamericano *National Dysphagia Diet Task Force* (NDDTF) propuso clasificar los

alimentos fluidos en cuatro niveles en función de su viscosidad a 25 °C: *thin* (1-50 cP), *nectar-like* (51-350 cP), *honey-like* (351-1,750 cP), y *spoon-thick* (>1,751 cP) (Cichero et al., 2013).

Tabla 2. *Clasificación de los alimentos sólidos, según la consistencia, destinados a situaciones con alteración de la masticación y la deglución* (Velasco et al., 2007)

Tipo de consistencia	Descripción	Ejemplos
Puré	Alimento homogéneo, son grumos y cohesivo Textura en función de las necesidades del paciente (pajita o cuchara) Se puede añadir espesantes para mantener estabilidad y consistencias No precisan masticación	Puré vegetal (patatas, verduras...) Leche con harina (maíz, arroz...) Postres lácteos (flan, natillas...)
Masticación muy fácil	Alimentos jugosos de textura gelatinosa Secos servirse con salsas muy fluidas Se pueden aplastar fácil con el tenedor Forman el bolo fácilmente Casi no requieren masticación	Pasta muy cocida con aceite Sopa de pan Filetes de pescado blanco sin espinas y desmenuzados en salsa Jamón cocido fino Queso fresco Manzana cocida
Masticación fácil	Alimentos jugosos de textura blanda Alimentos secos cocinados con salsa Se pueden trocear fácilmente con un tenedor Forman bolo con facilidad Requieren poca masticación	Verduras hervidas con patata cocida Hamburguesa con salsa de tomate Fruta muy madura
Normal	Cualquier alimento de la alimentación ordinaria	Alimentos con riesgo de atragantamiento

En las tablas 3 y 4 se recogen las distintas texturas existentes y sus nombres en distintos países (Cichero et al., 2013). En el presente estudio se propone emplear la nomenclatura NDDTF por ser la clasificación numérica más usada internacionalmente.

1.4. La textura y los agentes texturizantes comerciales

La industria alimentaria ha apoyado a las personas con disfagia desarrollando diferentes productos que les permiten un consumo más seguro. En general, los espesantes comerciales consisten en almidones modificados y gomas como base y se están haciendo populares por su precio reducido, comodidad de uso y fácil preparación (Kim et al., 2014)

Según estudios realizados en lo que se comparan espesantes basados en gomas frente a espesantes de almidón, se indica que los primeros presentan una viscosidad mayor (Waqas, et al., 2017)

Tabla 3. Terminología internacional para líquidos espesados (Cichero et al., 2013)

Country	< “Water-like”	1	2	“Pudding-like” >
USA (NDD)[45]	Thin (1-50 cP ^a)	Nectar-Like (51-350 cP ^a)	Honey-like (351-1750 cP ^a)	Spoon-thick (>1750cP ^a)
United Kingdom[44]	Thin	Thickened fluid – stage 1	Thickened fluid - stage 2	Thickened fluid – Stage 3
Australia[6]	Regular	Level 150 – Mildly thick	Level 400 – moderately thick	Level 900 – Extremely thick
Ireland[40]	Regular	Grade 1 – Very mildly thick	Grade 3 – Moderately thick	Grade 4 – Extremely thick
Japan (JSDR; scheme)[41]	Less mildly thick (< 50 mPa.s ^b)	Mildly thick (50-150 mPa.s ^b)	Extremely thick (300-500 mPa.s ^b)	Over Extremely thick (> 500 mPa.s ^b)
Canada	Regular/ Thin/ Clear	Nectar / Stage 1 / Level 1 / >250cP / 51-350 cP	Honey / Stage 2 / Level 2 / > 800 cP / 351-1750cP / Default Thick	Pudding / Spoon thick / Stage 3 / level 3 / > 2000 cP / > 1750 cP
Denmark[46]	Normal	Syrup	Jelly	
Spain	Thin	Chocolate milk	Medium	Full protection/thick/pudding
Netherlands	Thin	“Thickened”		Pudding-like
Brazil	Normal or thin	Thicker liquid	Nectar or Honey	Paste or Creamy (Homogenous or Heterogenous)
Sweden[43]	Liquids	Thickened liquids		

Tabla 4. *Terminología internacional para alimentos con textura modificada (Cichero et al., 2013)*

Country	< Regular food			Extensively texture modified food >			
	Regular	Dysphagia Advanced (bite sized, < 2.5cm)	Dysphagia mechanically altered (0.6cm)	Dysphagia pureed	Texture B – Thin Puree dysphagia diet	Texture C – Thick Puree Dysphagia Diet	Texture D – Liquidised
USA (NDD)[45]	Regular	Texture E – Fork mashable dysphagia diet (1.5cm)	Texture D – Pre-mashed dysphagia diet (0.2cm)	Texture C – Thick Puree Dysphagia Diet	Texture B – Thin Puree dysphagia diet	Texture D – Liquidised	Texture D – Liquidised
United Kingdom[44]		Texture A – Soft (1.5cm)	Texture B – Mince + Moist (0.5cm)	Texture C – Smooth pureed			
Australia[6]	Regular	Texture A – Soft (1.5cm)	Texture B – Mince + Moist (0.5cm)	Texture C – Smooth pureed			
Ireland[40]		Texture A – Soft	Texture B – Mince and Moist	Texture C – Smooth Pureed			
Japan (Hardness, cohesiveness and adhesiveness ranges available)[41]	Level 5 Normal diet	Level 4 Soft food	Level 3 (Dysphagia Diet) Paste containing meat/fish	Level 2 (Dysphagia Diet) Jelly food with protein [Rough jelly surface]	Level 1 (Dysphagia Diet) Smooth Jelly food with protein, except for meat and fish	Level 0 (Test Food) Smooth Jelly food without protein	Level 0 (Test Food) Smooth Jelly food without protein
Canada	Easy to chew or Regular / General / Dysphagia General	Chopped or diced / Dysphagia Soft / Dysphagia soft + minced / stage 3 / Level 3 / Dental soft / Easy to chew with minced meat / cut up	Advanced Minced / Mince with finger foods / Diced / Chopped / Soft minced	Minced / Mashed / Modified minced / Dysphagia Fully totally minced / Level 2 mechanical / minced moist / minced meat modified vegetables	Minced / Mashed / Modified minced / Dysphagia Fully totally minced / Level 2 mechanical / minced moist / minced meat modified vegetables	Puree / Thin Puree / Dysphagia Puree / Stage 1 / Level 1 / Semi-puree	Blenderized / liquidized
Denmark[46]	Normal	Soft		Puree			
Spain	Normal	Easy mastication		Puree			
Netherlands	Normal	Normal with soft meat/fish/chicken – no particulates (e.g peas, rice)	Mashed	Puree			
Brazil	Solid			Jellied products			Soft Solid or Puree
Sweden[43]	Regular or Cut	Coarse Paté	Timbales	Jellied products	High viscosity fluids		Low viscosity fluids

Se han desarrollado agentes texturizantes líquidos y en polvo que espesan los fluidos para que los usuarios puedan modificar la viscosidad de sus bebidas y así elegir qué consumir. También se comercializan alimentos líquidos ya espesados con una variedad de sabores para el consumidor con disfagia, pero se necesita investigar sobre el correcto nivel de consistencia que tienen que alcanzar. Por último, y esta vez para productos sólidos, se elaboran platos envasado de alimentos con la textura modificada. Esto puede ayudar a la comodidad de las personas con disfagia y la gente que los rodea para poder llevar una dieta no sólo saludable, sino también segura para la disfagia (González et al., 2016).

1.5. La justificación del trabajo

Existen estudios en los que se analiza cómo influye un determinado espesante en distintos productos alimentarios. Esto no permite una correcta caracterización de las texturas dado que con otros espesantes es posible que no se consiga la misma consistencia para un mismo producto (Kim et al., 2017).

Hasta ahora existen estudios sobre cómo afectan los distintos texturizantes a las características organolépticas de los productos tratados, pero no se estudian su comportamiento de viscosidad ni de textura (Lotong et al., 2003; Ong et al., 2018). Además, otros estudios comparan distintas formas de medida para comprobar si con ambas mediciones se obtienen los mismos resultados.

El presente trabajo parte por una falta de terminología y definiciones sobre las posibles texturas que se pueden alcanzar con espesantes comerciales. Como se puede ver en otros estudios realizados hay una necesidad de estandarización de terminología referida a las texturas de alimentos destinados a pacientes con problemas de disfagia (Cichero et al., 2013). Existen estudios en los que se investiga la textura siguiendo las recomendaciones del fabricante para comprobar si estos tienen una estandarización clara de las texturas y si las recomendaciones descritas por el fabricante corresponden a la dosis necesaria real para alcanzar cada textura. En dichos estudios se determinan las concentraciones reales que se han de añadir para alcanzar una textura estandarizada o se compara entre diferentes almidones, como los de maíz y de patata (García González et al., 2016; Waqas et al., 2017).

Para realizar una caracterización de las posibles texturas que se pueden lograr con distintos espesantes parece más razonable probarlos con el mismo producto alimenticio. De esta manera, los resultados entre espesantes y entre las distintas texturas logradas con cada espesante pueden ser comparables.

Todos los estudios mencionados anteriormente dejan campo para estudiar cuál es el comportamiento de distintos espesantes para un mismo producto y así poder caracterizar su comportamiento. Este será el trabajo a desarrollar en este proyecto.

1.6. Objetivos del trabajo

El objetivo general del presente trabajo es caracterizar la consistencia obtenida con varios agentes texturizantes comerciales, usando un producto alimenticio comercial, para obtener una textura segura para la disfagia.

Con el fin de desarrollar el estudio y alcanzar este objetivo se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Estimar la viscosidad aparente de las distintas consistencias obtenidas con los texturizantes comerciales mediante una técnica de viscosimetría rotacional a velocidad constante.

2. Estimar la fuerza de extrusión de las consistencias obtenidas con los texturizantes comerciales mediante una técnica de compresión uniaxial a velocidad constante.
3. Comparar los resultados obtenidos con las técnicas anteriores para verificar si las texturas obtenidas se ajustan a los niveles de consistencia declarados por los fabricantes de los espesantes comerciales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño experimental

Las fases seguidas durante el desarrollo de los análisis de este proyecto están organizados en los siguientes puntos así como en la figura 1.

- 1° Añadir las cantidades recomendadas por cada fabricante, indicadas en la etiqueta de los agentes texturizantes, para conseguir cada una de las tres consistencias.
- 2° Mezclar los productos y calentarlos en el robot de cocina.
- 3° Verter la mezcla en los recipientes más apropiados para cada uno de los aparatos de medida; este proceso se efectúa en caliente.
- 4° Refrigerar las muestras en frigorífico durante un mínimo de 10 horas.
- 5° Atemperar las muestras hasta 21 °C como paso previo a los análisis instrumentales.
- 6° Realizar las mediciones pertinentes a cada muestra.

En primer lugar, se añade el espesante en la cantidad recomendada por el fabricante según la cantidad de tomate que se necesite para realizar la medida. Con ayuda del robot de cocina se mezclan uno y otro, pues así son más manejables, y seguidamente se añaden a los recipientes en los que se efectuará la medida. Posteriormente se mantienen en refrigeración hasta el momento de los análisis, que previamente se atemperarán.

Se van a analizar las muestras de las diferentes consistencias. Para cada nivel de textura se va a realizar el análisis de cada aparato por triplicado. Los análisis realizados fueron un estudio de fuerza de extrusión con el texturómetro y un análisis de la viscosidad aparente con el viscosímetro.

2.2. Materiales

Para este trabajo se utilizaron los espesantes que actualmente hay en el mercado y que se destinan a la disfagia. Algunos espesantes se pueden utilizar tanto en frío como caliente, pero otros solo en caliente. Por ello, y para que los

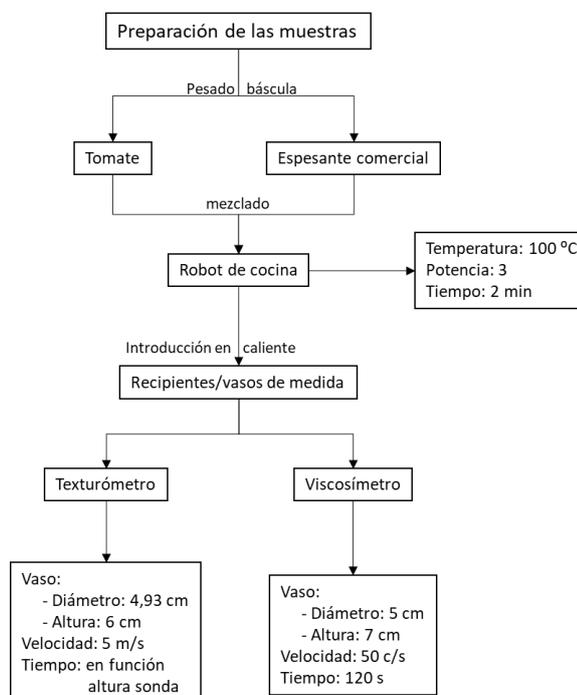


Figura 1. Diagrama del diseño experimental empleado.

resultados sean cuantitativamente comparables, se aplicaron las mismas condiciones a las mezclas obtenidas con cada espesante.

El alimento elegido como modelo fue una salsa comercial de tomate frito. Esta elección se debe a que este producto es mundialmente conocido y tiene una producción estandarizada, por lo que sus características de composición no variarán con la producción.

2.2.1. Salsa de tomate

Se utilizó una salsa tomate frito comercial (Orlando, La Rioja, España) por las razones antes señaladas. Según declara el fabricante en su etiquetado, los ingredientes son tomate, aceite de girasol, sofrito de cebollas y ajos frescos, almidón modificado de maíz, azúcar y sal. Aunque contiene carbohidratos (8%), grasas (3,1%) y proteínas (1%), su componente mayoritario es el agua de modo que es una matriz relativamente simple y estandarizada.

En la figura 2 se recoge la imagen del envase y la composición nutricional que declara el fabricante en su etiqueta.



Valor nutricional	Por 100 g
Valor energético	66 kcal / 276 kJ
Grasas	3,1 g
de las cuales saturadas	0,4 g
Carbohidratos	8,0 g
de los cuales azúcares	5,8 g
Proteína	1,0 g
Sal	1,3 g

Figura 2. *Envase, etiquetado y composición del producto empleado.*

2.2.2. Agentes texturizantes comerciales

Cada espesante presenta en su etiquetado la forma de uso y la cantidad que hay que añadir para la preparación de una textura determinada. Pero cada fabricante presenta unas cantidades distintas a los otros. Para este estudio se utilizaron los siguientes espesantes: Nestlé Resource Clear® (Nestlé, Vevey, Suiza); Nutilis Clear® y Nutilis Powder® (Nutricia Advanced Medical Nutrition, Lisboa, Portugal); Gelea (Biozoon, Bremerhaven, Alemania); Diasorina-E® (Diasa industrial, La Rioja, España). En la tabla 5 se resume el valor nutricional de cada uno de los espesantes empleados para el estudio y en la tabla 6 se resume los ingredientes presentes en cada espesante. Como puede observarse en dicha tabla, los espesantes comerciales seleccionados son muy calóricos. Sin embargo, a las dosis que se usan no es un aspecto relevante. Todos ellos tienen un componente común en mayor proporción, los carbohidratos. Además, la fibra dietética se encuentra en la composición de todos los productos trabajados en una cantidad importante. Esto es así porque están formados por almidones y por gomas. También puede apreciarse la prácticamente ausencia de grasas y proteínas en su composición.

Tabla 5. Resumen del valor nutricional de los espesantes utilizados, referido a 100 g (ND: no declarado).

Componente	Nestlé Resource Clear	Nutlis Clear	Nutlis Powder	Gelea	Diasorina-E
Valor energético (kcal/ kJ)	306 / 1287	290 / 1230	363 / 1545	1161 / 2789	ND
Grasas (g)	0	0	0,1	0	ND
de las cuales saturadas (g)	0	0	0,1	0	ND
Carbohidratos (g)	62	57,6	87,5	48	ND
de los cuales azúcares (g)	1,8	10,9	1,5	3,4	ND
Proteína (g)	1	0,8	0,3	0,9	ND
Sal (g)	2,7	3,8	0,2	0,2	ND
Fibra dietética (g)	27	28	5,8	41,3	ND

Tabla 6. Resumen de los ingredientes presentes en los espesantes utilizados.

Ingrediente	Nestlé Resource Clear	Nutlis Clear	Nutlis Powder	Gelea	Diasorina-E
Goma xantana	X	X	X	X	—
Goma guar	—	X	X	—	—
Goma garrofín	—	—	—	—	X
Goma tara	—	—	X	—	—
Agar agar	—	—	—	X	—
Carragenato	—	—	—	—	X
Almidón modificado (de maíz)	—	—	X	—	—
Maltodextrina	X	X	X	X	—
Cloruro potásico	X	—	—	—	—

Como se puede observar en la tabla 6, la composición de los productos difiere mucho, con productos como Diasorina-E, que está formada por dos gomas, garrofín y carragenato y otros como Nutlis Powder, que cuentan en su composición con hasta cinco ingredientes espesantes y gelificantes diferentes. Además, la goma xantana y la maltodextrina forman parte de la mayoría de los espesantes seleccionados. Diasorina-E, que es un texturizante de reciente comercialización, posee unos componentes distintos al resto de espesantes. Esta información sobre los ingredientes de los agentes texturizantes puede anticipar que proporcionarán texturas diferentes unas de otras y explicaría que se recomienden distintas dosis de cada uno para conseguir la misma consistencia.

En la figura 3 se muestran los distintos espesantes empleados para realizar los análisis correspondientes.



Figura 3. *Espesantes empleados en el estudio.*

2.3. Métodos

2.3.1. Preparación de las muestras

Se han preparado las muestras según las instrucciones proporcionados por cada fabricante en el etiquetado de cada uno de los productos, usando las cantidades necesarias (tabla 8) para conseguir cada una de las texturas indicadas. Los productos Nutilis Powder, Nutilis Clear y Nestlé Resource, permiten conseguir los tres niveles de consistencia que en la literatura se denominan como “néctar”, “miel” y “pudin”. Con el espesante Diasorina-E se trabajó a las dosis máxima (1 %) y mínima (0,25 %) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, ya que con ello se consigue una textura de tipo gel de diferentes consistencias. Gelea permite obtener una única textura con características de gel firme. Puesto que con este último agente texturizante se necesita alcanzar la ebullición durante dos minutos, que son las condiciones propuestas por el fabricante, éstas serán las utilizadas con todos los demás productos.



Figura 4. *Peso en el que se mide la cantidad de espesante a utilizar.*



Figura 5. *Robot de cocina (HotMix Pro)*

En la tabla 7 se resumen las condiciones de tiempo, temperatura y velocidad a las que se trabajó para realizar la mezcla de los productos comerciales y el tomate en el robot de cocina HotMix Pro de 1.500W (HotMix Pro, Cantabria, España), mostrado en la figura 5. Tras esto, es necesario refrigerar las muestras por lo que se mantuvieron 12 horas a 7 °C en el frigorífico (Siemens, Berlín, Alemania).

Tabla 7. *Condiciones seleccionadas para la preparación de las muestras en el robot de cocina (Hotmix Pro).*

Parámetro	Condición
Temperatura (°C)	100
Velocidad (programado en el robot)	3
Tiempo (minutos)	2

La mezcla ya calentada y más maleable se vierte directamente en los vasos de medida antes de que se enfríe y sea menos manejable. Una vez en sus recipientes, estos pasan a refrigeración un mínimo de 12 horas. Tras el tiempo de refrigeración, las muestras son atemperadas a una temperatura ambiente de 21 °C y se procede a su análisis.

Para la preparación de las distintas texturas según el etiquetado se utilizaron las cantidades de recomendadas por los fabricantes en el etiquetado. Las cantidades de cada espesante necesaria para lograr cada textura viene resumido en la tabla 8.

Tabla 8. *Resumen de las cantidades necesarias de cada espesante para preparar las texturas pertinentes para el estudio. Se han elegido estas cantidades siguiendo la recomendación de los fabricantes.*

Espesante	Tipo de consistencia	Cantidad (g)/100 g
Nestlé Resource Clear	Néctar	1,2
	Miel	2,4
	Pudín	3,6
Nutilis Clear	Néctar	1,5
	Miel	3,0
	Pudín	4,5
Nutilis Powder	Néctar	6,0
	Miel	8,0
	Pudín	10,0
Gelea	Gel	2,8
Diasorina-E	0,25%	0,25
	1%	1,0

Si bien las cantidades son diferentes, la textura objetivo debería coincidir en valores, puesto que se suponen estandarizadas para todos los fabricantes de estos productos.

Para este trabajo se va a realizar un estudio de textura con el texturómetro y de la viscosidad con el reómetro. Estos análisis nos van a permitir caracterizar las texturas de los productos analizados.

2.3.2. Análisis de compresión uniaxial

Se empleó el modelo TA-XT2i Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido). En la figura 6 se muestran los componentes principales, incluyendo el vaso, la sonda y el vástago.



Figura 6. *Texturómetro TA-XT2i Texture analyser, vaso, sonda de aluminio P/35 y vástago utilizados en el presente trabajo.*

Se emplea un método de extrusión a una velocidad constante de bajada de 5 mm/s. La sonda descende hasta que el producto se comprime y es ahí cuando comienza el retorno, a una velocidad de 10 mm/s. Durante el proceso de compresión es importante que el producto no rebose de modo que parte del mismo entre en la sonda o que se ponga sobre la misma. Hay que recordar que durante el retorno de la sonda se estima el parámetro denominado *pegajosidad*.

Para los análisis de textura se emplearon unos vasos específicos para este tipo de análisis que encajan perfectamente en la base utilizada. Esta base permite colocar el recipiente de manera centrada siempre para que no haya un posible contacto pared-sonda o similar que interfiera en los análisis. Las dimensiones de los vasos son: 5 cm diámetro externo, 4,93 cm de diámetro interno y 6 cm de altura. La sonda de aluminio es el modelo P/35, que tiene forma cilíndrica, con una altura de 3,6 cm y un diámetro de 3,5 cm. Se conecta al brazo del analizador de textura mediante un vástago de 2 cm de diámetro en su parte ancha y 1,4 cm en su parte estrecha y 15 cm de altura. La parte ancha de la sonda tiene una altura de 5,5 cm (figura 6).

La recopilación de datos instrumentales se efectuó con ayuda del software Exponent Lite vers. 6.1.1. (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido). Para ello se edita un proyecto con el que cuantificar los máximos de fuerza positiva (*extrusión*) y negativa (*pegajosidad*) y las correspondientes áreas positiva y negativa asociadas a esos máximos. En cada muestra se realizaron tres repeticiones y los resultados se expresaron en N.

2.3.3. Análisis de la viscosidad aparente

Se utilizó un viscosímetro modelo ViscoTester 7R (Haake, Karlsruhe, Alemania) que se muestra en la figura 7 junto a los vasos empleados. Se trata de un viscosímetro rotacional que permite trabajar a distintas velocidades y durante tiempos distintos. El modelo que vamos a emplear será lineal y mantendrá la velocidad constante durante todo el análisis. Los vasos usados para los análisis de la viscosidad tienen un diámetro de 5 cm y una altura de 7 cm.



Figura 7. Viscosímetro ViscoTester 7R (Haake, Karlsruhe, Alemania) y vaso utilizado.

Para la recopilación de datos se emplea el software Haake Rheowin (Haake, Karlsruhe, Alemania). Con este software se obtendrá la medida de viscosidad relativa para el producto analizado. Se seleccionan los parámetros mostrados en la tabla 9 para el modelo de estudio. Se trabajará a una velocidad continua durante todo el análisis.

Tabla 9. Parámetros seleccionados para el modelo usado en el análisis de la viscosidad.

Parámetro	Condición
Velocidad rotacional (ciclos/s)	50
Tiempo (s)	120

El programa nos ofrece un gráfico con la evolución de la viscosidad durante el ensayo y los datos de viscosidad relativa (cP) obtenidos durante el transcurso del análisis en forma de hoja de cálculo. Los husillos son todos de una longitud de 12 cm, y tienen 5 cm desde la punta hasta la ranura que indica la altura a cubrir para la medición. Se usan vasos más estrechos que en el texturómetro para ser capaces de cubrir esta altura sin derrochar producto. Los husillos se forman por un eje cilíndrico de 0,3 cm. En este eje se encuentra un disco de 2 mm de altura que varía su diámetro en función del husillo. Los diámetros de los husillos usados se pueden ver en la tabla 10 y la colección de husillos disponible en la figura 8.

Tabla 10. Características de los husillos utilizados en el presente estudio.

Husillo (código)	R5	R6	R7
Diámetro (cm)	2	1,5	0,3

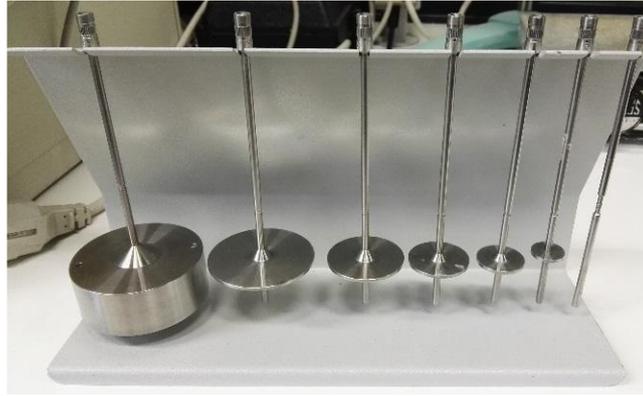


Figura 8. Colección de husillos disponibles para el viscosímetro modelo ViscoTester 7R.

2.4. Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo (media y desviación estándar) de los resultados obtenidos con cada técnica instrumental. También un análisis de inferencia basado en el ANOVA de una vía seguido de una comparación múltiple *a posteriori* mediante el test de Tukey. Se usó como criterio de significación un valor de $P < 0,05$. Todos los análisis se efectuaron con el programa estadístico SPSS Statistics vers. 22.0.0 (IBM Corp., New York, EE. UU.).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados todos los ensayos y obtenidos los datos necesarios se procede a su estudio. Para poder analizar los resultados de una manera fiable se realiza un estudio estadístico. En este apartado se analizarán por separado los datos obtenidos del texturómetro y los obtenidos del viscosímetro. Se estudiará la distribución en grupos homogéneos de los espesantes y sus consistencias para los parámetros estudiados, para ver si realmente están estandarizados o si muestran valores diferentes entre ellos para las mismas texturas.

3.1. Análisis de compresión uniaxial

La figura 9 permite comparar las curvas de fuerza (N) frente al tiempo (s) que se obtuvieron con la salsa de tomate y con la salsa de tomate más el espesante Nestlé Resource a las tres dosis indicadas en el apartado de *Material y métodos*. El máximo de las curvas se corresponde con la fuerza necesaria para someter a extrusión el producto (*cohesividad*) y el mínimo se asocia a la fuerza para separar la sonda del producto (*pegajosidad*). La cohesividad está relacionada con la integridad de la muestra analizada y la pegajosidad con el carácter adhesivo del producto. Puede apreciarse que cuanto mayor es la dosis de espesante mayores son las fuerzas extrusión y de pegajosidad.

En la figura 9 se puede observar una comparativa de los perfiles de la textura en las tres consistencias alcanzadas del espesante Nestlé Resource y la muestra control. Como se aprecia en el gráfico la pegajosidad y la cohesividad aumentan con el uso de espesante y se alcanzan tres niveles distintos. La salsa de tomate al presentar una consistencia néctar de por sí, presenta unos valores parecidos a la consistencia néctar alcanzada con el espesante.

Los resultados obtenidos en las mezclas de los diferentes agentes espesantes se resumen en la tabla 11. Puede apreciarse que la mezcla control (salsa de tomate sin espesante alguno) registró los valores más bajos en todos los parámetros analizados. Hay que señalar que de acuerdo con la bibliografía su consistencia se tipifica como “tipo néctar”. No difieren de estos valores los obtenidos con las mezclas de Nestlé Resource (a las dosis para obtener

consistencias tipo néctar y tipo miel) y de Nutilis Clear (a la dosis para lograr una consistencia tipo néctar).

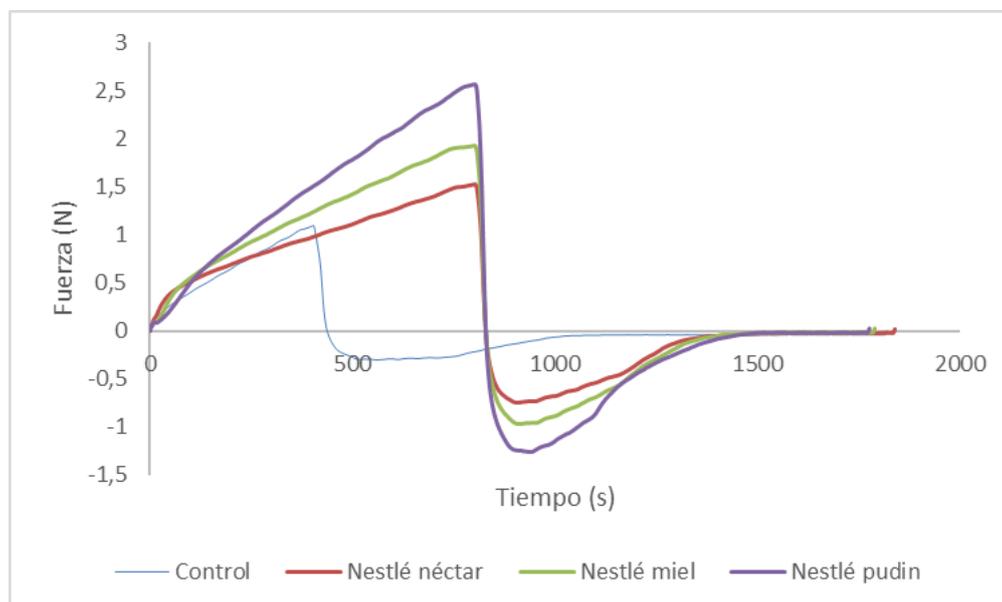


Figura 9. Comparación de los perfiles de la textura en las tres consistencias alcanzadas con el espesante Nestlé Resource y la muestra control (salsa de tomate frito).

Tabla 11. Valores de la fuerza de extrusión (expresada en N) en mezclas de salsa de tomate tratadas con cada uno de los espesantes comerciales a diferentes concentraciones. Los resultados se expresan como media \pm DE. Letras iguales en la misma columna significa que pertenecen al mismo grupo.

	Consistencia	Pico positivo de fuerza (N)	Pico negativo de fuerza (N)	Área positiva (N s)	Área negativa (N s)
Control	Néctar	1,06 \pm 0,04 ^a	-0,28 \pm 0,02 ^e	1,33 \pm 0,07 ^a	-0,73 \pm 0,04 ^e
Nestlé Resource	Néctar	1,50 \pm 0,05 ^{a,b}	-0,71 \pm 0,05 ^{d,e}	3,80 \pm 0,19 ^{a,b}	-1,26 \pm 0,08 ^{d,e}
	Miel	1,96 \pm 0,02 ^{a,b,c}	-0,99 \pm 0,02 ^{d,e}	4,97 \pm 0,02 ^{a,b}	-1,68 \pm 0,04 ^{d,e}
	Pudin	2,53 \pm 0,05 ^{b,c,d}	-1,25 \pm 0,01 ^{d,e}	6,09 \pm 0,12 ^{a,b,c}	-2,10 \pm 0,05 ^{d,e}
Nutilis Clear	Néctar	1,79 \pm 0,18 ^{a,b,c}	-0,93 \pm 0,14 ^{d,e}	4,48 \pm 0,75 ^{a,b}	-1,61 \pm 0,26 ^{d,e}
	Miel	2,76 \pm 0,08 ^{c,d}	-1,27 \pm 0,04 ^{d,e}	6,38 \pm 0,15 ^{a,b,c}	-2,13 \pm 0,15 ^{d,e}
	Pudin	3,45 \pm 0,31 ^d	-1,52 \pm 0,04 ^{d,e}	7,38 \pm 1,02 ^{b,c}	-2,39 \pm 0,34 ^{d,e}
Nutilis Powder	Néctar	6,05 \pm 0,12 ^e	-4,27 \pm 0,08 ^c	15,31 \pm 0,58 ^d	-5,81 \pm 0,10 ^c
	Miel	13,05 \pm 1,06 ^f	-6,16 \pm 1,44 ^b	27,42 \pm 5,28 ^e	-7,72 \pm 1,42 ^b
	Pudin	12,84 \pm 0,30 ^f	-7,74 \pm 0,82 ^a	29,27 \pm 2,29 ^e	-9,13 \pm 1,25 ^b
Diasorina-E	0,25%	3,23 \pm 0,27 ^d	-1,77 \pm 0,20 ^d	10,33 \pm 0,21 ^{c,d}	-2,49 \pm 0,94 ^d
	1 %	19,59 \pm 0,37 ^f	-5,50 \pm 0,53 ^{b,c}	51,87 \pm 1,35 ^f	-8,50 \pm 0,61 ^b
Gelea	Gel	19,50 \pm 0,30 ^f	-8,94 \pm 0,14 ^a	58,46 \pm 0,94 ^g	-11,34 \pm 0,45 ^a

La misma letra en el superíndice indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de la columna.

En el caso del pico positivo de fuerza se forman seis grupos de fuerzas distintas. Este pico de fuerza positivo está relacionado con la fuerza necesaria para romper la estructura del producto. Esta integridad de la estructura se denomina cohesividad. Como se aprecia en la tabla 11, el grupo que presenta mayor fuerza es el compuesto por las consistencias tipo miel y pudín de Nutilus Powder, Gelea y Diasorina-E al 1 %. Conviene destacar que si bien Gelea y Diasorina-E presentan valores más altos que Nutilus Powder, estadísticamente no hay diferencias significativas entre sus picos de fuerzas positivas. Estas consistencias son las que requieren una mayor fuerza para romper su estructura, presentan una mayor cohesividad. El grupo de mezclas con los valores más bajos de fuerza está formado por la muestra control, el espesante Nestlé Resource con consistencia tipo miel y los espesantes Nestlé Resource y Nutilus Clear con consistencia tipo néctar. Sus mezclas son más blandas y no requieren de mucha fuerza para romper su estructura.

La fuerza negativa está relacionada con el carácter adherente de la superficie, por lo que se puede decir que este parámetro está relacionado con la pegajosidad. Análogamente a los máximos positivos de fuerza se observó una respuesta similar con los mínimos de fuerza. No obstante, hay que señalar que en este caso Diasorina-E al 1 % resultó diferente a Gelea y a Nutilus Powder en la consistencia tipo pudín. Gelea y Nutilus Powder son los que presentan una mayor pegajosidad con diferencias significativas frente al resto de productos. El grupo con valores más altos numéricamente para este pico de fuerza negativo es muy amplio, corresponden a las fuerzas más pequeñas. Este se ve compuesto por la muestra control y las 3 consistencias tanto del espesante Nestlé Resource como del Nutilus Clear. Este grupo es el que presenta una menor pegajosidad.

El área positiva está relacionada con la consistencia que presenta el producto analizado. Como se aprecia en la tabla 11, para este parámetro se obtuvieron siete grupos, es el parámetro que más diferencias presenta entre las diferentes muestras. En este caso si se puede afirmar que hay un producto que destaca por tener un área positiva mayor significativamente al resto ya que para el grupo “g” que es el que presenta los valores más altos de área, está formado por un solo elemento. El espesante de la marca Gelea es el que conforma este grupo en solitario por lo que se puede decir que es el que presenta una mayor consistencia, y con diferencia, al resto de productos analizados. En cuanto a los valores más bajos de área positiva son los que presentan los productos que forman el grupo “a”. Este grupo está formado por la muestra control, las 3 consistencias del espesante Nestlé Resource y las consistencias néctar y miel del Nutilus Clear.

El último parámetro estudiado con el texturómetro es el área negativa que está relacionada con la viscosidad. En este caso se formaron cinco grupos con diferencias entre ellos. Los valores más bajos numéricamente corresponden a las mayores fuerzas y se encuentran en el grupo “a”, formado únicamente por el espesante Gelea. Esto quiere decir que para este parámetro analizado la Gelea es distinta al resto de productos analizados y presenta la mayor relación con la viscosidad. El grupo “e” es el que presenta los valores más altos numéricamente de área negativa. Este grupo está formado por la muestra control acompañada de los tres tipos de consistencias que se logran con los espesantes Nestlé Resource y Nutilus Clear.

Todas estas comparaciones se pueden apreciar de una manera más visual en la siguiente figura 10. Esta figura permite comparar los valores de cada parámetro estudiado con todas las consistencias alcanzadas.

Al existir diferencias significativas entre las distintas consistencias preparadas, estas se pueden clasificar en grupos que presenten diferencias significativas entre ellos con una confianza del 95 % como indican los grupos de la tabla 11. Se ha realizado esta clasificación por grupos para cada parámetro estudiado y se atribuyen letras en función del grupo al que

pertencen. Las muestras pueden pertenecer a un solo grupo o a varios a la vez en función de lo parecido o diferente que sea a las demás. Esta agrupación se logra realizando un análisis comparación múltiple y Tukey.

Con la tabla de los resúmenes de las medias y desviaciones de las distintas consistencias analizadas en el texturómetro y las gráficas de barras, se puede apreciar cómo todas las consistencias presentan unos picos de fuerza mayores que los del control por lo que se puede decir que los espesantes hacen en parte su función de espesar. El problema es que con las indicaciones de cada marca se debería llegar a una misma consistencia y los valores de néctar, miel y pudín respectivamente deberían ser parecidos, aunque sean marcas distintas. Al no haber una buena caracterización de las texturas, podemos observar cómo cada fabricante tiene una idea distinta de cada consistencia dado que no se replican los resultados para las mismas consistencias. Los espesantes Nestlé Resource y Nutilis Clear presentan un comportamiento parecido. Lo mismo pasa con los gelificantes que presentan unos valores muy similares.

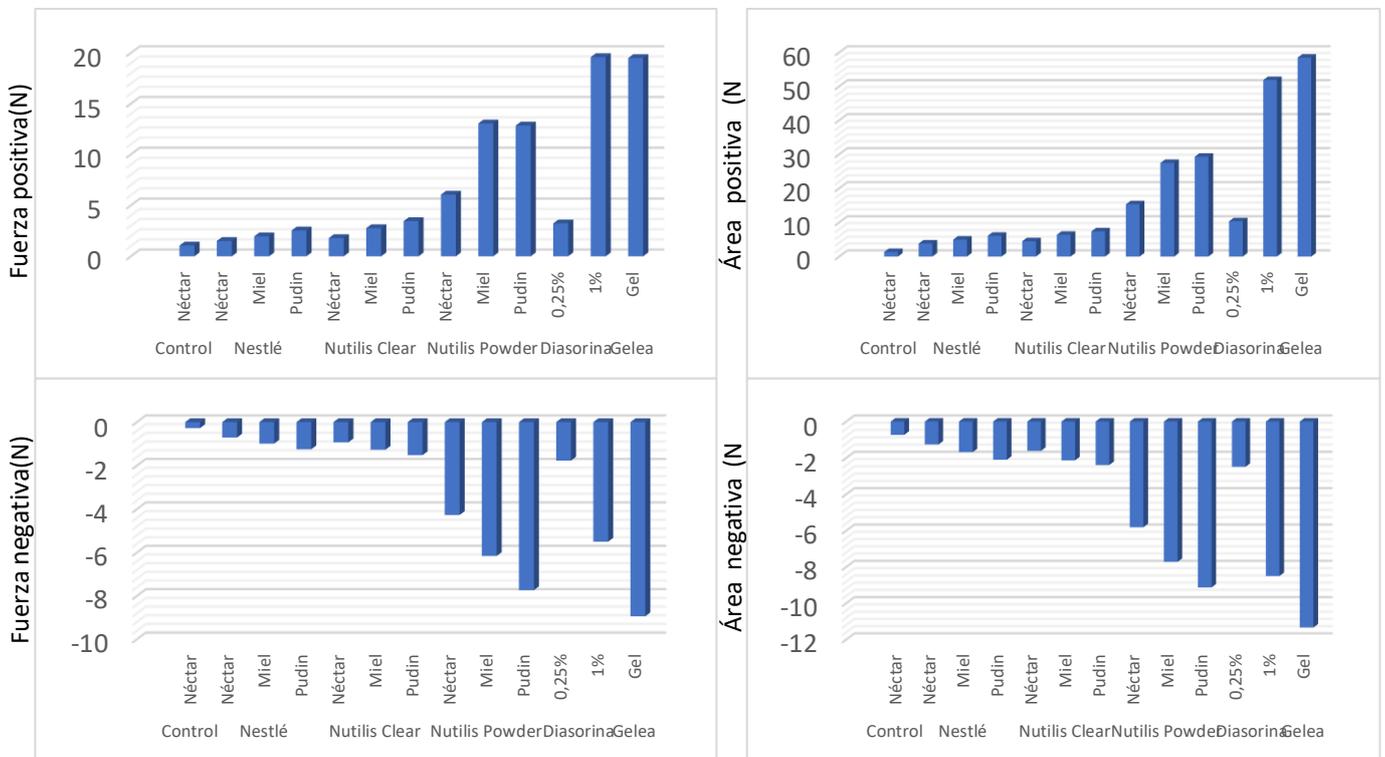


Figura 10. Unión de cuatro gráficos en los que se comparan en cada uno de ellos uno de los parámetros estudiados con el texturómetro. Para cada parámetro se han estudiado todas las consistencias trabajadas.

3.2. Análisis de viscosidad aparente

En este apartado se analizan los resultados obtenidos con el viscosímetro rotacional. En función del tipo de fluido a analizar es conveniente usar un husillo u otro. El porcentaje medido por el aparato debe estar entre 20 y 80 % para que se estén realizando unas mediciones correctas. Para elegir el tipo de husillo para cada muestra basta con realizar un ensayo de prueba-error para ver que husillo usar para cada consistencia. Tras estas pruebas se estableció usar los siguientes husillos para cada tipo de textura como se aprecia en la tabla 12.

Para el posterior análisis estadístico se empleará la media de las viscosidades obtenidas entre los segundos 20 y 120 del análisis ya que como se puede observar en la figura 11, la gráfica ya se ha estabilizado en ese tiempo y obtenemos menores desviaciones en los resultados. El comportamiento de estos productos en el viscosímetro se puede apreciar en la figura 11 donde se estudia la viscosidad con el paso del tiempo. Se comparan las medias de las tres repeticiones efectuadas para cada textura alcanzada con el espesante Nestlé Resource.

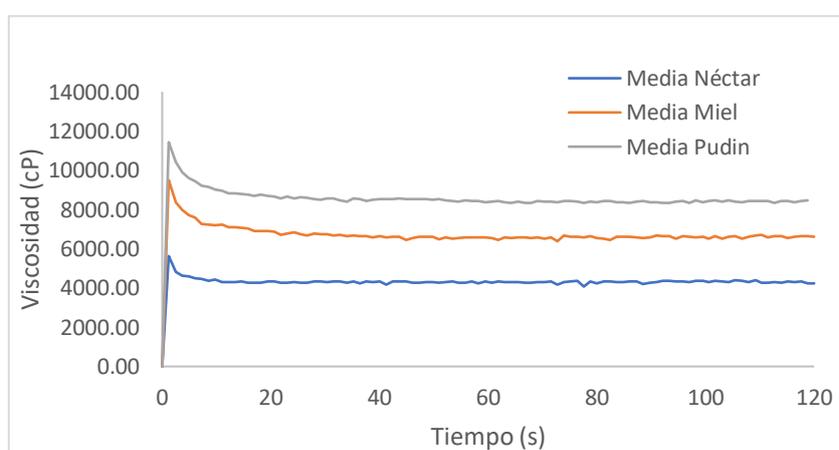


Figura 11. Gráfica comparativa de las diferentes texturas alcanzadas con un mismo espesante (en este caso Nestlé Resource).

En este gráfico se aprecia muy bien las tres texturas alcanzadas y cómo la consistencia néctar es la que presenta menor viscosidad frente al pudín que presenta los valores más altos de la misma y entre las dos, la textura miel.

En la tabla 12 se pueden observar los datos medios obtenidos de las mediciones de los diferentes productos comerciales. Además, se adjuntan los husillos utilizados en cada caso y los diferentes grupos de homogeneidad que conforman.

La muestra control, que es la salsa de tomate sin ningún espesante, arrojó el valor más bajo de todos los productos analizados ($2.885,8 \pm 11,1$ cP). Con esta viscosidad se tipificaría como una consistencia de tipo miel. Las viscosidades más altas ($42.420,2 \pm 1.208,8$ y $52.833,7 \pm 2.507,6$ cP) se apreciaron al usar Nutilis Podwer dosificado para unas consistencias tipo miel y pudín. Comparando estadísticamente las viscosidades se constituyen varios grupos. El grupo con los valores inferiores lo integran las muestras de la salsa de tomate control, Nestlé Resource (tipo néctar), Nutilis Clear (tipo néctar) y Diasorina-E (0,25 %).

Tabla 12. Valores medios y desviación estándar de la viscosidad aparente (*cP*) obtenida de la medición de los espesantes en sus diferentes concentraciones. Se indica el husillo usado en cada caso. Letras diferentes significa que existen diferencias significativas.

Producto / consistencia		Media \pm DE	Husillo
Control	consistencia	2.885,8 \pm 11,1 ^a	R5
Nestlé Resource	Néctar	4.298,7 \pm 244,9 ^{a,b}	R6
	Miel	6.609,8 \pm 283,3 ^{b,c}	R6
	Pudin	8.443,9 \pm 347,4 ^{c,d}	R6
Nutilis Clear	Néctar	5.069,1 \pm 286,7 ^{a,b}	R5
	Miel	10.325,8 \pm 271,9 ^d	R6
	Pudin	17.200,6 \pm 1.606,0 ^f	R7
Nutilis Powder	Néctar	29.797,0 \pm 455,4 ^h	R7
	Miel	42.420,2 \pm 1.208,8 ⁱ	R7
	Pudin	52.833,7 \pm 2.507,6 ^j	R7
Diasorina-E	0,25%	3.748,4 \pm 94,9 ^{a,b}	R7
	1%	13.992,3 \pm 7.80,6 ^e	R7
Gelea	Gel	22.692,7 \pm 1.830,6 ^g	R7

Le sigue un grupo formado por Nestlé Resource (tipos miel y pudín). Y en orden creciente de viscosidades se encuentran Nutilis Clear (consistencias miel), Diasorina-E (1%), Gelea, Nutilis Clear (consistencia pudin), Nutilis Powder en todas sus consistencias.

Para poder ver de una manera más clara diferencias entre los distintos espesantes utilizados se elaboraron gráficas comparando los diferentes espesantes que adquieren esa textura. El control se comparó con la consistencia néctar dado que posee una viscosidad relativa muy parecida. Las texturas tipo néctar, miel y pudin se alcanzan con los espesantes de Nestlé Resource y Nutilis Clear y Powder. Con Gelea y Diasorina-E se obtiene una consistencia de gel firme y también se comparan entre ellas.

La figura 12 permite comparar las curvas de viscosidad aparente (*cP*) frente al tiempo (*s*) que se obtuvieron con la media de tres repeticiones en cada muestra. Cada gráfico compara las curvas obtenidas con distintos espesantes para alcanzar una misma consistencia.

En la gráfica “a” puede observarse que tanto el espesante Nestlé Resource como el Nutilis Clear tienen una viscosidad bastante parecida al control de tomate sin espesante y como se confirma en la tabla 12 no presentan diferencias significativas por pertenecer a un mismo grupo. Sin embargo, la consistencia de néctar alcanzada con Nutilis Powder da unos valores mucho más altos y pertenece a otro grupo por lo que podemos decir que con este espesante se obtiene una textura distinta.

Ocurre lo mismo en las consistencias de miel, el espesante Nestlé Resource y Nutilis Clear tienen un comportamiento parecido siendo los valores de este último un poco más altos y como se confirma en la tabla 12 pertenecen a grupos distintos estadísticamente, pero cercanos en cuanto al valor obtenido. El espesante Nutilis Powder da como resultado siempre unos valores de viscosidad más altos que los obtenidos con otros espesantes para esa textura y se coloca en uno de los grupos que presenta la segunda mayor viscosidad de las muestras analizadas.

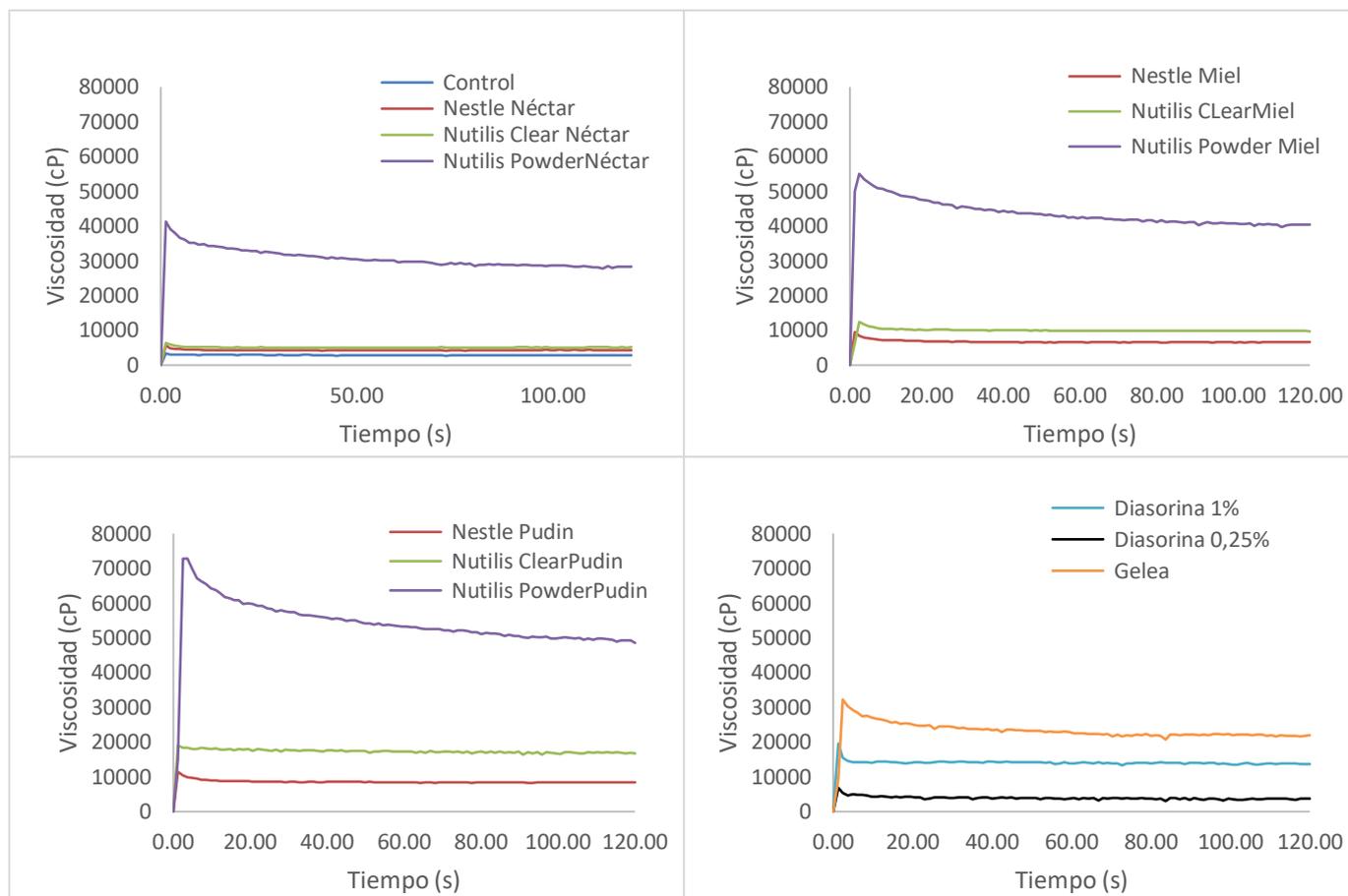


Figura 12. : Viscosidades relativas de los distintos espesantes para cada una de las texturas estudiadas. (a) consistencia tipo néctar, (b) consistencia tipo miel, (c) consistencia tipo pudín y (d) consistencia tipo gel.

En el caso de los geles, es Gelea la que presenta una mayor viscosidad, aunque menor que la viscosidad que presenta el pudín de Nutilus Powder. Diasorina-E cuanto más concentración presente en su mezcla presentará una mayor viscosidad relativa como se puede apreciar en la gráfica “d” de la figura 12. Todas estas texturas mencionadas en este párrafo presentan diferencias significativas como se puede comprobar en la tabla 12. Estas texturas conforman grupos unitarios por lo que podemos decir que no están estandarizadas estas texturas ya que no se alcanzas consistencias parecidas excepto en el caso de la consistencia tipo néctar de Nestlé Resource y Nutilus Clear.

3.3. Discusión

Como explica Cichero et al. (2013) en su estudio, es necesaria una estandarización de los términos relacionados con la textura de los alimentos, especialmente, en los destinados a pacientes con disfagia. Esta es necesaria dada que existen muchos términos distintos para hablar de una misma textura ya que en cada país o incluso en laboratorios de una misma ciudad se pueden estar nombrando de manera distinta a términos iguales. Hay temas que quizás permiten un mayor margen al referirse a ciertos términos, pero cuando se trata de temas de salud se deberían acotar estas diferencias. Para la gente con problemas de disfagia y la gente que los rodea no es fácil conseguir por su cuenta unos alimentos que puedan consumir de forma segura. Si estos términos de consistencias, técnicas y espesantes fueran internacionales no tendrían tantos problemas a la hora de elegir la dieta o elegir el espesante

que consumen ya que todos ellos con sus instrucciones deberían llegar a la misma información.

El estudio de Waqas et al. (2017) muestra que los fabricantes no ofrecen una buena información sobre la dosificación de sus productos. Es decir, que con las cantidades que estos recomiendan habitualmente no se alcanza o se excede la consistencia deseada o no se indica correctamente para qué tipo de productos alimenticios están destinados. En el presente estudio se comparan las cantidades recomendadas por el fabricante con la que realmente es necesaria para alcanzar la consistencia en cuestión. Se llega a la conclusión de que no siempre está bien calculado el porcentaje de espesante a utilizar y este problema en casos de personas con disfagia puede llegar a crear serios problemas en el paciente.

En este proyecto también se ha intentado caracterizar las texturas de acuerdo con las cantidades recomendadas por los fabricantes. Se esperaba obtener distintos grupos diferenciados dentro de las muestras. En primer lugar, las mediciones de las muestras control (salsa de tomate frito) debían facilitar la formación de un grupo independiente. No obstante, la salsa de tomate ya posee una consistencia tipo néctar tal que no difiera de las demás consistencias tipo néctar. En segundo lugar, se esperaba obtener otros tres grupos diferenciados clasificados como néctar, miel y pudín. Estas tres consistencias se podían obtener con tres de los espesantes comerciales empleados. Aunque cada espesante requiera una cantidad distinta para el mismo volumen de producto, se esperaba obtener unas medidas similares para cada consistencia, aunque fueran con distinto espesante. De haberse logrado se tendría una estandarización entre espesantes comerciales. Se vio que dos de los espesantes como son Nutilis Clear y Nestlé Resource daban valores similares en las tres consistencias, pero Nutilis Powder generaba unos valores mucho más altos que los mencionados anteriormente. Teóricamente tendría que haber dado unos resultados parecidos, pero no fue así. Esto se puede deber a la composición, ya que Nutilis Powder es el espesante que más ingredientes texturizantes incluye en su composición y, además, es el único que contiene almidón modificado. Por último, se estudiaron dos espesantes que conseguían una consistencia de gel firme y se esperaba que sus comportamientos fueran distintos a los anteriores espesantes. Efectivamente, se obtuvieron geles con estos productos y unos valores razonablemente similares entre ellos, pero resultó que el espesante Nutilis Powder se acerca más a estas consistencias gelatinosas que a las presentadas por los otros espesantes.

Las muestras tratadas con Nestlé Resource (tipo néctar), Nutilis Powder (tipo néctar) y Diasorina-E (0,25 %) pertenecen a un mismo grupo en cuanto a la viscosidad aparente. Se podría decir que la información de estos fabricantes se ajusta más a una estandarización dado que con distintos productos se ha llegado a muestras sin diferencias significativas en su viscosidad.

Cierto es que al no utilizar una bebida de baja viscosidad (por ejemplo, agua) sino con una salsa de tomate, se obtienen valores más altos de viscosidad, ya que la salsa de tomate posee almidón en su composición. No obstante lo indicado, se esperaban valores similares a los señalados por Cichero et al. (2013).

Los espesantes de las marcas Nutilis y Nestlé formulan sus indicaciones para usarse en alimentos líquidos. Aún así, tales indicaciones son insuficientes toda vez que los propios fabricantes anuncian que se pueden utilizar en otros alimentos como los triturados, pero en ese caso no facilitan instrucciones sobre la dosificación. Es por ello que este proyecto sienta las bases para desarrollar esas indicaciones, pues en él usa como modelo un alimento que en su estado natural posee consistencia tipo néctar.

Waqas et al. (2017) estudiaron el comportamiento de los espesantes comparando los que tienen base de goma con los que tienen base de almidón. Cómo se muestra en la tabla 6,

todos los espesantes presentan gomas en su composición. Sin embargo, únicamente Nutilis Powder contiene almidón de maíz modificado en su composición. El estudio indicaba que los espesantes con base de goma presentan una mayor viscosidad que los que contiene almidón. Sin embargo, tras analizar los diferentes productos trabajados se observó que el que presenta viscosidades más altas para cada consistencia es indudablemente el Nutilis Powder. Quizá estos resultados vengan dados por que además de almidón presenta también gomas en su composición y es el que más agentes texturizante presenta. También es posible que, dada la composición del tomate, que contiene almidón, se alcance un porcentaje bastante alto de este producto y repercuta en un efecto espesante más severo. Quizá sería recomendable estudiar la mezcla de gomas y almidones en diferentes concentraciones para observar su comportamiento y estudiarlo en matrices alimenticias distintas y en productos con distintas consistencias. Al igual que este producto presenta una matriz rica en polisacáridos se podrían realizar estudios del comportamiento de estos espesantes en matrices alimentarias ricas en lípidos o en proteínas o en matrices alimentarias más complejas.

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en las condiciones experimentales del presente trabajo se concluye que:

1. En relación con la viscosidad, Nutilis Powder alcanza los valores más altos con cualquiera de las tres consistencias y por comparación con los demás espesantes dosificados para la misma consistencia. Esto puede atribuirse a que este espesante contiene 5 ingredientes texturizantes. Por otro lado, y si bien todas las muestras se tipificarían como consistencias tipo pudín, ya que superan los 1.750 cP, a partir de los 20.000 cP se apreció visualmente que formaban estructuras de gel firme.
2. En relación con la cohesividad y la pegajosidad, los valores más altos se registraron con Gelea. Le sigue el grupo formado por Diasorina-E y Nutilis Powder. Los valores más bajos se apreciaron con Nestlé Resource. Por su parte, Nutilis Clear y Nestlé Resource presentan un comportamiento similar a Gelea y Diasorina-E (1%). Nutilis Powder posee un comportamiento distinto al resto en valor y en que parece que se llega a una dosis máxima a la que no espesa más, ya que entre las consistencias miel y pudín los datos obtenidos son bastante similares. Esto puede ser debido a la presencia de almidón modificado en su composición ya que es el ingrediente distintivo de este producto.
3. Los espesantes comerciales actúan modificando las texturas, pero no informan adecuadamente de las cantidades para su uso a distintos niveles. Estos niveles no corresponden a los establecidos por la NDDT, ni las cantidades que muestran estos productos en los prospectos son las adecuadas para conseguir las texturas establecidas por dicha institución. Este producto alimenticio elegido para el estudio es rico en Hidratos de Carbono y es posible que esta composición haya podido afectar al comportamiento de los espesantes. Aun trabajando en una matriz como esta se esperaba que con los productos empleados se llegara a viscosidades y fuerzas parecidas para cada consistencia. Esto no ha sido posible por lo que se puede concluir que con dicha información del fabricante, depende el espesante que escojas, llegarás a distinta textura ya que no está correctamente estandarizado. Sería un buen estudio el analizar cómo actúan estos mismos espesantes en matrices ricas en grasas o proteínas y comprobar si esta composición afecta a dichos parámetros. Se ha podido observar que la composición y el número de agentes texturizantes presentes en los espesantes puede tener un impacto en la textura final. En este estudio se concluye que el espesante que ha alcanzado unas viscosidades más altas es el que presenta más agentes texturizantes en su composición y además, es el único que presenta almidón por lo que este agente puede tener un mayor impacto en la textura final del producto.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2010). *UNE-EN-ISO 5492. Análisis sensorial. Vocabulario*. Madrid.
- Calleja-Fernández, A., Pintor de la Maza, B., Vidal-Casariago, A., Villar-Taibo, R., Urioste-Fondo, A., Cano-Rodríguez, I., y Ballesteros-Pomar, D. M. (2015). Características técnicas de los productos alimentarios específicos para el paciente con disfagia. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1401-1407. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9528>
- Chen, L., y Opara, U. L. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods — A review. *Food Research International*, 51(2), 823-835. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.046>
- Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., ... Stanschus, S. (2017). Development of International Terminology and Definitions for Texture-Modified Foods and Thickened Fluids Used in Dysphagia Management: The IDDSI Framework. *Dysphagia*, 32(2), 293-314. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9758-y>
- Cichero, J. A. Y., Steele, C., Duivesteyn, J., Clavé, P., Chen, J., Kayashita, J., ... Murray, J. (2013). The need for international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened liquids used in dysphagia management: foundations of a global initiative. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 1(4), 280-291. <https://doi.org/10.1007/s40141-013-0024-z>
- García González, M. L., García Raurich, J., Raventós Santamaría, M., y Alba Mora, M. (2016). Viscosidad en la dieta de pacientes diagnosticados de disfagia orofaríngea. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 50(1), 45-60.
- García-Peris, P., Velasco, C., Velasco, M., y Clavé, P. (2011). Disfagia en el anciano. *Nutrición Hospitalaria*, 4(3), 35-43.
- González, G., Luisa, M., Raurich, J. G., Raventós Santamaría, M., y Alba Mora, M. (2016). Viscosidad en la dieta de pacientes diagnosticados de disfagia orofaríngea. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 50(1), 45-60.
- Kim, H., Hwang, H.-I., Song, K.-W., y Lee, J. (2017). Sensory and rheological characteristics of thickened liquids differing concentrations of a xanthan gum-based thickener. *Journal of Texture Studies*. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12268>
- Kim, S. G., Yoo, W., y Yoo, B. (2014). Effect of thickener type on the rheological properties of hot thickened soups suitable for elderly people with swallowing difficulty. *Preventive Nutrition and Food Science*, 19(4), 358-362. <https://doi.org/10.3746/pnf.2014.19.4.358>
- Lotong, V., Chun, S. S., IV Chambers, E., y Garcia, J. M. (2003). Texture and flavor characteristics of beverages containing commercial thickening agents for dysphagia diets. *Journal of Food Science*, 68(4), 1537-1541. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09680.x>
- Luis, D. A. de, Aller, R., y Izaola, O. (2014). Menú de textura modificada y su utilidad en pacientes con situaciones de riesgo nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, 29(4), 751-759. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7003>
- Ong, J. J.-X., Steele, C. M., y Duizer, L. M. (2018). Sensory characteristics of liquids thickened with commercial thickeners to levels specified in the International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI) framework. *Food Hydrocolloids*, 79, 208-217. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.035>
- Velasco, M., Arreola, V., Clavé, P., y Puiggrós, C. (2007). Abordaje clínico de la disfagia orofaríngea: diagnóstico y tratamiento. *Nutrición Clínica en Medicina*, 1(3), 174-202.
- Waqas, M. Q., Wiklund, J., Altskär, A., Ekberg, O., y Stading, M. (2017). Shear and extensional rheology of commercial thickeners used for dysphagia management. *Journal of Texture Studies*, 48(6), 507-517. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12264>

6. ANEXOS

6.1. Análisis estadístico

Resultados del análisis estadísticos mediante ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pico Positivo de Fuerza (N)	Entre grupos	1706,724	12	142,227	1102,826	,000
	Dentro de grupos	3,353	26	,129		
	Total	1710,077	38			
Pico Negativo de Fuerza (N)	Entre grupos	317,572	12	26,464	121,473	,000
	Dentro de grupos	5,664	26	,218		
	Total	323,236	38			
Area Positiva (N s)	Entre grupos	12852,222	12	1071,018	367,427	,000
	Dentro de grupos	75,788	26	2,915		
	Total	12928,010	38			
Area Negativa (N s)	Entre grupos	471,212	12	39,268	116,415	,000
	Dentro de grupos	8,770	26	,337		
	Total	479,982	38			
Viscosidad (cP)	Entre grupos	9118968324,845	12	759914027,070	662,018	,000
	Dentro de grupos	29844737,568	26	1147874,522		
	Total	9148813062,414	38			

Subconjuntos homogéneos

Pico Positivo de Fuerza (N)

HSD Tukey^a

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Control	3	1,05967						
Neste_Nectar	3	1,50467	1,50467					
NClear_Nectar	3	1,79067	1,79067	1,79067				
Neste_Miel	3	1,96067	1,96067	1,96067				
Nestel_Pudin	3		2,53467	2,53467	2,53467			
NClear_Miel	3			2,75600	2,75600			
Diasorina_025	3				3,22600			
NClear_Pudin	3				3,45333			
NPowder_Nectar	3					6,05233		
NPowder_Pudin	3						12,83867	
NPowder_Miel	3						13,05233	
Gelea	3							19,50133
Diasorina_1	3							19,58700
Sig.		,159	,065	,103	,142	1,000	1,000	1,000

Pico Negativo de Fuerza (N)

HSD Tukey^a

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Gelea	3	-8,93633				
NPowder_Pudin	3	-7,74233				
NPowder_Miel	3		-6,16467			
Diasorina_1	3		-5,49867	-5,49867		
NPowder_Nectar	3			-4,26900		
Diasorina_025	3				-1,77233	
NClear_Pudin	3				-1,51833	-1,51833
NClear_Miel	3				-1,26733	-1,26733
Nestel_Pudin	3				-1,25300	-1,25300
Neste_Miel	3				-,99100	-,99100
NClear_Nectar	3				-,93100	-,93100
Neste_Nectar	3				-,71267	-,71267
Control	3					-,28433
Sig.		,142	,857	,118	,269	,115

Area Positiva (N s)

HSD Tukey^a

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Control	3	1,33000						
Neste_Nectar	3	3,79933	3,79933					
NClear_Nectar	3	4,48367	4,48367					
Neste_Miel	3	4,97200	4,97200					
Nestel_Pudin	3	6,08533	6,08533	6,08533				
NClear_Miel	3	6,38400	6,38400	6,38400				
NClear_Pudin	3		7,37767	7,37767				
Diasorina_025	3			10,33433	10,33433			
NPowder_Nectar	3				15,30600			
NPowder_Miel	3					27,42067		
NPowder_Pudin	3					29,26800		
Diasorina_1	3						51,87067	
Gelea	3							58,46100
Sig.		,051	,376	,167	,058	,977	1,000	1,000

Area Negativa (N s)

HSD Tukey^a

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Gelea	3	-11,34433				
NPowder_Pudin	3		-9,13233			
Diasorina_1	3		-8,49833			
NPowder_Miel	3		-7,72267			
NPowder_Nectar	3			-5,81067		
Diasorina_025	3				-2,49267	
NClear_Pudin	3				-2,38667	-2,38667
NClear_Miel	3				-2,12567	-2,12567
Nestel_Pudin	3				-2,10467	-2,10467
Neste_Miel	3				-1,68333	-1,68333
NClear_Nectar	3				-1,61167	-1,61167
Neste_Nectar	3				-1,26133	-1,26133
Control	3					-,72667
Sig.		1,000	,192	1,000	,360	,067

Viscosidad (cP)

HSD Tukey^a

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0,05												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Control	3	2885,81526												
Diasorina_025	3	3748,43373	3748,43373											
Neste_Nectar	3	4298,71486	4298,71486											
NClear_Nectar	3	5069,07631	5069,07631											
Neste_Miel	3	6609,79920	6609,79920	6609,79920										
Nestel_Pudin	3			8443,93574	8443,93574									
NClear_Miel	3			10325,78313	10325,78313									
Diasorina_1	3					13992,28916								
NClear_Pudin	3					17200,64257								
Gelea	3						22692,69076							
NPowder_Nectar	3							29796,94779						
NPowder_Miel	3								42420,24096					
NPowder_Pudin	3									1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sig.		,416	,108	,665	,631	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	52833,73494

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.