



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Estudio del efecto de aditivos en la calidad de un
snack a base de labneh

Autor/es

Marta Carod Royo

Director/es

María Lourdes Sánchez Paniagua

Facultad de Veterinaria
2015

ÍNDICE

1.	Resumen	3
2.	Abstract	3
3.	Introducción	4
3.1.	Descripción del labneh	5
3.2.	Elaboración del labneh	5
3.3.	Composición nutricional del labneh	6
3.4.	Productos lácteos bajos en grasa	7
3.5.	Métodos de conservación del labneh	9
4.	Justificación y objetivos	10
5.	Materiales y métodos	12
5.1.	Materiales	12
5.2.	Métodos	12
5.2.1.	Proceso de elaboración del labneh	12
5.2.2.	Determinaciones analíticas	15
5.2.2.1.	Análisis de perfil de textura (TPA)	15
5.2.2.2.	Análisis sensorial de las muestras con estabilizantes	15
5.2.2.3.	Análisis sensorial de la muestra con sorbato potásico	16
5.2.2.4.	Análisis microbiológico	16
6.	Resultados y discusión	18
6.1.	Efecto de los estabilizantes durante la fermentación	18
6.2.	Efecto de la adición de estabilizantes sobre la cantidad de suero drenado en la etapa de concentración	19
6.3.	Efecto de la adición de estabilizantes sobre la textura del labneh	20
6.4.	Análisis sensorial del labneh con estabilizantes	24
6.5.	Correlación entre los resultados del TPA y el análisis sensorial	27
6.6.	Análisis sensorial de los productos con sorbatos	28
6.7.	Análisis microbiológico de las muestras	29
6.7.1.	Efecto de la adición de sorbato potásico sobre el pH de las muestras	29
6.7.2.	Recuentos del análisis microbiológico	31
7.	Conclusiones	33
8.	Conclusions	34

9.	Aportaciones en materia de aprendizaje.....	35
10.	Bibliografía	35
	Anexo I.....	38
	Anexo II	39
	Anexo III	41

1. Resumen

El labneh es un producto lácteo fermentado y concentrado tradicional de Oriente Medio. Tiene una composición media del 24% de extracto seco magro y un 10% de grasa.

Debido a la preocupación de la población actual por consumir alimentos sanos y bajos en grasa, uno de los objetivos de este estudio ha sido evaluar el efecto que tiene la disminución del contenido graso del labneh y la adición de diferentes estabilizantes (goma guar, goma xantana, mezcla de goma guar y xantana a partes iguales y gelatina) en la textura y características organolépticas del labneh. El otro objetivo de este estudio ha sido determinar cómo influye el envasado con atmósfera modificada al 100% de nitrógeno y la adición de un conservante (sorbato potásico) en la vida útil del producto.

Los resultados de este trabajo indican que la adición de estabilizantes al labneh bajo en grasa mejoraba notablemente su textura y la asemejaba a la de un producto rico en grasa. Desde el punto de vista sensorial, el labneh que tuvo mayor aceptación fue el más graso, aunque los que contenían estabilizantes fueron también valorados positivamente.

En cuanto a la vida útil, el envasado del producto en atmósfera modificada al 100% de nitrógeno ralentiza el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL), evitando una sobreacidificación del producto. La adición de sorbato potásico al labneh disminuye el desarrollo de mohos y levaduras, y permite la multiplicación lenta de las BAL.

2. Abstract

Labneh is a concentrated fermented milk product, traditionally elaborated in Middle East. It has a composition of 24% total solids and 10% fat.

Due to the concern of the current population to consume healthy, low fat foods, one of the objectives of this study was to assess the effect of decreasing the fat content of labneh and of adding stabilizers (guar gum, xanthan gum and gelatin) in its texture. Another objective of this study was to determine the influence of modified atmosphere packaging (100% N₂) and of the addition of a preservative (potassium sorbate) in labneh's shelf life.

The results of this study show that the addition of stabilizers on low-fat labneh improved texture and made it more similar to a labneh enriched in fat. The sensory analysis showed that the labneh enriched in fat was better accepted than the low fat product. However, those low fat products with added stabilizers were also evaluated positively.

Packaging the product in a modified atmosphere of 100% nitrogen slows the growth of lactic acid bacteria (LAB), avoiding over-acidification of the product. The addition of potassium sorbate to labneh decreases the growth of molds and yeasts, and allows slow multiplication of LAB.

3. Introducción

En los últimos años, el consumidor busca nuevos sabores que le sorprendan y una forma de descubrirlos es recurrir a productos tradicionales de otras culturas. La globalización y el cruce cultural han posibilitado que alimentos procedentes de otros países sean más accesibles. Actualmente, se pueden encontrar en el mercado una gran variedad de productos extranjeros.

El consumidor espera que estos nuevos productos aporten además, unas propiedades nutricionales beneficiosas. El consumidor actual tiene predilección por productos bajos en calorías, en grasa y azúcares, pero de gran valor biológico y con alguna propiedad funcional. Es decir, se busca obtener alimentos ligeros y saludables que además, contribuyan a un aporte nutricional equilibrado.

La parte negativa de estos productos, es que su elaboración casera requiere tiempos largos de dedicación, que con el ritmo de vida actual suponen un reto para el consumidor que en muchas ocasiones no puede elaborarlos. Además, no todos los productos se aceptan *per se*, sino que requieren de cierta innovación y de la aplicación de la tecnología actual, para su introducción en el mercado nacional. Por ello, la industria alimentaria tiene la labor de optimizar los procesos tecnológicos para elaborar estos productos nuevos y poder acercarlos a los consumidores.

3.1. Descripción del labneh

La palabra labneh deriva del término laban que significa blanco o leche. El labneh es una leche fermentada tradicional de Oriente Medio. Se trata de un producto semisólido derivado del yogur, que se obtiene a partir de él mediante el drenaje del suero. Su textura es suave y tiene un intenso sabor ácido. La elaboración de este tipo de producto se originó en países como Turquía, Líbano, Siria, Iraq o Irán, debido al clima subtropical que poseen con temperaturas máximas de 40°C, que propician las condiciones ideales para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL) termófilas, preferentemente (Melo Guerrero *et al.*, 2010).



La consistencia de este producto recuerda la del requesón o la del queso fresco. Actualmente, se elabora a partir de leche enriquecida con leche en polvo desnatada para alcanzar un extracto seco magro del 24% en el producto final y se concentra eliminando el suero del yogur utilizando sacos de tela o por sistemas mecánicos o de ultrafiltración (Fuquay *et al.*, 2011). Se le puede adicionar sal, una vez drenado el suero.

En cuanto a sus características, el labneh es de color blanco y tiene una textura suave, lisa y cremosa. Potencia el sabor del yogur y presenta una acidez de elevada intensidad.

3.2. Elaboración del labneh

Se puede elaborar labneh a partir de leche de diferentes especies como vaca, oveja, cabra, búfala y camella (Fuquay *et al.*, 2011). En función de la especie, el labneh tendrá una composición y cualidades diferentes.

Tradicionalmente, el labneh es producido por drenado natural (Kaaki *et al.*, 2012). Los nómadas utilizaban las pieles de animales para la elaboración de yogur y, si no se consumía en un tiempo breve, se



modificaba notablemente la naturaleza del producto. El suero rezumaba a través de la piel y se evaporaba, con lo cual, el contenido de sólidos totales aumentaba, así como la acidez. Como consecuencia se obtenía un producto de consistencia suave y alta acidez. Actualmente, de forma doméstica, se drena en bolsas de tela. Esta forma de elaboración se sigue dando en países como el Líbano (Özer *et al.*, 1999).

La elaboración del labneh se llevaba a cabo para poder disponer de un producto lácteo de larga vida útil. A pesar de ello, éste se alteraba en un tiempo de 1 ó 2 semanas. (Tamime y Kirkegaard, 1991). La alteración se debía principalmente a las condiciones de elaboración poco higiénicas. El producto se contaminaba con mohos y levaduras de residuos de las pieles que lo contenían (Kaaki *et al.*, 2012). Para evitar esto, el labneh se solía moldear en forma de bolas que se introducían en tarros llenos de aceite para preservarlo.

Actualmente, han tenido lugar modificaciones en el proceso de elaboración del labneh que, en cuanto a higiene, presentan grandes ventajas en comparación con los métodos tradicionales. Estos cambios se basan en la extracción mecánica del suero por centrifugación o ultrafiltración de la leche fermentada, la utilización de leche concentrada por ultrafiltración y la utilización de leche baja en lactosa para obtener un producto destinado a la población intolerante a la lactosa (Tamime y Robinson, 2004).

3.3. Composición nutricional del labneh

La composición aproximada del labneh es de 9-11% de grasa, 8,5-9% de proteína, 3,5-4% de lactosa, 22-26% de sólidos totales y una acidez valorable del 1,5-2,5% (Fuquay *et al.*, 2011).

Desde el punto de vista microbiológico, al elaborarse a partir de yogur, el labneh presenta la flora láctica típica de éste, es decir, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbruekii* sub. *bulgaricus*. Sin embargo, también pueden utilizarse otros microorganismos como mezclas de *Lactococcus lactis* sub. *lactis* y *cremoris* o *Lb. delbrueckii* sub. *bulgaricus*, *S. thermophilus*, *Lb. acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, aunque no todas los productos elaborados con estas bacterias son aceptadas por el consumidor (Fuquay *et al.*, 2011).

La ventaja de tener las bacterias vivas en el labneh es que actúan como probióticos. Se les atribuyen los siguientes beneficios: desarrollo y mantenimiento de la microbiota

intestinal, control de infecciones en el intestino por agentes patógenos, control de infecciones en el tracto urogenital, mayor aceptación por las personas intolerantes a la lactosa, reducción de la probabilidad de sufrir tumores de cáncer de colon, disminución del colesterol sérico y, como consecuencia, menor riesgo de padecer enfermedades cardíacas, y estimulación del sistema inmune (Machin *et al.*, 2015).

Los beneficios nutricionales potenciales del labneh son similares a los del yogur (Melo Guerrero *et al.*, 2010). Este hecho, junto con sus propiedades sensoriales y su larga vida útil, lo convierten en un producto muy valorado entre los consumidores (Ramírez Ramírez *et al.*, 2011).

3.4. Productos lácteos bajos en grasa

Con las tendencias actuales de disminuir el consumo de grasas, se han desarrollado productos bajos en este componente. Los productos lácteos proporcionan, entre otros nutrientes, una proporción de grasas saturadas relativamente alta que podría plantear cuestiones de posibles efectos perjudiciales sobre el sistema cardiovascular (Visioli, 2016). Por ello, es importante el consumo de productos lácteos bajos en grasa. Estos presentan los beneficios de los productos lácteos y además, reducen el riesgo de hipertensión arterial.

La consistencia de los productos lácteos está muy influida por el contenido de materia grasa que poseen, por lo que si se elimina, la textura se puede ver gravemente perjudicada. Para tratar de resolver este defecto, se pueden incorporar en la formulación estabilizantes como los hidrocoloides (Vélez y Rivas, 2001).

Los hidrocoloides suelen estar basados en polisacáridos y son aditivos que se emplean cada día más en la industria alimentaria. Su origen es, en muchos casos, microbiano, lo que ha ampliado su disponibilidad y diversidad. Se trata de estabilizantes que controlan los movimientos del agua, la captan e inmovilizan, formando así una red tridimensional que proporciona una gran estabilidad al sistema (Gaviria *et al.*, 2010). Estos compuestos y la mezcla de ellos son usados para mejorar la textura, incrementando la firmeza de muchos productos. Sus características los convierten en buenas opciones para obtener la textura deseada de aquellos productos en los que se ha disminuido la grasa. En el caso de los lácteos fermentados, los hidrocoloides son usados normalmente para modificar su viscosidad y suavidad, y proporcionar estabilidad al gel, evitando la sinéresis.

Los hidrocoloides se hidratan con el agua que contiene la leche, reaccionando con sus componentes (principalmente con las proteínas) y formando así una red que impide el movimiento del agua (Tamime y Robinson, 2004).

La goma xantana es un polisacárido microbiano producido por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Se trata de un polisacárido ramificado de elevado peso molecular (1.000.000 aproximadamente) (Barros Santos, 2009), lo que le confiere una elevada capacidad espesante. Su propiedad principal es la de controlar y retener el agua del producto y por ello, produce un incremento sinérgico de la viscosidad. Al 1% de concentración, se pueden lograr viscosidades aparentes próximas a los 2000 cps (García Garibay *et al.*, 2004). Las soluciones de goma xantana son muy estables a la temperatura y al pH, lo que permite su uso en productos acidificados. Forma geles termorreversibles y además, es un polisacárido inocuo desde el punto de vista toxicológico. Sus aplicaciones son muy amplias. Las principales características que se consiguen mediante su uso son un aumento de la viscosidad, mejora de la textura, capacidad de suspensión de sólidos y estabilidad de las emulsiones. Estas propiedades no son exclusivas de esta goma, pero pueden lograrse a concentraciones más bajas que con otras gomas. La goma xantana es soluble tanto en agua fría como caliente (El-Sayed *et al.*, 2002).

La goma guar está constituida por el endospermo triturado de las semillas de la planta *Cyamopsis tetragonolobus*, de la familia de las leguminosas. Se trata de un polisacárido hidrocoloidal de peso molecular elevado (50.000-8.000.000) que desde el punto de vista químico, puede describirse como un galactomanano (Barros Santos, 2009). Es soluble en agua fría y actúa como agente espesante a una baja concentración. Si se adiciona en altas concentraciones puede resultar pegajoso y gomoso.

Aunque la estabilidad de la goma guar es mayor a pH neutro que ácido, el estudio de Wang *et al.* (2000) sugiere que puede ser usada en condiciones ácidas, especialmente si no se da un tratamiento térmico posterior al producto.

La mezcla de goma xantana con goma guar tiene aplicaciones en productos lácteos como el queso Cottage, helados, etc. Ambas gomas son inodoras, y de color blanco a amarillento.

3.5. Métodos de conservación del labneh

En los países como el Líbano, el labneh se suele envasar en recipientes de plástico que previenen del paso de la luz y el aire, y se almacena en refrigeración. El labneh en la India se envasa en recipientes de plástico y se cubre con aceite de soja, lo que alarga su vida útil hasta 30 días a temperatura ambiente (Tamime y Robinson, 2004). También se pueden encontrar envases especiales que concentran el labneh durante el almacenaje pues está colocado en un envase que incluye una rejilla para el drenaje (Tamime y Robinson, 2004).



Las BAL presentan una acción conservadora debido a la inhibición que ejercen sobre un gran número de microorganismos patógenos por medio de varios productos finales que generan en la fermentación. Estas bacterias producen ácidos como el láctico y el acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo, bacteriocinas y productos secundarios (Ramírez Ramírez *et al.*, 2011). La producción de ácidos reduce el pH del medio con un efecto inhibitorio de las bacterias.

Para alargar el tiempo de conservación de una leche fermentada, se puede recurrir a un tratamiento térmico tras la fermentación. Un tratamiento por calor a 70°C durante 5 minutos extiende la vida útil del labneh a 15 días a temperatura ambiente o a 70 días mantenido en refrigeración por debajo de los 10°C. Este tratamiento se puede realizar antes o después de la etapa de drenado. Si se realiza antes de concentrar el yogur, el recuento de mohos y levaduras es mayor que si el tratamiento se realiza después de concentrar (Tamime y Robinson, 2004). La presencia de mohos y levaduras provoca la aparición de sabores extraños y otros factores indeseables que deterioran el producto. Con el tratamiento térmico, también se evita una postacidificación. Además, el calentamiento del producto ácido favorece la sinéresis, por lo que habría que añadir un estabilizante para evitarlo, que suele ser gelatina. El aspecto negativo de aplicar un tratamiento térmico es que el producto ya no tendrá bacterias lácticas vivas (Yamani y Abu-Jaber, 1994).

Otra técnica para poder alargar la vida útil del labneh sería llenar el espacio de cabeza del envase con una atmósfera modificada. Lo ideal sería eliminar el oxígeno del aire y

sustituirlo por nitrógeno al 100% (Tamime y Robinson, 2004). Es un gas inerte que no reacciona químicamente con otras sustancias. Su función es desplazar al oxígeno para inhibir el crecimiento de aerobios, evitar oxidaciones de las grasas y evitar el colapso del envase (Iglesias *et al.*, 2006). Este tipo de envasado podría alargar la conservación del producto durante meses. El nitrógeno evita el crecimiento de mohos y levaduras (Tamime y Robinson, 2004), pero no el inhibe el crecimiento de las BAL que son anaerobias facultativas, aunque lo ralentiza (Al-Kadamany *et al.*, 2002). Este es un aspecto positivo, ya que así éstas se mantendrán vivas en el producto y no se perderán los beneficios que éstas pueden proporcionar al consumidor (Parra Huertas, 2010).

También es posible alargar la vida útil de los alimentos adicionando conservantes como el ácido sórbico. Se trata de un ácido graso insaturado, presente de forma natural en algunos vegetales, aunque se produce por síntesis química para usarlo como aditivo. Se usa como ácido libre o en forma de sales, como sorbato potásico, sorbato sódico o el sorbato cárlico. Estos compuestos son especialmente eficaces contra mohos y levaduras, y, en menor medida, contra las bacterias, aunque existen diferencias de sensibilidad entre especies (Milk Science, 2015).

4. Justificación y objetivos

4.1. Justificación del trabajo

En la asignatura Practicum del Grado Ciencia y Tecnología de los Alimentos, desarrollada en la Planta Piloto de CTA durante el curso 2014-2015, se desarrolló un trabajo titulado “Diseño y elaboración de un snack a base de labneh”. A lo largo de la asignatura, se desarrolló a escala piloto un producto original de Oriente Medio y Próximo, elaborado a partir de un yogur concentrado denominado labneh. Se optimizó cada etapa del proceso de elaboración para poder producirlo con los equipos de la planta simulando las condiciones industriales.

El labneh se elaboró a partir de una leche con una concentración del 12% de extracto seco magro y un 5% de materia grasa. En la elaboración de este producto no se utilizó ningún estabilizante y se obtuvo un producto de muy buena consistencia, moldeable y muy cremosa.

Además, en el Practicum se desarrollaron dos variantes de producto, una dulce y una salada. A la dulce se le incorporó un 4% de azúcar y un recubrimiento exterior de frutos rojos deshidratados. A la variante salada, se le adicionó un 0,3% de sal, y fue recubierta de nueces.

El problema que presentó el producto, es que para que se pudiera obtener la textura idónea, el contenido de grasa tuvo que elevarse hasta un 5% en la leche de partida, contenido que se incrementó hasta aproximadamente un 10% en el producto final, dado que el yogur se concentra en la elaboración del labneh. Debido a la preocupación de los consumidores por buscar alimentos saludables y bajos en grasa, se consideró conveniente encontrar una fórmula en la que se redujese el nivel graso del producto.

Por ello, en este Trabajo Fin de Grado se propuso elaborar un producto con menor contenido graso, a partir de una leche semidesnatada con un 1,6% grasa que, con la adición de estabilizantes, presentara las mismas características texturales y organolépticas que el producto obtenido en el Practicum de la Planta Piloto. Durante la realización de este estudio se trabajará con muestras de labneh base, sin adición de sal ni azúcar, y sin recubrimiento exterior.

Con ello, no sólo se conseguiría un producto más sano, sino que también se conseguiría un ahorro económico. Resulta más rentable adicionar aditivos que una mayor cantidad de grasa, dado que ésta tiene un alto valor pues se destina a la elaboración de nata líquida o mantequilla. Esto puede ser de gran utilidad para las empresas, que teniendo que competir en el mercado con productos más económicos, buscan abaratizar los costes de producción.

4.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo ha sido evaluar el efecto de diferentes aditivos en la calidad de un snack a base de labneh para obtener un producto de bajo contenido graso. Para realizar este objetivo, general se llevaron a cabo los siguientes objetivos parciales:

- 1) Evaluar el efecto de la adición de gelatina, goma xantana, goma guar y una mezcla de goma guar y xantana en la textura del producto bajo en grasa.
- 2) Evaluar el efecto de la adición de sorbato potásico en la vida útil del producto.
 - Manteniendo el producto envasado durante tres semanas en condiciones normales de almacenamiento en refrigeración.

- Manteniendo el producto una vez abierto el envase durante una semana en refrigeración.
- 3) Evaluar la aceptación del consumidor de los productos elaborados mediante análisis sensorial.

5. Materiales y métodos

5.1. Materiales

Las materias primas empleadas en la elaboración del labneh fueron las siguientes:

- Leche pasteurizada semidesnatada (1,6% de materia grasa) en botella de 1,5 L (Lactalis Puleva S.L., Granada, España).
- Nata líquida UHT en tetrabrik de 1 L (35,1% de materia grasa) (Central Lechera Asturiana, Siero, Asturias, España).
- Cultivo de yogur tipo I (Ferlac, Abiasa, Pontevedra, España).
- Goma xantana (Texturas Albert y Ferran Adriá, Guzmán Gastronomía, Barcelona, España).
- Goma guar (Guzmán Gastronomía, Barcelona, España).
- Gelatina neutra en polvo (Royal, Madrid, España).
- Sorbato de potasa (E-202) en forma de agujas largas o polvo (Gilca S.L., Zaragoza, España).

5.2. Métodos

5.2.1. Proceso de elaboración del labneh

El proceso de elaboración del labneh se describe, con cada una de las etapas, en el diagrama de flujo incluido en el *Anexo I* del presente documento.

Recepción de materias primas y almacenamiento. Al recibir las materias primas, éstas deben ser almacenadas a la temperatura idónea para cada tipo de producto. La leche semidesnatada (1,6% de materia grasa) pasteurizada y la nata UHT (35,1% de materia grasa) se almacenaron en refrigeración y el resto de productos se guardaron en un almacén a temperatura ambiente.

Estandarización. La leche semidesnatada se estandarizó para obtener unos determinados porcentajes de extracto seco magro (ESM) y grasa, utilizando nata del 35,1% de grasa. La composición de la leche estandarizada final fue de 1,6% grasa y 8% ESM, excepto para la muestra enriquecida en grasa que tenía un 5% grasa y 12% ESM. Esta última tiene la misma composición que la del labneh elaborado en el Practicum.

Adición de estabilizantes. La adición de los estabilizantes se llevó a cabo tras la etapa de estandarización, previamente a la adición del cultivo iniciador. Siguiendo los datos de la *Tabla 1*, se pesó 0,1 g de goma guar y xantana y 3 g de gelatina y se adicionaron a sus respectivas jarras. Para facilitar la disolución, se añadió a la leche que se había atemperado previamente a 40°C, y se agitó hasta que quedara completamente homogénea.

Adición de fermento. Una vez estandarizada la leche y añadidos los estabilizantes, se añadieron los fermentos lácticos para llevar a cabo la fermentación. Se adicionaron para obtener la concentración indicada por el fabricante, que era de 1 g/10 L. La cantidad de muestra en cada jarra era de 1,5 L, por lo que se pesaron 0,15 g de cultivo para cada jarra, excepto para la jarra de muestra control, de 3 L, a la que se adicionaron 0,3 g. Los microorganismos que componen estos fermentos encargados de llevar a cabo la fermentación del yogur son las bacterias lácticas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbruekii* sub. *bulgaricus*.

Fermentación. Esta se realizó en la yogurtera (Suministros Químicos Arroyo, Santander, España) a 42-45°C. Las jarras se mantuvieron en la yogurtera fermentando hasta que todas ellas alcanzaron un pH menor de 4,5. El pH de las muestras se controlaba a cada hora desde la adición del fermento, con una sonda de pH de la marca ProMinet (Gerona, España).



Figura 1. Interior de la yogurtera durante la fermentación de las muestras en las jarras.

Drenado por gravedad. Una vez obtenido el yogur, éste se drenó por el procedimiento que se sigue en la elaboración tradicional, por gravedad, introduciendo el coágulo en paños de quesería. La masa de yogur concentrado obtenida tras el drenaje se denomina labneh. Esta etapa duró 24 horas, momento en el cual, todas las muestras alcanzaron una consistencia moldeable. El suero drenado se recogió en jarras graduadas para medir el volumen eliminado.



Figura 2. Yogur colgado en telas queseras dentro de la cámara de refrigeración para realizar el drenado por gravedad.

Adición de sorbato potásico. Para determinar cómo afecta la adición de sorbato potásico a la vida útil del labneh, se prepararon 4 bandejas de producto moldeado en bolitas sin sorbato y 4 bandejas con sorbato. Se tomaron 360 g de labneh control y se le adicionó sorbato potásico para obtener una concentración final de 1000 ppm. Para ello, se preparó una disolución de sorbato potásico pesando 1,2 g del producto en forma de pellets y se llevó a 10 ml de agua destilada. Se tomaron 3 ml de esta disolución y se adicionaron a la masa de labneh. Después se amasó el labneh manualmente para repartir bien la disolución por toda la masa.

Amasado y moldeado. Se amasó y moldeó de forma manual cada tipo de labneh hasta obtener pequeñas bolitas de aproximadamente 15 g cada una.

Envasado. El producto ya terminado se colocó en bandejas y se envasó en atmósfera de nitrógeno al 100% utilizando la envasadora modelo SMART-400 (Ulma, Zaragoza, España).

Etiquetado y almacenamiento. Finalmente, el producto se etiquetó y almacenó en refrigeración a 4°C.

Las muestras de labneh obtenidas con las diferentes formulaciones fueron las siguientes:

Tabla 1. Composición de la leche de partida para la elaboración de las diferentes formulaciones de labneh. Se incluye la cantidad de aditivo que contiene cada formulación y el porcentaje de extracto seco magro (ESM) y grasa.

Muestra	Cantidad de aditivo	% ESM	% Grasa
Control	-	8%	1,6%
Enriquecida en grasa	-	12%	5,0%
Goma guar	0,01%	8%	1,6%
Goma xantana	0,01%	8%	1,6%
Goma guar + xantana	0,01% + 0,01%	8%	1,6%
Gelatina	0,30%	8%	1,6%
Sorbato potásico	1000 ppm	8%	1,6%

5.2.2. Determinaciones analíticas

5.2.2.1. Análisis de perfil de textura (TPA)

Para llevar a cabo un análisis experimental de la textura se realizó un Análisis de Perfil de Textura o TPA (del nombre en inglés, Texture Profile Analysis). Se analizó por duplicado cada muestra, y se evaluaron los siguientes parámetros: dureza, adhesividad, resiliencia, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

Las medidas se realizaron en un texturómetro TA-XT2i Texture Analyzer (Stable Microsystems, Godalming, Gran Bretaña) equipado con una célula de carga de 30 kg y una sonda cilíndrica (P/10) de 10 mm de diámetro. Los parámetros del análisis fueron los siguientes: velocidad pre-test: 2,00 mm/s; velocidad del test: 1,00 mm/s; velocidad post-test: 2,00 mm/s. Se aplicaron dos compresiones del 40%, separadas por un intervalo de 5 s. La fuerza de activación fue de 5,00 g.

Las muestras del labneh moldeado que se analizaron tenían forma esférica, con 2,5 cm de diámetro, aproximadamente, y unos 15-20 g.

5.2.2.2. Análisis sensorial de las muestras con estabilizantes

Se llevó a cabo una prueba descriptiva de cuantificación con catadores que habían participado en algunas sesiones previas para familiarizarse con el producto. Se valoró cada muestra del 1 al 5. El análisis sensorial se realizó en dos sesiones de cata, la

primera se realizó a las 24 horas de la elaboración del producto, y la segunda tras una semana de conservación en refrigeración imitando unas condiciones de conservación similares a las domésticas. Las muestras fueron catadas por 8 panelistas, que fueron los mismos en ambas sesiones. La ficha de cata se muestra en el *Anexo II* del presente documento.

Cada panelista evaluó todas las muestras: control, enriquecida en grasa, con goma guar, con goma xantana y con la mezcla de goma guar y xantana. Las muestras se codificaron aleatoriamente con un número de tres cifras.

Los atributos determinados fueron firmeza, granulosidad, cremosidad, aroma, sabor y acidez. Además, se realizó una prueba hedónica para determinar cuál era la muestra preferida por los panelistas.

5.2.2.3. Análisis sensorial de la muestra con sorbato potásico

Se llevó a cabo un test triangular en el que se compararon dos muestras control con una muestra con sorbato potásico, para evaluar si este conservante se detectaba en la muestra que lo contenía. Las muestras fueron codificadas con un número de tres cifras cada una. Este análisis se realizó con el producto recién elaborado y fue evaluado por 8 panelistas.

5.2.2.4. Análisis microbiológico

Se analizaron muestras de labneh control y labneh con sorbato potásico para estudiar si este conservante afecta a su conservación. Para ello, se llevaron a cabo 4 análisis microbiológicos espaciados por una semana de tiempo cada uno. Se tomaron las 4 bandejas de cada producto envasadas en atmósfera modificada y mantenidas en refrigeración a 4°C. En cada sesión de siembra, se abrió una bandeja de cada tipo para poder compararlas. Una vez abiertas, las bandejas se volvían a almacenar en refrigeración simulando condiciones domésticas, y tras una semana, las muestras volvían a analizarse.

Tabla 2. Esquema de la organización del análisis microbiológico de las muestras control y con sorbato.

Análisis microbiológico	Producto envasado	Producto abierto durante una semana
1º Análisis	Muestra labneh control 1	
	Muestra labneh sorbato 1	
2º Análisis	Muestra labneh control 2	Muestra labneh control 1
	Muestra labneh sorbato 2	Muestra labneh sorbato 1
3º Análisis	Muestra labneh control 3	Muestra labneh control 2
	Muestra labneh sorbato 3	Muestra labneh sorbato 2

El análisis de mohos y levaduras se llevó a cabo según la ISO 7954 de agosto de 1988. Se tomaron 10 g por muestra (analizadas por duplicado) y se llevaron a 90 ml de agua de peptona (Merck, Darmstadt, Alemania) al 1% para hacer la dilución 10^{-1} . Para homogeneizarlo se empleó el Stomacher 400 *Circulator* (Seward, Worthing, Gran Bretaña) a 230 rpm durante 10 segundos. Se pipeteó un 1 ml y se sembró en masa añadiendo aproximadamente 15 ml de agar Saboreaud-dextrosa con cloranfenicol (Oxoid, Hampshire, Gran Bretaña) atemperado a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, con una concentración de 42,5 g/L que había sido previamente esterilizado en un autoclave (Raypa, Terrasa, España). Se trata de un agar selectivo para el aislamiento de mohos y levaduras. Las placas, una vez gelificadas, se incubaron en una estufa Digitronic (Selecta, Abrera, España) a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 5 días, tras los cuales, se retuvieron las placas con crecimiento de mohos y levaduras y se procedió al recuento. Se contaron las placas con menos de 150 colonias.

El número de levaduras y mohos por gramo se calcula con la siguiente expresión:

$$N = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot d}$$

Siendo N el número de microorganismos por gramo; ΣC la suma de las colonias contadas en todas las placas retenidas de dos diluciones sucesivas; n_1 número de placas retenidas en la primera dilución; n_2 número de placas retenidas en la segunda dilución; d : el nivel de dilución correspondiente a la primera dilución retenida ($d=1$ cuando la muestra se ha sembrado directamente).

6. Resultados y discusión

6.1. Efecto de los estabilizantes durante la fermentación

Para controlar que la fermentación se lleva a cabo adecuadamente, se midió el pH cada hora y conforme se acercaba al pH requerido, que fue de 4,5, se fue reduciendo el intervalo de tiempo de medida. La fermentación se llevó a cabo a 42-45°C.

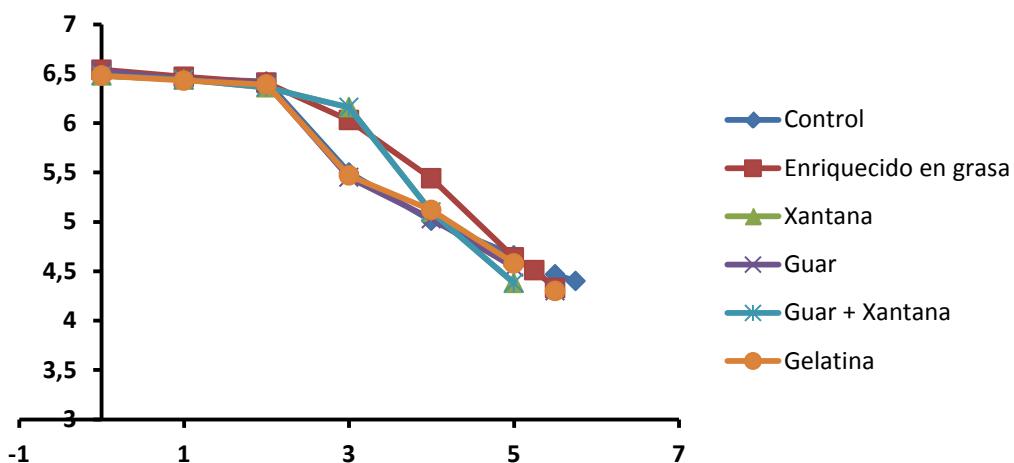


Figura 3. Evolución del pH a lo largo del proceso de fermentación de la leche con diferentes estabilizantes, en comparación con una leche control sin estabilizantes y una leche enriquecida en grasa.

Durante las dos primeras horas desde la adición de fermento, el pH de las muestras se mantiene constante. Esto puede deberse a que las bacterias del cultivo se están adaptando y van superando su fase de latencia. A partir de ese tiempo, los valores de pH comienzan a descender lo que indica que las bacterias han comenzado a transformar la lactosa en ácido láctico. Las muestras que tienen un descenso de pH más rápido son las muestras control, con goma guar y con gelatina. Estas muestras tienen un descenso muy similar del pH a lo largo del tiempo, aunque la muestra de leche que contiene goma guar llega antes que las otras muestras al pH requerido.

A la muestra con xantana y a la que contenía la mezcla guar y xantana, les cuesta más comenzar el proceso de fermentación, y el descenso del pH es muy lento hasta las 3 horas, momento en el que desciende marcadamente. Además, éstas son las primeras muestras que concluyen la fermentación a las 5 horas.

El descenso de pH de la muestra enriquecida en grasa comienza a las 3 horas de fermentación y termina 5 horas y media después.

6.2. Efecto de la adición de estabilizantes sobre la cantidad de suero drenado en la etapa de concentración

La etapa de drenado del yogur para lograr su concentración se llevó a cabo tras la fermentación del mismo. Ésta etapa se realizó de la forma tradicional, para lo cual, se introdujo cada formulación de yogur en una gasa o paño de quesería y se dejó colgando en una cámara de refrigeración durante 24 horas. El drenado se recogió en jarras graduadas y transcurrido ese tiempo, se midió la cantidad de suero que había desprendido cada muestra. Se determinó un tiempo de 24 horas porque fue el momento en el que todas las muestras habían alcanzado una consistencia que pudiera ser moldeada manualmente para obtener la forma de bola del producto final. Los valores obtenidos de volumen de suero se representan en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Volúmenes de suero drenado durante la etapa de concentración del yogur para la obtención del labneh. El volumen del suero se midió después de 24 horas de drenado, momento en el que todas las muestras tenían una consistencia firme.

Muestra	Volumen de muestra antes del drenado (ml)	Volumen de suero drenado(ml)	% Suero drenado
Control	3000	2000	67%
Enriquecida en grasa	1500	900	60%
Goma xantana	1500	750	50%
Goma guar	1500	950	63%
Goma guar-xantana	1500	850	57%
Gelatina	1500	850	57%

Tras la etapa de drenado, todas las muestras de yogur concentrado habían conseguido una consistencia lo suficientemente firme como para ser moldeada sin dificultad. Como se puede observar en la tabla, para llegar a ese punto de firmeza, unas muestras habían drenado más volumen de suero que otras.

La muestra control fue la que más cantidad de suero drenó con un 67% de pérdida. Mientras que la que menos suero había perdido fue la muestra con goma xantana, que tuvo una pérdida del 50%. Esto se debe a la mayor capacidad que tiene la goma xantana para retener el agua del producto manteniendo una consistencia firme.

Con la goma guar sucede algo parecido, se consigue el mismo efecto, pero tiene un porcentaje de drenado más elevado. Esto podría deberse a que la capacidad de formar geles de la goma xantana es mayor que la que tiene la goma guar (El-Sayed *et al.*, 2002). Por ello, la concentración de goma guar en la muestra es posible que no fuera la suficiente y hubiera sido necesario adicionar una mayor cantidad de esta goma para obtener una mayor retención de agua.

La muestra con la mezcla de goma de guar y xantana presenta un drenado intermedio entre las muestras que contenían las gomas por separado.

El coágulo de la muestra con gelatina no se formó adecuadamente y el labneh resultante no tuvo la consistencia requerida por lo que se eliminó de las pruebas siguientes.

6.3. Efecto de la adición de estabilizantes sobre la textura del labneh

Son varios los factores que afectan a la textura del labneh, entre ellos, la cantidad de extracto seco magro (ESM) y grasa que posee. Durante la elaboración del Practicum de la Planta Piloto, se elaboró un labneh con leche enriquecida con un 12% de ESM y un 5% de grasa, que presentó buenas características tanto de textura como organolépticas. El objetivo de este estudio pretendía evaluar la posibilidad de bajar la fracción grasa de la leche de partida a un 1,6% mediante la adición de estabilizantes que mantuvieran la misma textura que se había obtenido en el producto inicial, sin afectar al flavor.

Para evaluar cómo afectaba la adición de estabilizantes a la textura del producto, se llevó a cabo un Análisis de Perfil de Textura o TPA. Se trata de un test imitativo instrumental que consta de dos ciclos seguidos de compresión, que reproducen la acción de la mandíbula al masticar. Con el TPA se obtienen curvas de fuerza – tiempo de este tipo:

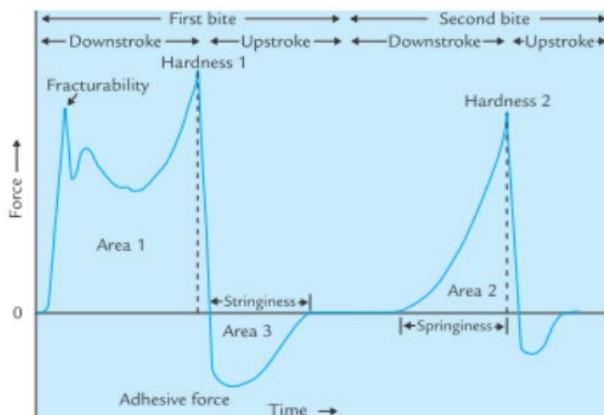


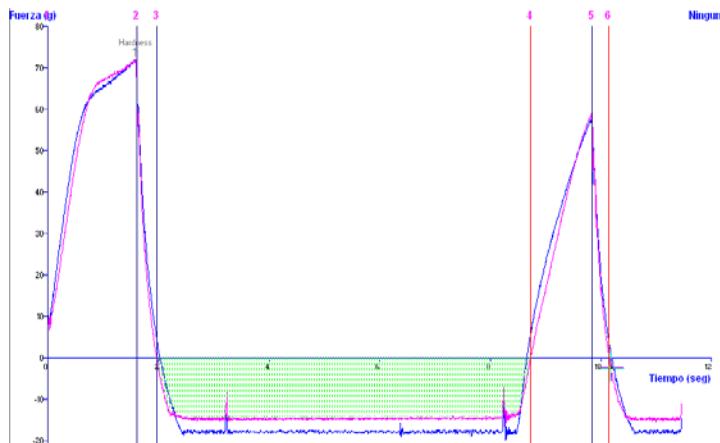
Figura 4. Curva general obtenida de la realización de un test TPA (Bourne, 2002).

Los parámetros que se obtienen son los siguientes:

- **Dureza:** es la altura del pico de fuerza de la primera compresión (g). Equivale a fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas o entre la lengua y el paladar.
- **Cohesividad:** relación entre las áreas debajo de la segunda y primera curva (A1/A2). Equivale al grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse.
- **Adhesividad:** área negativa por debajo de la línea base del perfil que representa el trabajo necesario para retirar la sonda de la muestra (g · seg). Corresponde a la fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente el paladar) durante su consumo.
- **Elasticidad:** altura que la muestra recupera durante el transcurso entre el final de la primera compresión y la segunda. Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido entre los dientes.
- **Gomosidad:** es el producto de la dureza por la cohesividad (g). Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para tragarlo.
- **Masticabilidad:** es el producto de la dureza por cohesividad por elasticidad (g). Energía requerida para masticar un alimento sólido hasta el estado adecuado para tragarlo.
- **Resiliencia:** característica que tiene el producto de cómo de bien puede volver a su posición inicial. Se puede considerar como elasticidad inicial, ya que la resiliencia es medida en la retirada del primer mordisco.
- **Fracturabilidad:** primera rotura significativa del primer ciclo de compresión.

Los parámetros de gomosidad y masticabilidad son mutuamente excluyentes, debido a que el primero se emplea en alimentos semisólidos y el segundo en sólidos (Bourne, 2002). Por este motivo, en el caso del labneh hablaremos de gomosidad en lugar de masticabilidad.

La siguiente gráfica se muestra como un ejemplo de las curvas que se obtuvieron durante la realización del ensayo. Las curvas obtenidas para el resto de las muestras se muestran en el *Anexo III* del presente documento.



Labneh con goma
guar
Nivel de dureza del
primer pico: 72,233 g

Figura 5. Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra, por duplicado, de labneh con goma guar.

En la siguiente gráfica se muestran las curvas de fuerza – tiempo de cada muestra por duplicado, obtenidas durante la realización del TPA:

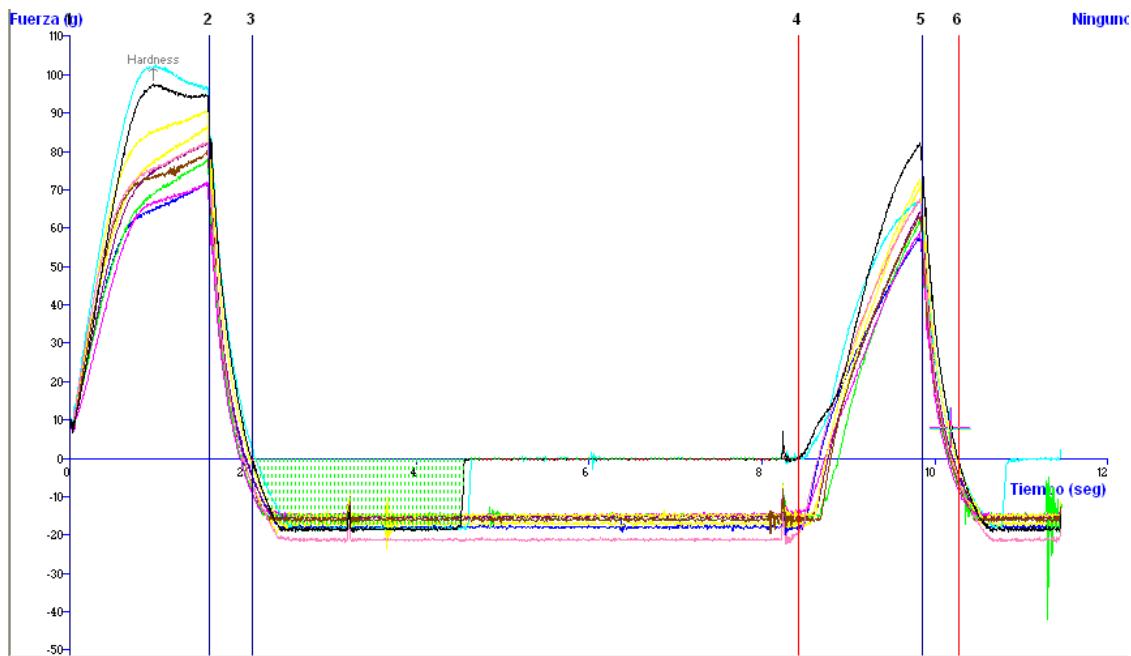


Figura 6. Gráfica obtenida en la realización del TPA. Se muestran las curvas de las dos repeticiones de cada muestra: ●● Labneh control; ●● Labneh enriquecido en grasa; ●● Labneh con goma guar; ●● Labneh con goma xantana; ●● Labneh con gomas guar-xantana.

El pico de fuerza máximo se obtuvo con la muestra de labneh control, seguido de las muestras con la mezcla de goma guar-xantana, del enriquecido en grasa, de la muestra con xantana y finalmente la muestra con guar. Esta última, a su vez, es la que presentó una mayor adhesividad. Esto puede deberse a que tuviera una mayor cantidad de agua retenida en su estructura, que ablandara su textura y le confiriera una mayor adhesividad.

En cuanto al segundo pico, destaca la muestra control, que presenta un notable descenso en comparación con las otras muestras, que tienen un descenso menos pronunciado. En la muestra control hay una diferencia entre los picos de aproximadamente 25 g de fuerza, mientras que en el resto de muestras, la diferencia es de 10-15 g de fuerza.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos del TPA:

Tabla 4. Valores de dureza, adhesividad, resiliencia, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad obtenidos en la realización del test TPA de las muestras de labneh control, enriquecida en grasa, con goma guar, con goma xantana y con la mezcla de goma guar y xantana.

TPA	Dureza	Adhesividad	Resiliencia	Cohesividad
Control	100,332	-41,955	13,532	0,476
Enriquecido en grasa	84,721	-122,749	10,705	0,468
Xantana	79,248	-102,707	10,738	0,420
Guar	72,233	-105,188	11,132	0,469
Guar-Xantana	86,648	-97,657	12,233	0,442

TPA	Elasticidad	Gomosidad	Masticabilidad
Control	87,037	47,637	41,490
Enriquecido en grasa	70,370	39,637	27,904
Xantana	62,346	33,289	20,774
Guar	71,297	33,834	24,145
Guar-Xantana	67,902	38,353	26,057

La muestra control presenta el mayor valor de dureza y el menor de adhesividad. También presenta un alto valor de elasticidad en comparación con las otras muestras, y mayores valores de gomosidad y masticabilidad. Esto podría deberse a que tuviera una menor cantidad de agua retenida en su estructura que las muestras con estabilizantes, lo que supondría una menor viscosidad y una consistencia más firme y quebradiza. Esto coincide con el volumen del suero drenado que fue el mayor de todas las formulaciones. El hecho de que la consistencia sea más quebradiza podría demostrar por qué en el primer pico, en el que se rompe su estructura, da un valor de fuerza tan elevado y en el segundo se produce ese descenso tan destacado.

En la muestra enriquecida con grasa destaca el valor de adhesividad. Esto es lógico debido a que la grasa es muy viscosa y se adhiere más a la sonda. Presenta valores mayores que las muestras con aditivos en elasticidad, gomosidad y masticabilidad y menores que la muestra control. Esto podría deberse a que, al igual que la muestra control, tiene menos agua retenida, pero no da unos valores tan pronunciados, debido a que el mayor contenido de materia grasa que posee suaviza su estructura.

En cuanto a las muestras con aditivos, las muestras que llevan un solo aditivo presentan valores más similares entre ellas que la muestra que combina ambos, excepto para el valor de elasticidad, que es intermedio. La propiedad fundamental de los estabilizantes utilizados es que retienen el agua del producto al que se adicionan. Eso explica que presenten unos menores valores de dureza y mayores valores de adhesividad que la muestra control, siendo la muestra enriquecida en grasa la que presentó una mayor adhesividad por ser más viscosa. Las muestras con estabilizantes son las que presentan menores valores de elasticidad, lo cual podría darse al hecho de que se adicionaron en una concentración muy baja. La muestra con guar presenta más elasticidad que la de xantana, y la mezcla de ambas presenta un valor intermedio. Debido también al hecho de que retienen más agua, presentan menores niveles de gomosidad.

Los valores de resiliencia fueron muy similares en todas las muestras, destacando la muestra control con un valor ligeramente superior, parece que la elasticidad medida tras la primera compresión no depende tanto de los estabilizantes como la elasticidad que se mide tras la segunda compresión.

6.4. Análisis sensorial del labneh con estabilizantes

En la prueba descriptiva, se probaron todas las muestras (control, enriquecida en grasa, goma guar, goma xantana, y la mezcla de goma guar y xantana). Las muestras estaban codificadas, por lo que ningún catador sabía cuál estaba probando, solo se les informó de que se había hecho una modificación en la composición del producto.

Los atributos determinados fueron los siguientes: firmeza, granulosidad, cremosidad, aroma, sabor y acidez. Entendiéndose por cada uno lo siguiente:

- Firmeza: grado de consistencia de la masa de labneh en boca.
- Granulosidad: grado de homogeneidad de la masa de labneh en boca.

- Cremosidad: grado de densidad de la masa del labneh y recubrimiento del paladar
- Aroma característico: aroma típico a yogur.
- Sabor característico: sabor típico a yogur.
- Acidez: grado de percepción del sabor ácido.

Se realizaron dos sesiones de cata. La primera a las 24 horas de la elaboración del producto. La segunda, tras mantener una semana almacenadas las muestras de labneh en refrigeración con el envase abierto simulando las condiciones domésticas en las que no se ha consumido la totalidad del producto y se guarda en la nevera. Los datos medios obtenidos de cada sesión de análisis fueron los siguientes:

Tabla 5. Valores medios obtenidos en el primer análisis sensorial de las muestras de labneh, realizado al día siguiente de su elaboración.

Primera sesión de cata	Control	Enriquecida en grasa	Xantana	Guar	Guar-Xantana
Firmeza	1,50	1,38	3,25	3,00	3,50
Granulosidad	1,25	1,00	1,50	1,50	2,13
Cremosidad	3,00	3,25	3,38	3,63	2,88
Aroma	2,50	3,38	2,63	2,63	2,50
Sabor	2,88	3,50	2,75	2,88	3,00
Acidez	2,13	2,88	2,13	2,88	2,50

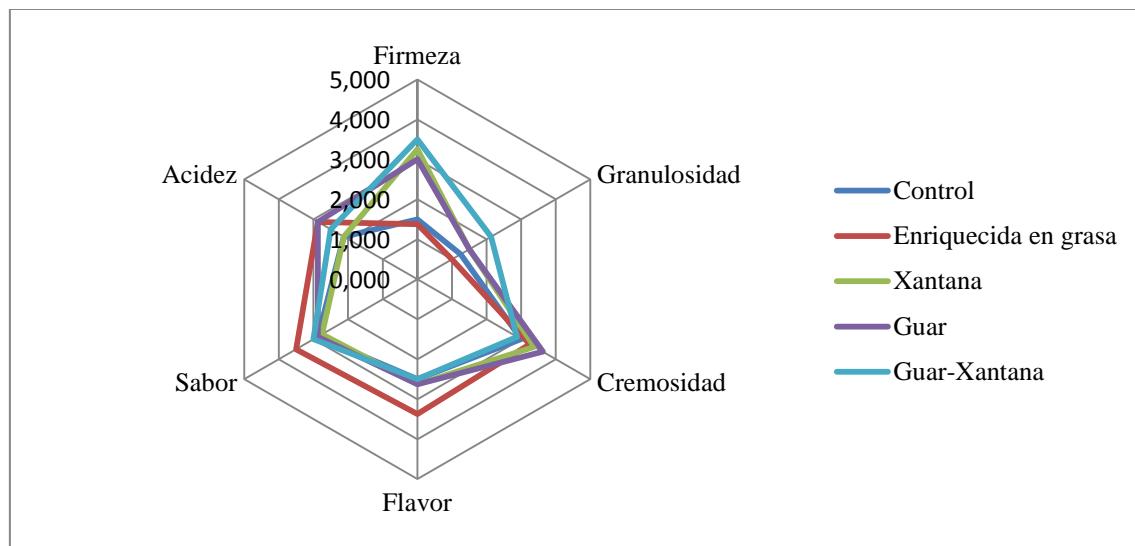


Figura 7. Representación en un gráfico radial de los valores medios obtenidos de la primera sesión de cata del análisis sensorial en el que se analizaron todas las muestras de labneh elaboradas.

La firmeza mayor se obtiene en los productos con estabilizantes, en concreto, con el producto al que se añadió la mezcla de goma guar y xantana. Esta muestra, además, presenta una mayor granulosidad, que puede ser debida a agregados formados por la mezcla de estabilizantes. En cuanto a la cremosidad, es la muestra que menos valor ha obtenido, lo que puede explicarse al tratarse de una muestra más firme.

Los valores de aroma y sabor son muy similares entre la muestra control y las muestras con estabilizantes y apenas se notan diferencias entre ellas. La muestra que presenta un mayor aroma y sabor es la muestra enriquecida en grasa. Esto puede deberse a que la grasa láctea es la que proporciona estos atributos al labneh, y al prescindir de ella, se pierden. Esta muestra también presenta una acidez mayor que el resto de las muestras.

Tabla 6. Valores medios obtenidos en el segundo análisis sensorial de las muestras de labneh, realizado a la semana siguiente de su elaboración.

Segunda sesión de cata	Control	Enriquecida en grasa	Xantana	Guar	Guar-Xantana
Firmeza	2,68	3,00	3,63	3,25	4,13
Granulosidad	1,35	1,25	1,38	1,88	1,25
Cremosidad	2,88	3,88	2,63	3,38	2,75
Aroma	2,75	2,88	3,25	3,50	3,13
Sabor	3,83	3,75	4,00	3,38	4,13
Acidez	2,75	3,50	3,38	3,13	3,25

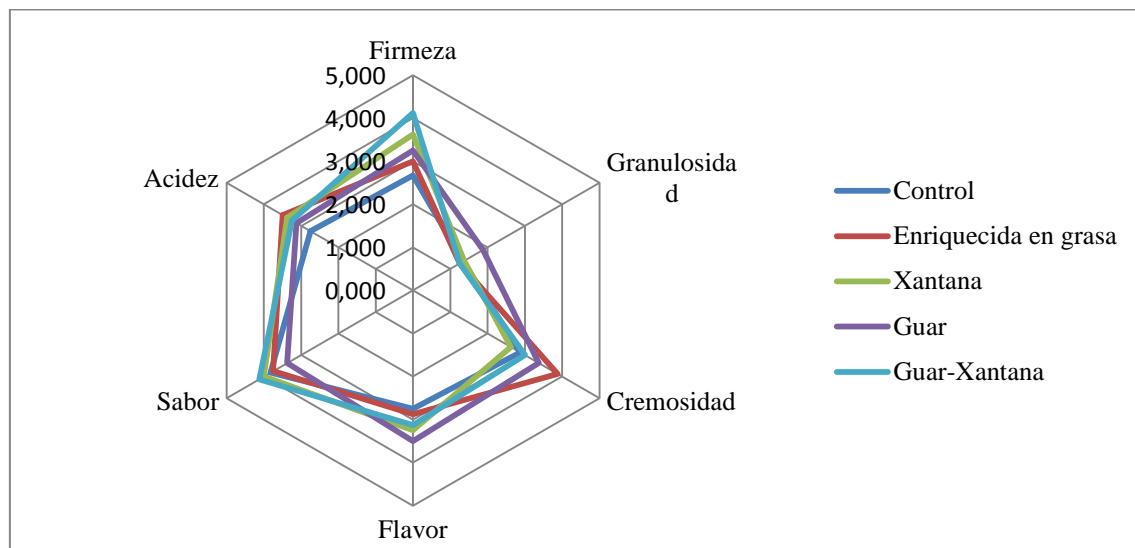


Figura 8. Representación en un gráfico radial de los valores medios obtenidos de la segunda sesión de cata del análisis sensorial en el que se analizaron todas las muestras de labneh elaboradas.

En la muestra control se aprecia un incremento de la firmeza, y una disminución de la cremosidad, lo que podría deberse a que la muestra haya perdido humedad, que proporciona una textura más blanda. Esto mismo sucede con la muestra con goma xantana, con goma guar y con la mezcla de goma guar y xantana. Sin embargo, con la muestra enriquecida en grasa, se aprecia el aumento de la dureza pero no la disminución de la cremosidad. Esta aumenta, lo que puede deberse a que, aunque haya perdido humedad, la mayor cantidad de grasa le proporcione esa textura cremosa.

En cuanto al aroma, éste aumenta para las muestras de labneh control, con goma xantana, guar y la mezcla de guar y xantana.

Los valores de intensidad de sabor han aumentado para todas las muestras, al igual que los de la intensidad de la acidez. Esto puede deberse a que, debido a que se trata de un producto con bacterias vivas, éstas siguen multiplicándose y acidificando el producto, lo que podría suponer una sobreacidificación que como consecuencia puede tener una pérdida en la calidad sensorial, si es muy intensa (Melo Guerrero *et al.*, 2010). Algunos cataadores determinaron un ligero sabor amargo en todas las muestras, especialmente en la de goma xantana.

En la primera sesión de cata, la muestra que más gusto a los cataadores fue la de labneh enriquecido en grasa, seguida por las muestras con estabilizantes. Mientras que en la segunda sesión, los cataadores notaron sabores extraños en la muestra enriquecida en grasa. La muestra que más gusto a los cataadores en la segunda sesión fue la muestra de labneh con goma guar, y a continuación las otras dos muestras con estabilizantes. Esto podría deberse a que los lípidos de la muestra enriquecida en grasa se oxidaran produciendo sabores extraños.

La muestra control no fue la que más gustó a ninguno de los cataadores, de lo que podemos concluir, que lo que más valora el consumidor en este tipo de producto es la cremosidad. Por ello, para obtener la mejor textura es necesario adicionar grasa láctea o un estabilizante.

6.5. Correlación entre los resultados del TPA y el análisis sensorial

Para ver si existe una relación entre los resultados obtenidos en el TPA (*Tabla 4*) y los del análisis sensorial, se van a comparar los resultados de las *Tablas 5* y *6*. Los atributos del análisis sensorial que se van a poder analizar son la firmeza y la cremosidad, que

son los atributos de textura en boca. La granulosidad no se va a poder relacionar ya que el TPA no da información acerca de si el producto presenta grumos o no.

El parámetro “firmeza” del análisis sensorial podría correlacionarse con el de “dureza” del TPA. El labneh control es el que muestra una mayor dureza en el TPA, sin embargo, en el análisis sensorial es el que menor puntuación de firmeza obtiene. Por el contrario, los valores más bajos de dureza del TPA son los de las muestras con estabilizantes, que a su vez, reciben los valores de firmeza más altos del análisis sensorial. También podría compararse con la “elasticidad” que, al igual que para la dureza, el que mayor valor presenta es el labneh control. En este caso, no puede establecerse una relación entre los parámetros del TPA de dureza o elasticidad, con el de firmeza del análisis sensorial.

La cremosidad del análisis sensorial se correlaciona con la “adhesividad” y la “resiliencia” del TPA. Las muestras con estabilizantes y la enriquecida en grasa tienen valores mayores en cada parámetro mientras que la muestra control tiene los valores más bajos. El labneh control, al tener menos cantidad de agua retenida o, en su defecto de grasa, presenta una textura más astringente en boca, no recubre el paladar, ya que tiene menor adhesividad. Estos parámetros se correlacionan bien entre sí.

6.6. Análisis sensorial de los productos con sorbatos

Para evaluar si la adición de sorbato potásico afecta a las propiedades sensoriales del labneh, se llevó a cabo un test triangular. Este tipo de test se emplea para detectar diferencias en el cambio de procesado de un producto, sustitución de ingredientes, efectos de la materia prima, o como es el caso, en la adición de un ingrediente nuevo.

Se ofrecían al panelista dos muestras de labneh control y una muestra que contenía sorbato potásico, y había que decidir cuál era la muestra diferente. Las muestras fueron codificadas con un número de tres cifras cada una. Este análisis se realizó a las 24 horas de elaborar el producto.

El resultado de esta prueba fue que de los 8 catadores, 5 fueron capaces de diferenciar correctamente la muestra con sorbato. Sin embargo, los catadores establecieron que era diferente debido a la textura y no al sabor. En teoría, el sorbato potásico es inodoro e insípido, por lo que no proporciona sabor o aromas extraños. En cuanto a la textura, dado que se adicionaron 3 ml de la solución concentrada de sorbato potásico, este

pequeño incremento en el contenido de agua pudo suponer un ablandamiento del labneh.

6.7. Análisis microbiológico de las muestras

6.7.1. Efecto de la adición de sorbato potásico sobre el pH de las muestras

La estabilidad del labneh se debe básicamente a su bajo pH. Debido a la elevada acidez, las bacterias patógenas no son un problema para la vida útil de este producto, siendo la principal causa de deterioro la aparición de mohos y levaduras. Bajar el pH a niveles extremos, es decir, producir una sobreacidificación como resultado de una actividad prolongada del cultivo láctico, aunque alargara la vida útil del producto dificultando el crecimiento de microorganismo, podría producir una pérdida en la calidad sensorial (Melo Guerrero *et al.*, 2010).

El ácido sórbico (E 200), el sorbato potásico (E 202) y el sorbato cálcico (E 203) son aditivos alimentarios autorizados en alimentos, y sus límites máximos legales vienen recogidos en el Reglamento (CE) No 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. En concreto, aparecen en una modificación posterior de éste reglamento, el Reglamento (UE) No 1129/2011 de la Comisión de 11 de noviembre de 2011 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) no 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión. Se emplean como conservantes alimentarios para inhibir el crecimiento de mohos y levaduras. En el yogur natural no está permitida su adición y el labneh, como tal, no aparece recogido en este reglamento. Se podría considerar como un yogur aromatizado debido a que en el producto final elaborado en el Practicum se incorporaron azúcar y frutos deshidratados. En esta forma, estaría permitido adicionar sorbatos a una concentración final de 300 ppm. El labneh elaborado también podría considerarse como un queso fresco de coagulación ácida debido a que ha sido fermentado y se ha eliminado parte del suero en el drenado, en cuyo caso, se permitiría adicionar hasta 1000 ppm. Puesto que las características del labneh obtenido fueron muy similares a las de un queso fresco de coagulación ácida y dado que no se trata de un producto comercial sino de un ensayo de laboratorio, se optó por adicionar el sorbato potásico a una concentración de 1000 ppm.

En la siguiente tabla se muestran los valores de pH de las muestras, con y sin sorbato, analizadas en el análisis microbiológico:

Tabla 7. pH de las muestras de labneh control y con sorbato potásico que se sometieron al análisis microbiológico para la determinación de mohos y levaduras. Las bolitas de labneh de la bandeja 1 se analizaron tras permanecer 24 horas envasadas, las de la bandeja 2 tras una semana y las de la bandeja 3 tras 2 semanas.

pH	Muestras envasadas		Muestras abiertas durante una semana	
	Control	Con sorbato	Control	Con sorbato
Bandeja 1	4,26	4,26	4,15	4,21
Bandeja 2	4,20	4,22	4,09	4,16
Bandeja 3	4,15	4,19	-	-

El pH del labneh control al terminar la fermentación era de 4,45. Tras las etapas de drenado, amasado y la división de la masa de labneh para adicionar el sorbato potásico a la mitad de ella, el pH descendió hasta 4,26.

Tanto en el labneh control como en el de sorbato potásico envasados en atmósfera modificada (100% N₂), el pH sufre un ligero descenso. El nitrógeno es un gas inerte (no reacciona químicamente con otras sustancias) que desplaza al oxígeno por lo que se utiliza para inhibir el crecimiento de aerobios (Iglesias *et al.*, 2006). Sin embargo, esta atmósfera no inhibe el crecimiento de las BAL que son anaerobias facultativas, aunque lo ralentiza, aspecto positivo, ya que así estas se mantendrán vivas en el producto y no se perderán los beneficios que estas pueden proporcionar al consumidor (Parra Huertas, 2010).

En el caso del labneh con sorbato potásico se observa un fenómeno similar que el ocurrido con control, aunque el descenso del pH es algo menor. El sorbato potásico actúa principalmente sobre mohos y levaduras, aunque también afecta a las bacterias en menor proporción (Milk Science, 2015). En el estudio de García, *et al.*, (2006), se ha observado que la adición de sorbato potásico en el yogur disminuye el crecimiento de los cultivos iniciadores del yogur, notando una disminución del desarrollo de la acidez y de la producción de acetaldehído. El hecho de que el sorbato potásico tenga un efecto sobre las BAL bastante bajo, podría explicar, que haya un descenso de pH menor a lo largo del tiempo que en la muestra sin adición de sorbato.

En cuanto a las muestras que se mantuvieron en refrigeración con el envase abierto durante una semana, se aprecia un gran descenso de pH. Se aprecia especialmente en la muestra control en la que, al no tener un conservante que lo impida, las BAL se han podido multiplicar fácilmente. En el caso de las muestras con sorbato potásico también se da un descenso de pH, aunque este es menos pronunciado.

El hecho de que el sorbato potásico tenga un cierto efecto sobre las BAL, aunque sea bastante bajo, podría explicar, que haya un descenso de pH menor a lo largo del tiempo que en la muestra sin adición de sorbato.

6.7.2. Recuentos del análisis microbiológico

El análisis de mohos y levaduras se llevó a cabo según la ISO 7954 de agosto de 1988 (Allaert Vandevenne y Escolà Ribes, 2002). Se trata de un método selectivo para mohos y levaduras.

Las levaduras son microorganismos aerobios mesófilos que se desarrollan formando colonias mates o brillantes, presentando frecuentemente un contorno regular y una superficie más o menos convexa. Los mohos son microorganismos aerobios mesófilos, filamentosos (Allaert Vandevenne y Escolà Ribes, 2002).

Según la Norma Sanitaria No 071-minsa/digesa-v.01, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, los criterios para mohos y levaduras en yogur son los siguientes:

Tabla 8. Criterios microbiológicos para mohos y levaduras en yogur, según la Norma Sanitaria No 071-minsa/digesa-v.01.

Agente microbiano	Límite por g			
	n	c	m	M
			10	10^2
Mohos	5	2	10	10^2
Levaduras	5	2	10	10^2

Este criterio especifica que, de un lote de producto, hay que analizar 5 muestras, de las cuales, un máximo de 2 pueden tener un recuento entre los valores m y M (10 y 10^2).

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico fueron los siguientes:

Tabla 9. Resultados del cultivo microbiológico de las muestras de labneh en agar Saboreaud para la determinación de mohos y levaduras. Las bolitas de labneh de la bandeja 1 se analizaron tras permanecer 24 horas envasadas, las de la bandeja 2 tras una semana y las de la bandeja 3 tras 2 semanas.

Recuento (UFC/g)	Muestra envasada		Muestra abierta durante una semana	
	Control	Con sorbato	Control	Con sorbato
Bandeja 1	6 x 10	5 x 10	7 x 10	5 x 10
Bandeja 2	7 x 10	2 x 10	9 x 10	6 x 10
Bandeja 3	5 x 10	2 x 10	-	-

En el caso de este estudio, sólo se analizó una muestra por duplicado y no 5 como marca la norma, por lo cual, el resultado no es muy concluyente. Los valores obtenidos del análisis se encuentran entre los límites m y M.

Tanto las muestras de labneh control como las de labneh con sorbato potásico envasadas en atmósfera modificada (100% de N₂) muestran contaminación. La contaminación de las muestras puede deberse a diversos factores. Uno de ellos, puede ser que la etapa de drenado, al llevarse a cabo de forma tradicional en gasas queseras, dentro de una cámara de refrigeración, no cumpliera las condiciones higiénicas suficientes (Fuquay *et al*, 2011). En este caso, las muestras estarían contaminadas antes de ser envasadas. Como ya se ha dicho anteriormente, el nitrógeno sustituye al oxígeno en esta atmósfera por lo que no debería haber contaminación posterior al envasado. Otro momento en el que se podría haber producido la contaminación, fue en la realización de los análisis. Dado que en la planta piloto en la que se elaboró el labneh, también se elaboraron y analizaron una gran cantidad de productos de diversos tipos.

En cuanto a las muestras que se mantuvieron con el envase abierto, es decir, sin atmósfera que las protegiera, se aprecia un cierto incremento en los recuentos. Al estar expuestas al ambiente de la cámara de refrigeración en la que también se almacenaban productos de diversos tipos, es muy posible que este ahí la causa de la contaminación.

En el caso del labneh con sorbato potásico los valores de los recuentos son menores que los del labneh control, aunque no debería haberse contaminado, puesto que éste actúa principalmente sobre mohos y levaduras (Milk Science, 2015). El sorbato potásico no ha actuado correctamente. Podría deberse a que, aunque esté al límite de la

concentración legal permitida, ésta no sea suficiente para su actuación, en cuyo caso, habría que adicionar una mayor cantidad para que tuviera el efecto deseado. También podría darse el caso de que el sorbato potásico sí que hubiera tenido el efecto idóneo y que se contaminaran las placas de cultivo durante la realización del análisis.

En cualquier caso, se puede concluir que, las propiedades microbiológicas de cualquier leche fermentada reflejan la calidad de la higiene durante la elaboración del producto y el método de producción (Tamime y Robinson, 2004)

7. Conclusiones

- La adición de estabilizantes no tiene un efecto negativo en la fermentación de la leche para la elaboración de labneh, excepto para la gelatina, que no permite la formación adecuada del coágulo. La goma guar no influye en el descenso de pH durante la fermentación, que comienza a las 2 horas de la adición del cultivo, al igual que en la muestra control. La goma xantana retrasa el descenso de pH hasta las 3 horas de la adición del cultivo, pero la fermentación es más rápida y llega antes al pH requerido.
- Los estabilizantes retienen el agua en el proceso de concentración del yogur y el porcentaje de suero drenado es menor que en la muestra sin estabilizantes. Por consiguiente, el rendimiento en la obtención del producto final es mayor.
- Los resultados obtenidos en el análisis del perfil de textura tienen una relación clara con la composición de las diferentes formulaciones de labneh, pero no todos los parámetros tienen correlación con los resultados del análisis sensorial.
- Desde el punto de vista sensorial, el labneh que ha tenido más aceptación ha sido el producto enriquecido en grasa, por su textura cremosa, seguido del labneh con goma guar. Estos resultados indican que la adición de estabilizantes permite obtener un labneh de bajo contenido graso.
- La conservación del labneh en el envase abierto y en refrigeración, produce la aparición de un sabor amargo en todas las muestras, especialmente en el labneh con goma xantana.
- Se pueden correlacionar algunos parámetros del análisis sensorial con los del TPA. La cremosidad del análisis sensorial se puede comparar con la adhesividad y resiliencia del TPA.

- La adición de sorbato potásico al labneh no aporta ningún sabor extraño, ya que éste es insípido. Sin embargo, su adición influye ligeramente en la textura del labneh, debido a que se adiciona en una disolución en agua.
- El envasado del labneh en atmósfera modificada ralentiza el desarrollo de las bacterias ácido lácticas (BAL), pero las mantiene vivas.
- El sorbato potásico en el labneh ralentiza el crecimiento de las BAL, pero siguen desarrollándose porque se observa un cierto descenso del pH a lo largo del tiempo.

8. Conclusions

- The addition of stabilizers does not have a negative effect on the fermentation of milk to elaborate labneh, except for gelatin, which prevents proper formation of coagulum. Guar gum does not influence the pH drop during fermentation, beginning at 2 hours after the addition of starter, as in the control sample. Xanthan gum slows pH decrease until 3 hours after the addition of the starter, but the fermentation is faster and reaches earlier the required pH.
- Stabilizers bind water in the process of yogurt concentration and whey drainage rate is lower than in the sample without stabilizers. Therefore, the yield in obtaining the final product is greater.
- Results of the texture profile analysis have a clear relation to the composition of the different labneh formulations, but not all parameters correlate with the results of sensory analysis.
- From a sensory standpoint, the labneh that had better acceptance was the enriched fat product for its creamy texture, followed by labneh with guar gum. These results indicate that the addition of stabilizers enables the elaboration of low fat labneh.
- Labneh conservation in open packages under refrigeration produces the appearance of a bitter taste in all samples, especially in those with xanthan gum.
- Some sensory parameters can be correlated with those obtained by TPA. The creaminess determined in sensory analysis is comparable to the adhesiveness and resilience parameters of TPA.
- Adding potassium sorbate to labneh provides no abnormal taste, as it is tasteless. However, its addition slightly influences labneh texture, because it is added as a water solution.

- Labneh packaging in modified atmosphere slows the development of lactic acid bacteria (LAB), but keeps them alive.
- Addition of potassium sorbate to labneh slows the growth of LAB, but they maintain certain activity because a slight pH decrease is observed along time.

9. Aportaciones en materia de aprendizaje

Con la realización de este proyecto he mejorado las siguientes capacidades:

- Capacidad de organizar y planificar un estudio y llevar a cabo su posterior realización.
- Aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos durante el Grado a situaciones experimentales.
- Capacidad de comunicación escrita en castellano con la redacción de este informe.
- Capacidad de leer en inglés, debido a que la mayoría de la literatura consultada se encontraba en ese idioma.
- Capacidad de trabajo, de manera autónoma, en el laboratorio. Con la realización de análisis físico-químicos y microbiológicos.
- Capacidad de interpretación de los resultados obtenidos y su discusión.

10. Bibliografía

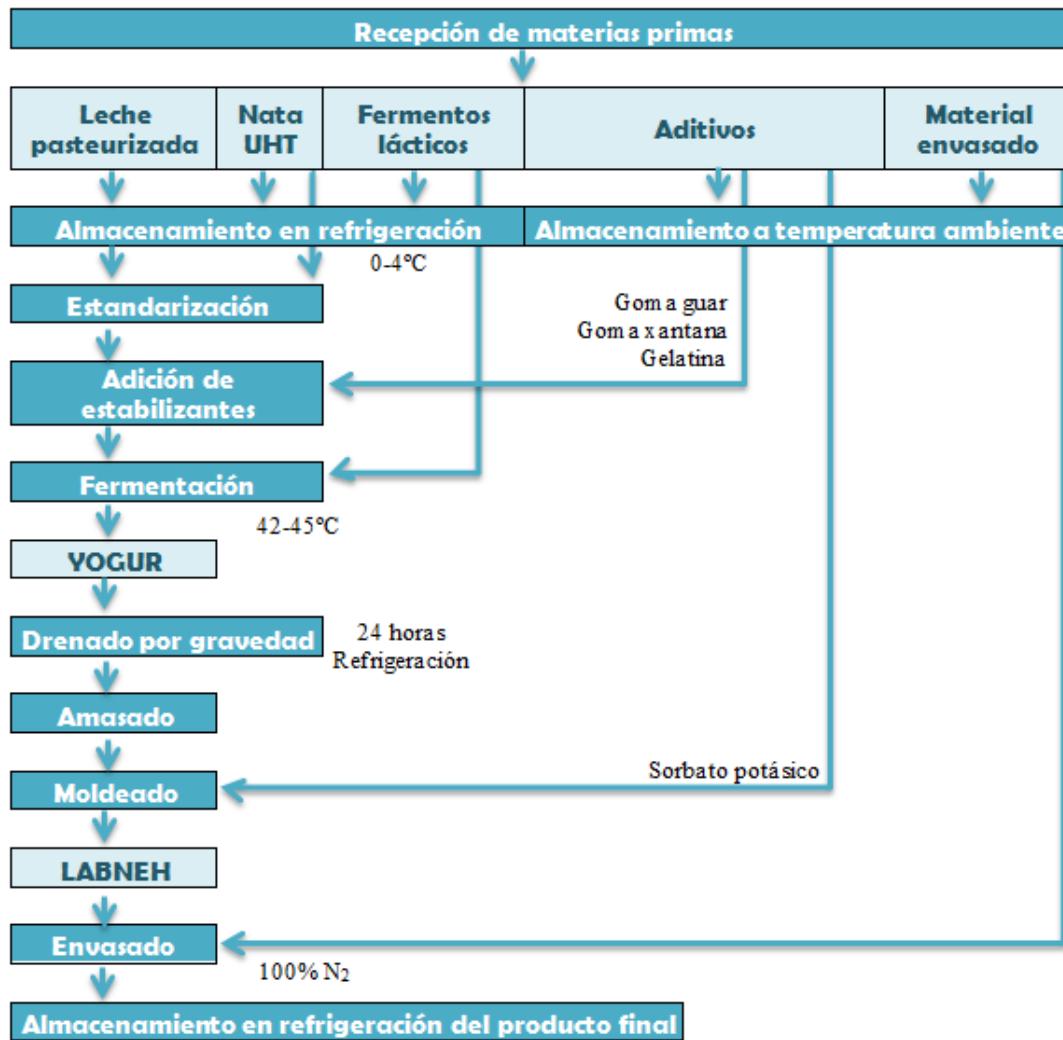
- 1) Al-Kadamany, E., Toufeili, I., Khattar, M., Abou-Jawdeh, Y., Harakeh, S., y Haddad, T. (2002). Determination of shelf life of concentrated yogurt (Labneh) produced by in-bag straining of set yogurt using hazard analysis. *Journal of Dairy Science*, 85(5): 1023-1030.
- 2) Allaert Vandevenne, C. y Escolà Ribes, M. (2002). Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos. 1^a edición. Diaz de Santos, S. A. Madrid, España
- 3) Barros Santos, C. (2009) Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula y autoriza su uso. 2^a edición. Visión libros, Madrid, España.
- 4) Bourne, M. (2002). Food Texture and Viscosity. Concept and measurement. 2^a edición. Academic Press, Londres, Inglaterra.

- 5) Fuquay, J. W., Fox, P. F. y McSweeney, P. L. H. (2011). Milk lipids. En: Encyclopedia of dairy sciences. 2^a edición, vol. 3. pp.649-740, Academic Press, Oxford, Gran Bretaña.
- 6) García Garibay, M., Quintero Ramírez, R. y López Munguía, A. (2004) Biotecnología alimentaria. 1^a edición, Limusa Noriega Editores, México D. F., México.
- 7) García, H., Cortada, A., Rodríguez, O. y Núñez, M. (2006) Influencia del sorbato de potasio sobre los microorganismos en el yogur. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 16(2): 37-40.
- 8) Gaviria, P. M., Restrepo, D. A. y Suárez, H. (2010) Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis. *Alimentos: Ciencia, Ingeniería y Tecnología*, 17(1): 29-36.
- 9) Iglesias, E. G., Cabezas, L. G., y Nuevo, J. L. F. (2006). Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. CEIM; Dirección General de Universidades e Investigación.
- 10) Kaaki, D., Kebbe Baghdadi, O., Naim, N.E. y Olabi, A. (2012) Preference mapping of commercial Labneh (strained yogurt) products in the Lebanese market. *Journal of Dairy Science*, 95(2): 521–532.
- 11) Machin, D.R., Park, W., Alkatan, M., Mouton, M. y Tanaka, H. (2015) Effects of non-fat dairy products added to the routine diet on vascular function: A randomized controlled crossover trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 25(4): 364-369.
- 12) Melo Guerrero, G. R. y Ferrera Palma, G. A. (2010). Efecto del porcentaje de grasa y acidez final en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso de yogur (labneh). Proyecto para licenciatura.
- 13) Milk Science. 2007. Aditivos alimentarios. Conservantes. Fecha de consulta: 23/11/15 <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/conservantes.html>
- 14) Norma Sanitaria No 071-minsa/digesa-v.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Fecha de consulta: 16/10/15. http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf
- 15) Özer, B. H., Stenning, R. A., Grandison, A. S. y Robinson, R. K. (1999). *The behaviour of starter cultures in concentrated yoghurt (labneh) produced by different techniques*. LWT-Food Science and Technology, 32(7): 391-395.
- 16) Parra Huertas, R. A. (2010) Review. Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 8(1): 93-105.

- 17) Ramírez Ramírez, J. C., Rosas Ulloa, P., Velázquez González, M. Y., Armando Ulloa, J., Arce Romero, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y efectos en la salud. *Revista Fuente*, 2(7): 85-101.
- 18) Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, núm. 354, de 31 de diciembre de 2008, páginas 16 a 33 (18 págs.).
- 19) Reglamento (UE) nº 1129/2011 de la Comisión, de 11 de noviembre de 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, núm. 295, de 12 de noviembre de 2011, páginas 1 a 177 (177 págs.)
- 20) Tamime A. Y, y Robinson R. K. (2004) Yoghurt, Science and technology. 2^a edición, Woodhead publishing limited, Cambridge, Inglaterra.
- 21) Tamime, A. Y. y Kirkegaard, J. (1991) Manufacture of feta cheese – industrial. En: Feta and related cheeses. Ellis Horwood, London, pp. 77-143.
- 22) Vélez J. F. y Rivas A. H. (2001) Propiedades y Características del yogur. *Información Tecnológica*, 12(6): 87-96.
- 23) Vissioli, F. (2016) Dairy Products: Dietary and Medical Importance. En: Encyclopedia of Food and Health. Eds.: Benjamin Caballero, B., Finglas, P. M. y Toldrá, F. 1^a edición, 352–355
- 24) Wang, Q., Ellis, W. Q., P. R. y Ross-Murphy, S. B. (2000) The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions. *Food Hydrocolloids*, 14(2): 129-134.
- 25) Yamani, M. I. y Abu-Jaber, M. M. (1994). Yeast flora of labaneh produced by in-bag straining of cow milk set yogurt. *Journal of Dairy Science*. 77(12): 3558-3564.

Anexo I

Diagrama de flujo del proceso de elaboración del labneh, con cada una de las etapas.



Anexo II

Hoja de cata de la primera sesión de análisis sensorial:



Departamento de
Producción Animal
y Ciencia de los Alimentos
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

Ficha de cata

Producto: Labneh

Fecha:

Nº de productos:

Atributo	121	956	784	523	654
Firmeza (1) Blanda → (5) Consistente					
Granulosidad (1) Inapreciables → (5) intensos					
Cremosidad (1) Poca → (5) mucha					
Flavor (1) Suave → (5) Intenso					
Sabor (1) Suave → (5) Intenso					
Acidez (1) Ligera → (5) intensa					

Observaciones:

- Sabores extraños:

- Olores extraños:

Ordene por preferencia todos los productos catados:

_____ > _____ > _____ > _____ > _____

Prueba triangular:

Indique cual es el producto diferente de los tres productos presentados:

342

893

503

Hoja de cata de la segunda sesión de análisis sensorial:



Departamento de
Producción Animal
y Ciencia de los Alimentos
Universidad Zaragoza

+1



Trabajo Fin de Grado

Ficha de cata

Producto: Labneh

Fecha:

Nº de productos: 4

Atributo	121	956	784	523
Firmeza (1) Blanda → (5) Consistente				
Granulosidad (1) Inapreciables → (5) intensos				
Cremosidad (1) Poca → (5) mucha				
Flavor (1) Suave → (5) Intenso				
Sabor (1) Suave → (5) Intenso				
Acidez (1) Ligera → (5) intensa				

Observaciones:

- Sabores extraños:

- Olores extraños:

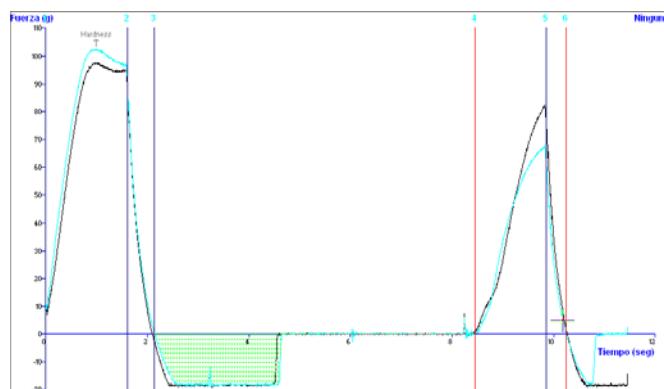
Ordene por preferencia todos los productos catados:

_____ > _____ > _____ > _____

Anexo III

Las gráficas que se obtuvieron al realizar el TPA sobre las diferentes formulaciones de labneh una vez moldeado en forma de esfera fueron las siguientes:

1. *Labneh control:*

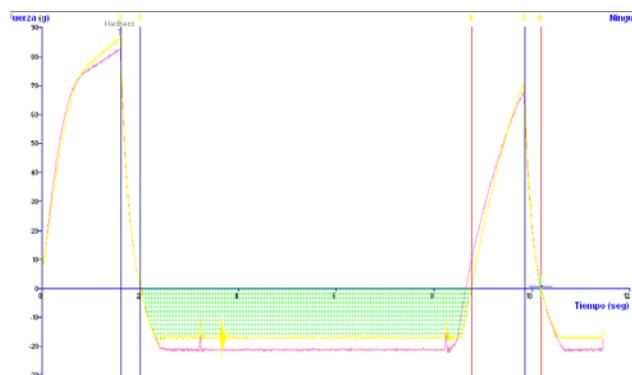


Labneh control

Nivel de dureza del primer pico: 100,332 g

Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra de labneh control por duplicado.

2. *Labneh enriquecido en grasa:*

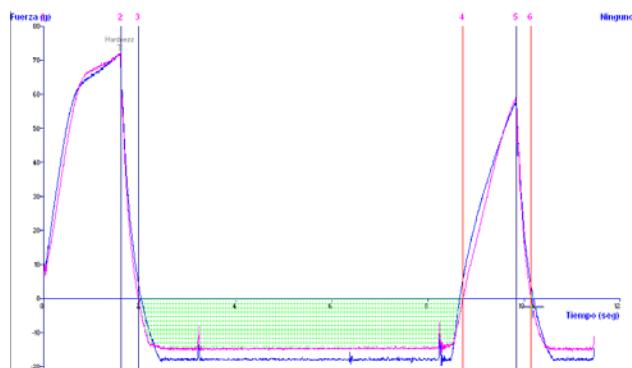


Labneh enriquecido en grasa

Nivel de dureza del primer pico: 84,721 g

Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra de labneh enriquecido en grasa por duplicado.

3. Labneh con goma guar:

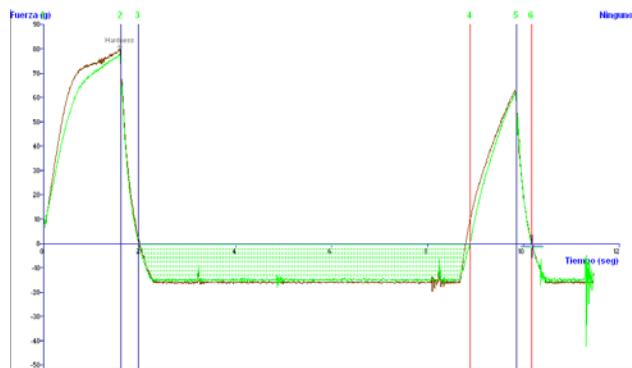


Labneh con goma
guar

Nivel de dureza del
primer pico: 72,233 g

Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra de labneh con goma guar por duplicado.

4. Labneh con goma xantana:

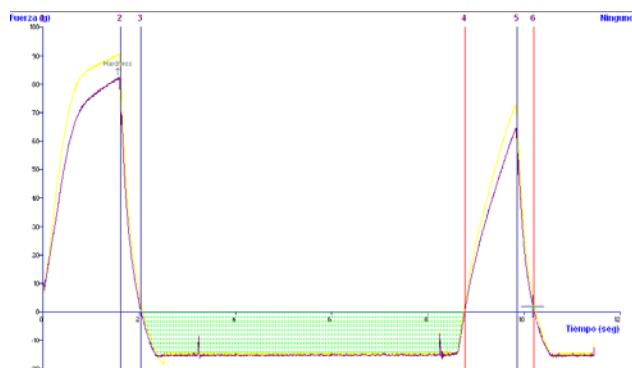


Labneh con goma
guar

Nivel de dureza del
primer pico: 79,284 g

Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra de labneh con goma xantana por duplicado.

5. Labneh con gomas guar-xantana:



Labneh con la mezcla
de goma guar y xantana

Nivel de dureza del
primer pico: 86,648 g

Curva obtenida en la realización del TPA de la muestra de labneh con la mezcla de gomas guar y xantana por duplicado.