

Universitat Autònoma de Barcelona
Facultad de Veterinaria
Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos

Trabajo presentado para
la superación de los 15 créditos del Módulo Trabajo Fin de Máster del
Máster Oficial en Calidad de Alimentos de Origen Animal

**Análisis y aplicación de parámetros de control como herramienta de la IGP
« Mató »**

Directores de tesis: Idoia Codina y Antonio José Trujillo

Margaux ABOAB

Septiembre 2018

Idoia Codina Torrella Técnica de Soporte a la Investigación (TSR) y **Antonio José Trujillo Mesa** Catedrático de Universidad en el área de conocimiento de Tecnología de los Alimentos del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la Universitat Autònoma de Barcelona

INFORMAN

Que el trabajo titulado “**Análisis y aplicación de parámetros de control como herramienta de la IGP « Mató »**” ha sido realizado bajo nuestra supervisión Margaux Aboab dentro del módulo Trabajo Fin de Máster del Máster Oficial de Calidad de Alimentos de Origen Animal de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Bellaterra, 3 de septiembre de 2018.

IDOIA
CODINA
TORRELLA



Firmado digitalmente por
IDOIA CODINA
TORRELLA
Fecha: 2018.09.02
11:55:13 +02'00'

Dra. Idoia Codina Torrella

Dr. Antonio José Trujillo Mesa

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias a Antonio Trujillo, por haberme ayudado a entrar en la UAB y haberme acompañado a lo largo del máster pero también por haber confiado en mí y haberme dado la oportunidad de realizar ese trabajo.

También quiero agradecer a Idoia Codina por haberme ofrecido su total atención y ayuda a lo largo de ese trabajo. Le agradezco su gran disponibilidad, incluso en vacaciones siempre supo responder mis dudas.

A todos mis compañeros de máster que me ayudaron a la hora de entender las clases y que hicieron de este año, un año excepcional.

Y por último, gracias a mi familia por haberme ayudado a terminar mis estudios aquí en Catalunya. *Merci Papa, Maman, Papi et Gloria de m'avoir permis d'être ici aujourd'hui et d'avoir l'opportunité de vivre cette aventure.*

Muchas gracias a todos.

Índice

Resumen

Abstract

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
2.1. Plan de trabajo.....	6
2.2. Estudio de campo: el estado actual de la producción de Mató en Cataluña.....	7
2.3. Recepción y conservación de las muestras.....	8
2.4. Análisis fisicoquímicos de los quesos.....	8
2.4.1. Análisis de color.....	8
2.4.2. Análisis de textura.....	9
2.4.3. Análisis de humedad.....	9
2.4.4. Análisis de capacidad de retención de agua.....	9
2.4.5. Análisis de la ratio proteína del suero/caseína.....	10
2.5. Análisis estadístico de los resultados.....	11
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
3.1. El estado actual de la producción de Mató en Cataluña.....	11
3.1.1. Localización y tipo de queserías.....	11
3.1.2. Tipos de leche.....	12
3.1.3. Proceso de elaboración.....	12
3.1.4. Formato de distribución.....	14
3.1.5. Vida útil.....	14
3.2. La composición de los quesos.....	14
3.3. Características fisicoquímicas de los quesos.....	17
3.3.1. Color.....	19
3.3.2. Textura.....	19
3.3.3. Capacidad de retención de agua.....	20
3.3.4. Ratio caseína / proteína del suero.....	21
3.3.5. Determinación de los intervalos de los parámetros fisicoquímicos a incluir en el documento único.....	23
4. CONCLUSIONES.....	24
5. BIBLIOGRAFÍA.....	26

Anexos

Resumen

En este estudio se realizó el trabajo preliminar a la redacción del documento único para la solicitud de la Indicación Geográfica Protegida (IGP) del queso Mató. En una primera fase se realizó un estudio de campo, en el que se recogió información de composición y de elaboración del queso Mató en diferentes queserías de Cataluña. El estudio evidenció la tradición de este producto en todo el territorio catalán, así como las diferencias existentes entre la composición de estos quesos y los sistemas de elaboración del queso Mató actuales. Este trabajo demostró la necesidad de que las queserías actualicen los análisis de composición de estos productos. En una segunda fase, se hicieron diferentes análisis fisicoquímicos a diferentes quesos Mató, representativos del territorio de Cataluña. A parte de los quesos Mató, se analizaron algunos quesos frescos, con el objetivo de comparar sus características con las del queso Mató. Los resultados de color, firmeza, retención de agua y ratio proteína sérica/caseína mostraron resultados similares entre los quesos Mató analizados, independientemente de la leche utilizada y del sistema de elaboración. Las mayores diferencias se observaron en su firmeza. Las principales diferencias entre los quesos Mató y los quesos frescos se observaron en su firmeza (siendo el queso fresco más firme) y su contenido en humedad (siendo el queso Mató más húmedo). Los intervalos correspondientes a los parámetros fisicoquímicos que se propondrían para incorporar en el documento único corresponderían a valores de índice de blancura de 10,74 - 13,01, de firmeza de 0,86 - 1,72 N, de capacidad de retención de agua de 68,91 - 77,61 % y de relación de proteínas séricas / caseínas de 30,1 - 37,25 %.

Abstract

In this study, preliminary work was carried out on the drafting of the document for the application of Protected Geographical Indication (PGI) for Mató cheese. In the first phase, a field study was carried out, in which information on the composition and the elaboration of Mató cheese was collected in different cheese factories of Catalonia. This study evidenced the tradition of this product throughout the Catalan territory, as well as the differences between the composition of these cheeses and the current Mató cheese-making systems. This work demonstrates the need for the producers to update the composition analyzes of these products. In a second phase, different physicochemical analyzes were made to different Mató cheeses, representative of the territory of Catalonia. Apart from the Mató cheeses, some fresh cheeses were analyzed, in order to compare their characteristics with those of the Mató cheese. The results of color, firmness, water holding capacity and whey protein /casein ratio showed similar results among the Mató cheeses analyzed, independently of the milk used and the cheese-making system. The main differences between the Mató cheeses and the fresh cheeses were observed in their firmness (fresh cheese being the firmest) and their moisture content (Mató cheese being the moistest). The physicochemical parameters that would be proposed to be incorporated in the single document would correspond to values of whiteness index of 10,74 - 13,01, firmness of 0,86 - 1,72 N , water retention capacity of 68,91-77,61 % and serum protein / casein ratio of 30,1 - 37,25 %.

1. Introducción

El Mató es el queso fresco más típico y valorado de la Cataluña Central y Vella. Como dice el libro “*Els Formatges de Catalunya*” (Urgell, 2010), “el Mató es el único queso catalán que no tiene imitación ni competidores fuera del Principado y que tampoco el nombre tiene traducción”.

Originariamente, el Mató se elaboraba con leche de cabra y se coagulaba con herbacol o con ácido, como el limón o el vinagre (Canut *et al.*, 1980). El Mató era un producto de conservación corta el cual se elaboraba para la comercialización en las grandes ciudades que tenían mercados, y a las afueras, se producía para el autoconsumo. En la actualidad, su elaboración se ha extendido por todo el territorio de Cataluña (Romero *et al.*, 2000). Tanto las queserías pequeñas como los grandes productores elaboran Mató. En los últimos años, las queserías catalanas tradicionales han tenido mayor relevancia, promoviendo a los productos propios y artesanos, como es el Mató, a través de varias ferias dedicadas al queso que se hacen por toda Cataluña. El Mató se consume en general como postre, con miel o azúcar y nueces, como lo narra el libro de la época medieval Libro de Sent Soví “*Llibre de totes maneres de potatges de menjar*” (Anónimo, 2007) y una canción catalana de navidad del siglo XVI llamada “*El Noi de la Mare*”, pero los catalanes han empezado a utilizarlo también para la gastronomía, haciendo de éste un producto de alta calidad (ACEM, 2018).

Actualmente, existen varios procedimientos de elaboración del Mató (Romero *et al.*, 2000). El Mató se elabora a partir de leche de cabra, vaca u oveja. El proceso de elaboración del Mató consta de 6 etapas principales. Primero la recepción y conservación de la leche y otras materias primas, a temperatura de refrigeración. A continuación, el tratamiento térmico de pasteurización alta de la leche, seguido del enfriamiento de la leche a la temperatura de coagulación. Enseguida, la coagulación de la leche con la adición de cuajo/coagulante (el cual se elaboraba en la misma granja antiguamente) y/o cloruro cálcico. Todos estos procesos permiten una mayor incorporación de las proteínas del suero juntamente con la micela de caseína, lo que diferenciaría el Mató de los quesos frescos. A parte, al queso Mató no se le añaden fermentos ni sal. En la etapa de moldeado se rompe la cuajada y se deposita en una espumadera, paño o cualquier recipiente o utensilio que deje escurrir el suero por su propio peso durante unas horas, y en una última etapa de envasado y etiquetado, el queso se envasa en

terrina de plástico o cristal. Los quesos, finalmente, se conservan a temperatura de refrigeración (0 – 9°C). La manipulación y envasado deben respetar medidas adecuadas de higiene que eviten su contaminación y que permitan optimizar su vida útil comercial. La vida útil de este queso es relativamente corta (entre 3 y 10 días en función del proceso de elaboración, tratamiento y envasado). Algunos productores han aplicado diferentes tecnologías como las altas presiones hidrostáticas o terrinas selladas térmicamente que permiten, en frío, dar una larga vida a este producto fresco (Urgell, 2010) logrando una vida útil de hasta 3 meses.

Debido a las diferencias entre los procesos de elaboración del Mató, existen algunas diferencias entre la composición y las características fisicoquímicas y sensoriales de los diferentes quesos Mató. Hoy coexisten todas las formas, tamaños, presentaciones y caducidades para estos quesos (Urgell, 2010). El Mató es un queso único por sus propiedades muy características: es un queso fresco sin sal, de color uniforme (de blanco a amarillento), sin manchas o coloraciones extrañas, su textura va de granulosa a gelificada según el método de obtención, tiene un contenido en humedad alto, con microestructura en forma de pequeñas granulaciones, y en boca, se le atribuyen los atributos de elasticidad, firmeza y friabilidad, en niveles débiles (ACEM, 2018; Romero *et al.*, 2000). Generalmente, de aspecto, el Mató no presenta corteza ni agujeros (a veces se observan ojos de efecto mecánico inferiores a 4 mm distribuidos de forma heterogénea), y puede tener formas varias, discoidales y planas, troncocónicas y grabadas por fuera, cilíndrica regular o semiesférica, incluso con forma de bolsa cuando se utilizan trapos para colgarlos (Urgell, 2010). El olor predominante que emana de ese queso es de leche fresca ligeramente hervida y dulce. Su sabor es de intensidad media, y se perciben aromas de la familia láctica-fresco como leche fresca y la nata. El flavor del Mató es de baja intensidad, sin acidez, con sensaciones olfato-gustativas de la familia láctica: de leche fresca limpia, a mantequilla y siempre con ausencia de amargor (en algunos casos muy ligero), astringencia o sabores metálicos (ACEM, 2018; Romero *et al.*, 2000).

Las Denominaciones de Origen constituyen un sello de calidad y de creación de valor en zonas rurales. El sistema de protección de las Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas europeo se estableció en el marco de la Política de Calidad Agroalimentaria y Desarrollo Rural por la entonces Comunidad Económica Europea en el año 1992, con el Reglamento (CEE) 2081/1992 del Consejo, del 14 de julio, relativo a la protección de las Denominaciones de Origen y de las Indicaciones Geográficas de los productos agrícolas

y alimentarios, que supuso el inicio de todo un sistema de inscripción como figuras de calidad protegidas de nombres geográficos asociados a productos con unas cualidades o reputación determinadas, provenientes de diversas áreas geográficas de los países de la Unión Europea. Posteriormente fue sustituido por el Reglamento (CE) 510/2006 y actualmente por el Reglamento (UE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios, que establece las definiciones de Denominación de Origen Protegida (DOP) y de Indicación Geográfica Protegida (IGP). Las indicaciones Geográficas Protegidas (IGP) son los nombres dados a los productos tradicionales producidos según los métodos tradicionales, en un lugar particular. Ellas identifican un producto como originario de una región o localidad de un país en particular, de una determinada calidad, reputación u otra característica del producto que es esencialmente atribuible al lugar de origen físico (MAPAMA, 2018). El objetivo de la IGP es proteger la reputación de los productos regionales, promover la actividad rural y agrícola, y ayudar a los productores a ganar competitividad por sus productos auténticos. También, trata de evitar la competencia desleal y engañar a los consumidores con productos no originales, de calidad inferior o de sabor diferente. Para recibir la denominación de IGP, todo el producto debe ser tradicionalmente y al menos parcialmente fabricado (preparado, procesado o producido) dentro de la región específica y así adquirir propiedades únicas.

El Mató es un queso específico de la Comunidad Autónoma de Cataluña, de consumo cotidiano, siendo el queso fresco con más recorrido histórico en esta región. El vínculo que guarda este queso con la zona geográfica se basa en las prácticas culturales aplicadas desde la antigüedad y su reputación, la cual viene avalada, entre otros, por la gran popularidad de la que goza el producto entre los consumidores de Cataluña. Este producto se elabora actualmente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma de Catalunya en más de 100 queserías diferentes, situadas en esta zona geográfica. En el año 2000, un grupo de investigadores liderados por la Doctora Romero, profesora de la Universidad Politécnica de Catalunya, realizó un estudio de campo sobre la producción de Mató en Catalunya, realizando varios análisis del Mató, tanto fisicoquímicos, organolépticos como aspectos comerciales de ese mismo (Romero *et al.*, 2000). Para ello, fabricaron diferentes quesos a partir de los diagramas de flujo que representaban los procedimientos de elaborar el Mató, determinados mediante encuestas a productores de Catalunya. El grupo llegó a la conclusión que sería conveniente proteger al

Mató con una normativa y que deberían establecerse mecanismos de control para asegurar la calidad y el mantenimiento de este producto tradicional de Cataluña.

La iniciativa del presente trabajo proviene de la ACEM (*Associació Catalana d'Elaboradors de Mató*) y del DARP (*Departament d'Agricultura, ramaderia, pesca i alimentació*), quienes contactaron con el CIRTTA (*Centre d'Investigació, Recerca i Transferència en Tecnologies dels Aliments*) con el objetivo de darle al Mató una categoría de calidad y un reconocimiento oficial. Para ello, se planteó un proyecto para la evaluación del estado de la producción del Mató en Cataluña y la caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos de Mató elaborados, con el objetivo de actualizar la información disponible y obtener información de las características comunes entre los quesos Mató, y también de las características que los diferencian del resto de quesos frescos.

Teniendo en consideración lo comentado, el objetivo general de ese trabajo fue la preparación de la información técnica a incluir en el documento único para realizar la solicitud de la IGP Mató. Para poder cumplir este objetivo se establecieron diferentes objetivos específicos, los cuales fueron (1) la obtención de información relacionada con la producción actual del queso Mató y de un muestreo de quesos, (2) la realización de análisis fisicoquímicos que permitiesen establecer posibles intervalos de medida que deberán presentar los quesos de IGP Mató, y (3) el establecimiento de los parámetros fisicoquímicos a incluir en el documento único.

2. Materiales y métodos

2.1. Plan de trabajo

Para los objetivos propuestos, se diseñó el plan de trabajo compuesto por tres tareas principales:

Tarea 1

La Tarea 1 se centró en la realización de un estudio de campo basado en el reagrupamiento de la información existente sobre los procedimientos actuales de elaboración del queso Mató. Se consultaron diferentes fuentes bibliográficas y se realizaron encuestas a algunas de las

queserías que elaboran Mató en Cataluña, para conocer y actualizar el estado y las características de sus sistemas de producción.

Tarea 2

La Tarea 2 se centró en la obtención de un muestreo de quesos Mató que representaran los diferentes tipos de queso Mató elaborado en Cataluña para la evaluación de sus características de composición y la determinación de sus características fisicoquímicas. Las características de composición se solicitaron directamente a los diferentes queseros. Los parámetros fisicoquímicos evaluados se acordaron previamente entre el CIRTTA y la ACEM, y correspondieron al color, a la textura, a la capacidad de retención de agua y al ratio proteínas séricas/caseínas de los quesos.

Se evaluaron también las características fisicoquímicas (color, textura, retención de agua y ratio proteínas séricas/caseínas) y de composición de algunos quesos frescos, para su comparación con las de los quesos Mató analizados.

Tarea 3

Esta tarea se centró en establecer los intervalos de confianza de los parámetros fisicoquímicos a incluir en el documento único para la solicitud de Indicación Geográfica Protegida Mató.

2.2. Estudio de campo: el estado actual de la producción de Mató en Cataluña

El primer paso de este trabajo fue realizar la selección de las queserías que representasen a la mayor parte de productores de Mató en Catalunya. Se decidió hacer un muestreo con una gran variedad de productores (incluyendo desde empresas grandes hasta familiares) y con quesos elaborados a partir de diferentes tipos de leche y sistemas de elaboración. Para ello, se seleccionaron 27 productores de Mató, de la lista de las 96 queserías que se localizaron como productoras de Mató y se les presentó el proyecto de obtención de la IGP. La mayoría de ellos estuvieron interesados en participar.

Las encuestas se hicieron a través de llamadas telefónicas y a partir de un cuestionario enviado (ver Anexo I, Figura I) con el objetivo de conocer el modo de producción y las características de cada queso del muestreo. También se pidió a las queserías un histórico de los

análisis de laboratorio de sus quesos Mató, para conocer el pH y los contenidos en proteína, grasa y la humedad de los quesos.

2.3. Recepción y conservación de las muestras

Se solicitó un total de 2 quesos diferentes a cada productor. Los queseros contactados enviaron los quesos en condiciones de refrigeración, en sus envases originales y en un período máximo de 2 días después de su elaboración. Como se había solicitado, algunos enviaron quesos de diferentes lotes y de tamaño diferente (entre 50 g y 2 kg). Las muestras se recibieron entre el 9 y el 29 de abril del presente año y se guardaron a 4 °C hasta la realización de sus determinaciones fisicoquímicas, las cuales se hicieron en un plazo máximo de 3 días, debido a la corta vida útil de estos quesos. Para el análisis de la ratio proteína del suero/caseína, las muestras se congelaron a -18 °C. Se hizo un muestreo de 17 quesos diferentes, como se puede observar en la Tabla I del Anexo I.

Con el fin de diferenciar el Mató de un queso fresco tradicional, se compraron 5 quesos frescos en un supermercado local y se guardaron en refrigeración a 4 °C, hasta la realización de los análisis.

2.4. Análisis fisicoquímicos de los quesos

2.4.1. Análisis de color

El color se determinó utilizando un colorímetro Hunter Lab de laboratorio (MiniScan XETM, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, EE. UU.). El equipo se calibró con los estándares blanco y negro, determinando los parámetros L* (luminosidad), a* (rojo-verde) y b* (azul-amarillo), dentro de las coordenadas de color CIELab. Se utilizó el iluminante D65, en un ángulo de estándar de observación de 10°. Las medidas se realizaron directamente sobre el producto sólido. Se determinó también el índice de blancura (*Whitness index*, WI), según la ecuación $WI = [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$. Se evaluaron dos unidades independientes de producto, realizando las medidas por triplicado.

2.4.2. Análisis de textura

La determinación de la textura se hizo con el test de penetración con un texturómetro TA-TX2 (State Micro System Survey, Reino Unido), equipado con una sonda cilíndrica P/1R, de 5 mm de diámetro. Las muestras de queso se obtuvieron directamente de su recipiente de origen, mediante un cilindro (perforado por ambas bases) de 3 cm de diámetro y 2,5 cm de altura, que se colocó en la base de medida del texturómetro. La velocidad del test correspondió a 1,5 mm/s, siendo la distancia de penetración de 10 mm. Los resultados se expresaron como Firmeza, en base a la fuerza máxima de penetración de la sonda en el producto, expresada en Newtons (N). Todas las medidas se realizan por quintuplicado, a partir de muestras independientes de producto.

2.4.3. Análisis de humedad

El contenido en humedad de los quesos se determinó en base a la determinación del porcentaje en sólidos totales de los quesos (IDF, 2004). El contenido en humedad se calculó según la relación: $Humedad (\%) = 100 - Sólidos\ totales (\%)$. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

2.4.4. Análisis de capacidad de retención de agua

Se analizó el agua liberada de los quesos considerando un método de centrifugación (Guo *et al.*, 1995), con algunas modificaciones. Se pesaron dos unidades de papel de filtro en una balanza analítica, anotando su peso. Se añadió un peso de 5 g de queso, y se procedió a envolver la muestra con el papel de filtro, formando un cartucho. El cartucho se introdujo dentro de un tubo de centrífuga (Sigma 4K15, Postfach, Alemania) y se procedió a la centrifugación de la muestra bajo las condiciones de 2500 rpm, durante 5 min, a 4 °C. Después del centrifugado, rápidamente se retiró la muestra de Mató contenida dentro del cartucho con la ayuda de una espátula, pesando nuevamente el papel de filtro humedecido y, de haberlo, el sobrenadante existente en el tubo. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

El porcentaje de agua liberada en el queso se calculó según la ecuación:

$$\% \text{ agua liberada} = [((\text{Peso de filtro después de la centrifugación} - \text{Peso filtro}) / \text{Peso muestra}) \times 100]$$

Finalmente, la capacidad de retención de agua (CRA) se calculó según:

$$CRA (\%) (p/p) = [(\text{Humedad total} (\%) - \text{Agua liberada} (\%)) / \text{Humedad total} (\%)] \times 100$$

2.4.5. *Análisis de la ratio proteína del suero/caseína*

Para la determinación del ratio proteína del suero/caseína se utilizó la técnica analítica de electroforesis SDS-PAGE. El procedimiento seguido para la preparación de la muestra fue el descrito por Smiljanic *et al.* (2014). Se extrajo el queso pesando 0,6 g de queso y disolviéndolo con tampón muestra compuesto por 7,5 ml de Tris-HCl a pH 6,8 [0,055 M, SDS al 2% (p/v), glicerol al 7% (v/v), β -mercaptoetanol al 5% (v/v)], con una agitación continua durante 30 min a 40 °C. La mezcla se centrifugó durante 15 min a 2600 \times g. Después se retiró el sobrenadante de la solución.

La electroforesis en gel (SDS-PAGE) se realizó según el procedimiento expuesto a continuación. Los extractos de queso se diluyeron en proporción 1/5 en tampón de muestra, se hirvieron a 95°C durante 5 min y se enfriaron previamente a la carga en los geles de electroforesis. Se polimerizaron geles de tamaño pequeño (10 \times 8 \times 1,5 cm) en casetes de polimerización Hoefer Multiple Gel Caster SE275 (Hoefer Scientific Instruments, Holliston, MA, EE. UU.) con un porcentaje de acrilamida del 4% para el gel concentrador y del 12% para el gel separador (400 mM Tris-HCl, 12% Acrilamida (v/v), 0,1 SDS (v/v), 0,25% TEMED (v/v), 0,05% PSA (v/v), pH 8,9). Los geles fueron introducidos en las cubetas electroforéticas Hoefer SE250 (Hoefer Scientific Instruments, Holliston, MA, EE. UU.) que contenían tampón de electroforesis (Tris-HCl 25 mM, Glicina 193 mM, SDS (p/v) 0,2%, pH 8,3), se cargaron las muestras (15 - 30 μ L) y se llevó a cabo la separación electroforética aplicando un voltaje de 100 V durante 20 min y 120 V durante aproximadamente 2 h, hasta que el frente electroforético distaba 1 cm del final del gel.

Las proteínas al gel se fijaron mediante incubación *overnight* en la solución de fijación (50% Propanol, 10% ácido acético, en mQH₂O₇). A continuación se tiñeron los geles con una solución de tinción de azul de Coomassie R-250 (0,25% Coomassie® Brilliant Blue R-250, 25% Propanol, 10% Ácido Acético, en mQH₂O) durante 1 h y se destiñeron realizando lavados con la solución de fijación. Los geles se conservaron en solución de almacenaje (5% ácido acético en mQH₂O) y se escanearon utilizando el equipo ImageScanner III (GE Healthcare Europe GmbH, Freiburg, Alemania). Se densitómetró la intensidad de las bandas proteicas detectadas utilizando el programa informático Multi Gauge (Fujifilm Corporation, Tokyo, Japón). Se integraron los picos de pertenecientes al grupo de proteínas caseínas y proteínas de suero para obtener el valor del área correspondiente y así proceder al cálculo del porcentaje de

cada grupo de proteínas en la misma muestra. Por cada tipo de muestra de queso, el análisis se realizó por duplicado.

2.5. Análisis estadístico de los resultados

Se analizaron los resultados obtenidos con el programa Statistica (Versión 7). Se aplicó un análisis descriptivo para determinar los intervalos de confianza, al 95% de probabilidad de cada parámetro determinado.

3. Resultados y discusión

3.1. El estado actual de la producción de Mató en Cataluña

Teniendo en consideración el trabajo previo de Romero *et al.* (2000) y con el objetivo de actualizar los datos existentes, se reagrupó toda la información obtenida en las encuestas realizadas a los queseros. En el Anexo I (Tabla II) se detalla la información relacionada con la elaboración del queso Mató (el tratamiento térmico aplicado a la leche, el método de coagulación, el envasado y conservación de los quesos) facilitada por los queseros.

3.1.1. Localización y tipo de queserías

De los datos proporcionados por la ACEM referentes a las queserías que producen Mató actualmente en Cataluña (*datos no mostrados, confidenciales*), se observó que el 45 % de las queserías se sitúan en la zona central de Catalunya, como se vio en el estudio de Romero *et al.* (2000), aunque aquí se dispuso de resultados de queseros de todo el territorio catalán. Destacar que entre ellas también se encuentran queserías productoras de Mató de Montserrat, queserías que elaboran Mató ecológico, así como también productores de Mató tanto a nivel artesanal como medianas empresas.

A partir de la información recogida en las encuestas se pudieron distinguir dos grupos principales de elaboradores: las grandes empresas, que son mucho más automatizadas y con maquinaria adaptada a grandes volúmenes y las pequeñas queserías, con procedimientos muy poco automatizados, observándose diferencias en el proceso de elaboración entre queserías, que se justifican por las tradiciones familiares y la historia de cada zona.

3.1.2. Tipos de leche

Según el listado de productores de Mató de Cataluña proporcionado por el ACEM (*datos no mostrados, confidenciales*), actualmente el 55 % de los queseros elaboran Mató a partir de leche de vaca, seguido por un 38% que utilizan leche de cabra y tan sólo un 7% leche de oveja. Esos datos coinciden con el estudio de Romero *et al.* (2000), en el cual se precisa que el tipo de leche que utilizaban los diferentes productores de Mató era básicamente de vaca y de cabra, pero sobre todo se trabajaba con leche de vaca.

Por ello, el muestreo estudiado estuvo compuesto de quesos principalmente de leche de vaca o de cabra, como lo muestra la Tabla I del Anexo I, aunque se analizó también un mató de oveja (no se pudo disponer de más muestras de Mató de oveja debido a que lo elaboran muy pocos queseros y bajo previa petición).

3.1.3. Proceso de elaboración

A partir de las encuestas se observó que había dos diferencias principales en el proceso de elaboración del Mató utilizado por los queseros, las cuales son el tratamiento térmico aplicado a la leche y el sistema de coagulación utilizado.

Según los datos obtenidos, en general, los grandes productores de Mató (medianas empresas) aplican tratamientos de pasteurización en sistemas continuos a la leche (algunos productores pequeños disponen de pasteurizadores de placas de pequeño caudal), mientras que otros queseros más artesanales utilizan la pasteurización en *batch*, debido a que trabajan con pequeños volúmenes de leche para vender en ferias, en establecimientos pequeños o directamente a restaurantes, bajo pedido. Con las encuestas se observó que la información disponible de las condiciones de los tratamientos en *batch* es relativamente aproximada, ya que los productores especifican que el proceso de pasterización se monitoriza a partir del momento en que la leche se empieza a calentar dentro del recipiente, y al llegar a la temperatura establecida de pasterización (75 - 85 °C), ésta se mantiene (o no) durante un tiempo de 1- 10 min y se enfría de la manera más rápida posible. El tiempo total de este proceso, en general, es de aproximadamente 60 min, por lo que es difícil acotar la intensidad del tratamiento térmico que ha recibido la leche en estos casos. Los procesos de pasterización de la leche en continuo

son más precisos y corresponden a una combinación de tiempos y temperaturas de 72 - 80 °C durante 15-30 s o de 85 - 90 °C durante 1-3 min.

Los queseros utilizan tres tipos diferentes de sistemas de coagulación: con cloruro cálcico, con cloruro cálcico y cuajo (animal o vegetal) y con ácido. La coagulación con ácido, aunque es tradicional, no se había destacado en el estudio de Romero *et al.* (2000), en el cual se presentaban sistemas de coagulación con cuajo animal, cuajo vegetal y cloruro cálcico. En este estudio se observó que solamente un quesero (el que fabrica a partir de leche de oveja) utiliza el cuajo vegetal herbacol, como en la antigüedad, que elabora él mismo en su granja a partir de un macerado del cardo (*Cynara cardunculus* L) seco. En función del tipo de coagulante utilizado, existen diferencias en el tiempo y la temperatura de coagulación. Si utilizan cuajo, las temperaturas de coagulación se encuentran generalmente entre los 34 y 45 °C, durante tiempos de 30 - 40 min, dando un queso Mató de aspecto más gelificado (Figura 1, Imagen 2, p.13), mientras que de utilizarse solamente cloruro cálcico, se coagula a la temperatura de 78 – 82 °C durante tiempos casi inmediatos (de 5 - 10 min) y resulta un queso de textura más granulosa (Figura 1, Imagen 1, p.13).

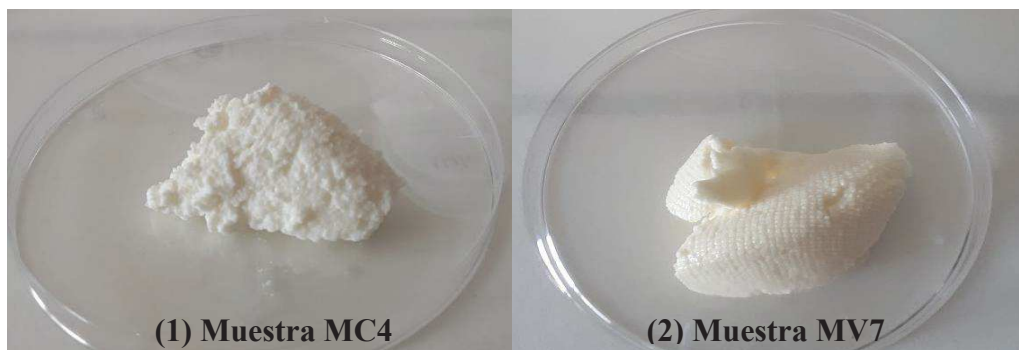


Figura 1. Quesos Mató de cuajadas obtenidas con cloruro cálcico (1) y con cloruro cálcico y cuajo (2). Muestra MC4 = Mató elaborado con leche de cabra; Muestra MV7 = Mató elaborado con leche de vaca.

El desuerado de la cuaja también varía de un quesero al otro. Unos utilizan el escurrido por gravedad, en tiempos comprendidos entre los 10 min y las 24 h, en refrigeración. Otros utilizan el escurrido por filtración en un colador y/u otro recipiente agujereado, así como también por filtración forzada mediante la constante agitación de la cuajada y la posterior separación del suero por filtración mediante una gasa y un colador.

3.1.4. Formato de distribución

Las encuestas muestran dos tipos de formato de distribución del queso que coinciden con los descritos en el estudio de Romero *et al.* (2000). El más común es el envase de plástico de 75-200 g, el cual se distribuye mayoritariamente en tiendas especializadas, en la misma quesería, en ferias o en grandes superficies. El otro, de mayor cantidad (de hasta 2 kg), principalmente es distribuido para restauración o venta al granel.

3.1.5. Vida útil

La vida útil de los quesos Mató varía de 2 a 10 días en general. Un grupo minoritario de quesos presenta una vida útil de 15 - 20 días y otros de hasta 3 meses, debido al tratamiento de conservación al que el queso es sometido después de su envasado (tratamiento de altas presiones hidrostáticas). En el estudio de Romero *et al.* (2000) aparecían también quesos Mató de larga caducidad. El estudio comenta que todos los quesos Mató artesanales estudiados presentaban una caducidad corta, al contrario de los industriales, que presentaban una caducidad de hasta 30 días.

3.2. La composición de los quesos

Los datos de los análisis de composición pedidos a los queseros se pueden observar en la Tabla 1 (p.16). Debido a una falta de información proporcionada por parte de las queserías, algunos datos fueron recuperados de las etiquetas de los mismos productos.

Observamos que en general los resultados de los ensayos de humedad realizados en este trabajo coincidieron con los datos comunicados por las queserías (Tabla 1, p.16). El queso MV4 presentó una humedad mayor a la proporcionada por la quesería, lo que podría ser dado a la variabilidad entre producciones pero también al hecho de que las analíticas recibidas estaban, en general, desactualizadas.

El queso Mató de oveja analizado en este estudio (MO1) fue el que presentó el menor contenido en grasa y proteína (Tabla 1, p.16), pero no se pueden obtener conclusiones generalizadas en los resultados obtenidos en este estudio ya que se analizó sólo un Mató de oveja. Según la FAO, la leche de oveja tiene un contenido de materias grasas y proteínas mayor que el de la leche de cabra y de vaca (FAO, 2017). Hay que tener en cuenta que muchos factores

como la alimentación del animal o el período de recolección de la leche, entre otros, pueden influir en la composición del producto final. El queso MO1 de oveja fue el que presentó un porcentaje de humedad más alto (~ 80 %), lo que explicaría también que su contenido en materia seca (grasa, proteína, etc.) fuera más bajo.

Como se puede observar en la Tabla 1 (p.16), solamente dos queseros que elaboran Mató de cabra comunicaron informaciones de composición, por lo que no se pudieron extraer conclusiones generalizadas para este tipo de quesos. Esos dos quesos Mató de cabra fueron los que presentaron un mayor contenido en grasa, entre 17 y 19 %. Estos quesos presentaron un valor de pH de 6,3 – 6,5 y en uno de ellos, se obtuvo información de su contenido en proteína, del ~ 11%. Este queso fue el que presentó el menor contenido en humedad de todos los quesos Mató analizados. Los resultados del estudio de Capellas *et al.* (2001) muestran unos valores de aproximadamente 16 % de grasa y 7 % de proteína en el queso Mató de cabra, similares a los obtenidos en este trabajo. Estos quesos presentaron un contenido en humedad comprendido entre el 65,54 y el 73,48 %.

Los quesos Mató elaborados en base a leche de vaca presentaron un porcentaje de grasa, proteína y humedad muy variables. El porcentaje de grasa estuvo comprendido entre un 6,58 y 11,82 %, la proteína entre el 7,39 y 15,20 %, la humedad entre el 68,26 y 80,56 % y el valor de pH estuvo comprendido entre 5,6 y 6,5. Según la FAO (FAO, 2017), las leches de cabra y vaca suelen tener una composición en grasa y proteína bastante similar, pero hay que recalcar que la especie del animal lechero, su raza, edad y dieta, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año, influyen en la composición de la leche.

Al comparar los datos obtenidos en este estudio con los obtenidos en los del estudio Romero *et al.* (2000) se puede observar una cierta similitud entre la composición de los quesos Mató descritos ya en el año 2000. En el estudio de Romero *et al.* (2000) se describe un contenido de entre 9,19 – 15,09 % de grasa y 9,31 - 12,7 % de proteína para el Mató de vaca y entre 13,62 - 11,68 % de grasa y 7,87-11,1% de proteína para el Mató de cabra.

Destacar que solamente los quesos MV1 y MV6 contenían sorbato potásico (E-202) que está autorizado en quesos frescos a dosis máxima de 1000 mg/kg, según el Reglamento (UE) N° 1129/2011 de la Comisión de 11 de noviembre de 2011.

Tabla 1. Datos de composición de los quesos estudiados.

ID	Humedad ¹ (%)	Humedad ² (%)	Grasa ^{2,3} (%)	Proteína bruta ^{2,3} (%)	pH ²	Aditivos ²
MO1	72,88 ± 2,03	80	8,70	6,8	6,6	X
MC1	66,62 ± 1,45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MC2	65,54 ± 1,85	65	19	11	6,3	X
MC3	70,60 ± 3,47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MC4*	68,73 ± 0,97	n.d.	16,45	n.d.	6,35	X
MC5	73,48 ± 0,47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MV1*	73,32 ± 0,48	n.d.	10,22	10,24	n.d.	Sorbato potásico
MV2	70,92 ± 0,47	72	9,56	15,20	n.d.	X
MV3*	74,99 ± 0,64	n.d.	11,82	9,37	n.d.	X
MV4	69,89 ± 1,24	79,85	6,58	7,93	n.d.	X
MV5	74,13 ± 0,07	68 - 80	10,50	9	6 - 6,5	X
MV6*	80,56 ± 0,07	n.d.	11,45	10,82	n.d.	Sorbato potásico
MV7*	68,26 ± 1,85	n.d.	10,90	7,80	n.d.	X
MV8*	- ⁴	n.d.	12,2	12,60	n.d.	n.d.
MV9	76,77 ± 0,15	76	11,50	10	5,6	X
MV10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MV11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
FV1*	55,09 ± 0,62	n.d.	18	17	n.d.	X
FV2*	66,06 ± 0,21	n.d.	12,7	12,7	n.d.	X
FC1*	- ⁴	n.d.	17	8,7	n.d.	X
FC2*	56,29 ± 0,60	n.d.	22	13,8	n.d.	X
FVC1*	53,36 ± 0,80	n.d.	14	14	n.d.	X

ID = Identificación de las muestras. MO = Mató leche de oveja; MC = Mató leche de cabra; MV = Mató leche de vaca; FV = Queso fresco leche de vaca; FC = Queso fresco leche de cabra; FVC = Queso fresco leche de vaca y cabra; X: No contiene; n.d. = Información no disponible (no proporcionada por la quesería); *Datos que se recuperaron en las etiquetas de los productos.

¹ Datos obtenidos directamente del análisis del queso. Los valores corresponden a la media ± desviación estándar.

² Datos proporcionados por el quesero o etiqueta del producto (*).

³ % sobre materia húmeda.

⁴ Muestra no disponible para la realización de los análisis.

Se observaron resultados similares entre los quesos frescos estudiados (Tabla 1, p.16). En general, los quesos frescos en base a leche de vaca contenían menos grasa (12,7 – 18 %) que los hechos con leche de cabra (17 – 22 %). A nivel de composición en proteínas, los quesos frescos elaborados con leche de vaca presentaron un porcentaje de entre un 12 y 17 % y los de leche de cabra entre un 8,7 y 13,8 %. Finalmente, el queso fresco FCV1 presentó valores de composición intermedios a los observados en los otros quesos (Tabla 1, p.16), ya que está hecho de una mezcla de leches de vaca y cabra.

Las medias de los contenidos en humedad (%) respectivas a los quesos Mató y quesos frescos correspondieron a $71,91 \pm 4,09$ y $57,70 \pm 5,70$, respectivamente. Se evidenció que, en general, los quesos Mató presentaron un contenido más alto en humedad que los quesos frescos, lo que se podría explicar porque el queso Mató es un queso que no se prensa, a la diferencia del queso fresco, y por lo tanto, contiene más agua. A parte, la mayor incorporación de proteínas séricas en su estructura también favorecería una mayor retención de agua en este tipo de queso (Perreault, *et al.*, 2017). Como se observa en la Tabla 1 (p.16), en general los quesos frescos presentaron un mayor porcentaje en proteína y grasa que los quesos Mató, lo que probablemente se deba al menor contenido en agua de esos quesos.

3.3. Características fisicoquímicas de los quesos

En la Tabla 2 (p.8) se pueden observar los resultados obtenidos en los ensayos de color (índice de blancura), textura (Firmeza), capacidad de retención de agua y ratio proteínas séricas/caseína de los quesos.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de índice de blancura, firmeza, capacidad de retención de agua y ratio proteínas séricas/ caseína de las muestras de queso.

ID	Índice de blancura (WI)	Firmeza (N)	CRA (%)	Ratio proteína Sérica/Caseína (%)
MO1	12,97 ± 0,55	2,18 ± 0,39	77,77 ± 2,54	38,66 ± 0,42
MC1	9,76 ± 0,12	1,28 ± 0,23	71,74 ± 3,67	25,19 ± 0,01
MC2	10,43 ± 0,38	3,32 ± 0,28	75,94 ± 2,38	31,47 ± 1,48
MC3	9,36 ± 0,46	1,85 ± 0,29	76,32 ± 3,46	26,01 ± 0,30
MC4	12,49 ± 0,04	1,05 ± 0,28	77,54 ± 4,70	30,46 ± 1,96
MC5	9,72 ± 0,21	0,78 ± 0,24	73,64 ± 1,08	45,11 ± 1,36
MV1	14,06 ± 0,55	0,67 ± 0,08	75,61 ± 3,37	30,76 ± 1,23
MV2	12,31 ± 0,04	0,99 ± 0,17	76,20 ± 1,92	44,13 ± 0,96
MV3	11,20 ± 0,03	0,43 ± 0,07	78,83 ± 1,41	29,62 ± 1,76
MV4	11,53 ± 0,15	1,72 ± 0,11	74,46 ± 3,30	34,64 ± 0,42
MV5	14,71 ± 0,52	0,65 ± 0,01	50,68 ± 2,61	34,75 ± 1,12
MV6	9,27 ± 0,18	1,08 ± 0,26	66,03 ± 5,09	41,20 ± 0,17
MV7	15,69 ± 0,11	1,04 ± 0,04	69,80 ± 1,03	40,82 ± 0,92
MV8	12,74 ± 0,15	2,70 ± 0,33	- ¹	22,34 ± 0,44
MV9	8,76 ± 0,03	0,99 ± 0,21	80,98 ± 1,63	40,46 ± 0,60
MV10	15,49 ± 0,06	- ¹	- ¹	28,45- ²
MV11	11,28 ± 0,12	1,08 ± 0,06	- ¹	28,45- ²
FV1	14,57 ± 0,50	3,85 ± 0,26	62,91 ± 2,85	29,47- ²
FV2	11,69 ± 0,04	2,57 ± 0,28	78,48 ± 3,86	31,17 ± 0,13
FC1	13,52 ± 0,58	3,21 ± 0,29	- ¹	37,93- ²
FC2	10,53 ± 0,05	4,16 ± 0,49	78,51 ± 1,09	31,20 ± 0,55
FVC1	11,64 ± 0,09	2,48 ± 0,16	72,74 ± 2,90	35,87 ± 0,39

ID = Identificación de las muestras. MO = Mató leche de oveja; MC = Mató leche de cabra; MV = Mató leche de vaca; FV = Queso fresco leche de vaca; FC = Queso fresco leche de cabra; FVC = Queso fresco leche de vaca y cabra.

¹Muestra no disponible para la realización de los análisis.

² Se hizo una sola determinación por falta de muestra.

3.3.1. Color

Como se puede observar en la Tabla 2 (p.18), los Mató de leche de cabra presentaron un índice de blancura (WI) comprendido entre 9,36 y 12,49, el queso Mató de oveja presentó un índice de blancura de 12,97 y los de leche de vaca de entre 8,76 y 15,69. El parámetro luminosidad (L^*) de los quesos (Anexo II, Tabla I) se encontró en el intervalo 88,83 - 96,57, valores parecidos a los presentados en el estudio de Capellas *et al*, (2001) (88,9 - 89,6) en Mató de cabra. Según Saval (2016) una menor luminosidad y mayor tonalidad amarillenta podría explicarse por el mayor contenido de un queso en extracto seco, grasa y proteína, entre otros.

Observando los resultados obtenidos en los quesos frescos (Tabla 2, p.18), se observan unos valores del parámetro WI comprendidos entre 11,64 y 14,57. Estos quesos presentaron un intervalo de luminosidad de 91,93 - 96,11 (Anexo II, Tabla I). En el estudio de Evert-Arriagada *et al*. (2012) se describe un valor de luminosidad similar al descrito en este estudio, de aproximadamente 95,32 para el queso fresco.

En general, no se observaron grandes diferencias de blancura (WI) entre los quesos Mató, que presentaron un valor medio de $11,87 \pm 2,21$, y los quesos frescos, con un valor medio de $12,39 \pm 1,62$.

3.3.2. Textura

Según Everett *et al*. (2008), las características texturales del queso están relacionadas con su composición, estructura e interacción entre los elementos estructurales del queso. Los factores principales que impactan su textura incluyen el contenido en agua, la grasa y la densidad de la matriz de caseína o interacciones entre las proteínas. En la Tabla 2 (p.18), se puede observar la Firmeza, expresada en Newtons (N), determinada para cada muestra de queso. Para los diferentes quesos Mató, se puede observar una variación entre una firmeza mínima de 0,43 N y una firmeza máxima de 3,32 N. No se observan grandes diferencias entre los quesos elaborados a partir de los diferentes tipos de leche, ya que en cada grupo se pueden observar una gran variabilidad de resultados (Tabla 2, p.18). Las referencias MO1, MC2 y MV8 fueron los quesos Mató que se diferenciaron más de los otros, por su alta firmeza. La alta firmeza de MO1 se podría explicar, entre otros, por el uso de un cuajo artesanal, el herbacol, el cual permitiría obtener una cuajada de firmeza superior a la obtenida con cuajo comercial (Álvarez, 2003). Para el queso MC2, el valor de firmeza superior se podría explicar, principalmente, por el

formato de envasado del queso, el cual era más grande (2 kg) y también más compacto, como en el caso del queso MV8. En su la fabricación, los quesos probablemente se prensaron más al desuerar la cuajada e introducirla al molde.

Los quesos frescos presentaron una firmeza ligeramente más alta que los quesos Mató (entre 2,48 N y 4,16 N). Los valores obtenidos en este estudio fueron parecidos a los del estudio de Evert-Arriagada *et al.* (2012) en el cual se describió que el queso fresco de vaca presentaba una firmeza de 3,4 N. Esta diferencia de firmeza entre los quesos frescos, con una media de $3,26 \pm 0,75\text{N}$, y los quesos Mató, con una media de $1,29 \pm 0,83\text{ N}$, se podrían explicar, debido al prensado del queso fresco, el cual aporta diferencias en la estructura del queso volviéndola más compacta (Capellas *et al.* 2001). El sistema de prensado aplicado al queso fresco permite eliminar una gran parte de humedad y aumenta, en consecuencia, su firmeza (Capellas *et al.* 2001). Perreault *et al.* (2017) apuntaron en sus estudios que un mayor contenido en proteína del suero incorporada en la matriz proteica podría proporcionar una humedad más alta al queso y una textura más blanda. Según Guo *et al.* (2012), el uso de sal disminuye la actividad enzimática proteolítica provocando una sinéresis en los quesos y la consiguiente pérdida de agua provocando un aumento de la firmeza del queso lo que también podría explicar la diferencia de textura entre queso fresco y Mató, ya que el Mató no lleva sal.

3.3.3. Capacidad de retención de agua

Los valores de capacidad de retención de agua calculados se observan en la Tabla 2 (p.18). Para los quesos Mató elaborados con leche de cabra, los resultados de capacidad de retención de agua se situaron entre un 71,75 y un 77,54 %, mientras que para los Mató de leche de vaca, se observó una mayor variabilidad de resultados (valores comprendidos entre un 50,69 y un 80,98 %). Se destaca que el queso MV5 presentaba una capacidad de retención de agua muy inferior al resto de quesos (50,69 %). El queso Mató de oveja presentó una capacidad de retención de agua del 77,77 %, similar a la que se observó en los otros tipos de queso Mató.

A diferencia de lo esperado, no se observaron notables diferencias entre la capacidad de retención de agua de los diferentes quesos Mató en función del sistema de coagulación utilizado o del tratamiento térmico aplicado.

Según Romero *et al.*, (2000), el tipo de coagulante utilizado puede modificar la capacidad de retención de agua, ya que se observan quesos Mató con una menor capacidad de retención de agua cuando están elaborados con solamente cloruro cálcico, debido a que en este proceso, y con la acción de la alta temperatura, la proteína flocula dando una estructura granulosa y menos húmeda al queso, en lugar de formar la estructura gelificada y bastante húmeda que se suele obtener con el uso de cuajo, la cual retiene más agua. Según el estudio de Wolfschoon-Pombo *et al.*, (1997), la adición de cloruro cálcico también puede dar lugar a una mayor sinéresis, es decir a la expulsión del suero de leche por contracción del gel y permeabilidad del coágulo. En cuanto al tratamiento térmico aplicado a la leche, se esperaba observar una mayor retención de agua en los quesos sometidos a tratamientos térmicos más intensos, cuales causan una mayor incorporación de la proteína del suero en estos quesos (Hinrichs *et al.*, 2004) causando una mayor humedad al queso (Perreault, *et al.*, 2017).

Para los quesos frescos, podemos ver una similitud entre los valores de CRA de los quesos de vaca, los cuales presentan unos valores comprendidos entre el 62,91 y 78,48 %, y el queso fresco de cabra, que presentó una CRA de 78,51 %.

Las medias obtenidas de los valores de CRA para los quesos frescos y Mató fueron muy parecidas entre ellas ($73,25 \pm 7,53$ para el Mató y $73,16 \pm 7,35$ para el queso fresco), por lo que no se observaron diferencias notables entre los quesos Mató y frescos estudiados en referencia a este parámetro.

3.3.4. *Ratio caseína / proteína del suero*

En la Figura 2 (p.22) se puede observar un ejemplo correspondiente a un gel de electroforesis SDS-PAGE realizado con las muestras de queso Mató MV2, MC4, MV7, MC5 y MV5, en el que se observan las bandas correspondientes a las caseínas, en los pesos moleculares comprendidos entre los 37-25 kDa y a las proteínas séricas, en las bandas comprendidas entre los 20-15 kDa (Jovanovic *et al.*, 2007).

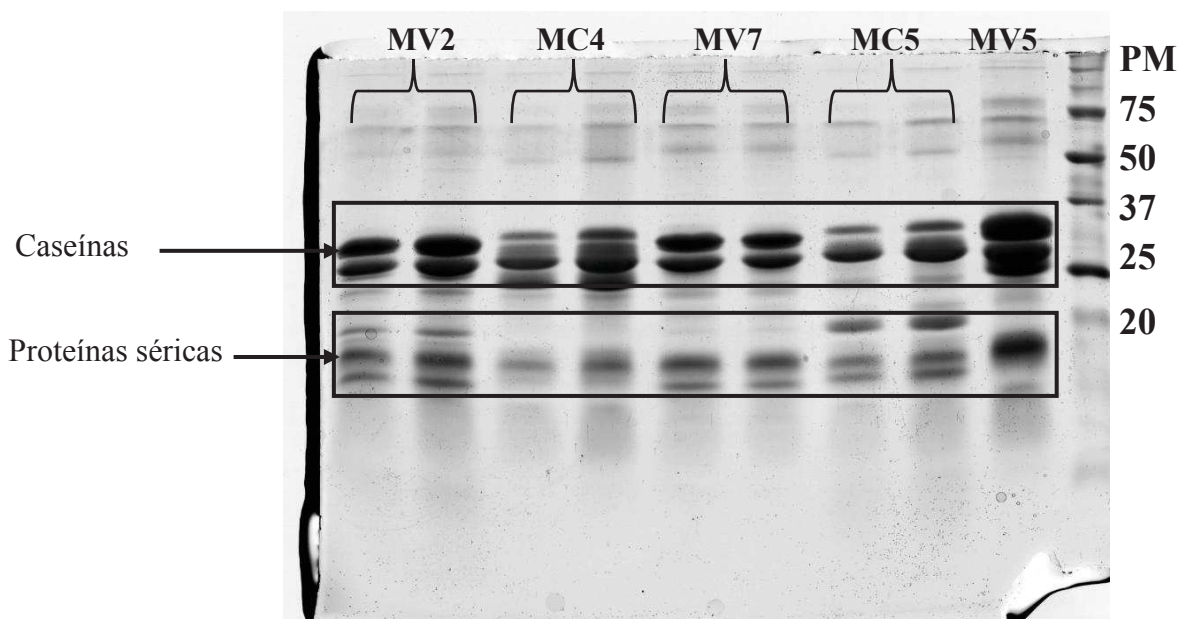


Figura 2. Ejemplo de gel de electroforesis SDS-PAGE correspondiente a las fracciones de proteína aisladas en las diferentes muestras de queso. Muestras de mató de vaca (MV2, MV7 y MV5) y muestras de Mató de cabra (MC4 y MC5). PM = Marcador de peso molecular, correspondiente a 75, 50, 37, 25 y 20 KDa.

Los resultados de ratios proteínas séricas/caseínas de los quesos analizados por electroforesis se pueden observar en la Tabla 2 (p.18). La relación entre proteínas séricas y caseína en los Mató de cabra correspondió a un 25,19 - 45,11%, en los de vaca a un 22,34 - 44,13 % y en el queso de oveja a un 38,66 %. Los quesos Mató MC5, MV2, MV6, MV7 y MV9 presentaron el ratio más alto de proteínas séricas / caseínas, lo que se podría explicar por el tratamiento térmico aplicado a estos quesos. Un tratamiento severo permite obtener un mayor rendimiento de producción, ya que el tratamiento a alta temperatura causa la desnaturalización de las proteínas séricas, favoreciendo su agregación a la micela de caseína y evitando su pérdida en el desuerado (Hinrichs *et al.*, 2004). Aún así, se observaron ratios inferiores de proteínas séricas / caseínas en otros quesos que sufrieron procedimientos intensos de pasteurización de la leche, como por ejemplo el queso MV1 (Tabla 2, p.18).

Los quesos frescos presentaron entre un 25,88 - 37,93 % de relación entre proteínas séricas / caseínas, similar a la observada en los quesos Mató. Se esperaba con ese ensayo poder distinguir una concentración más alta de proteínas del suero en los quesos Mató que en los quesos frescos, pero se observó que, las medias obtenidas no permitieron observar diferencias entre ellos. La media obtenida en el ratio de proteínas séricas /caseínas fue de $33,67 \pm 6,95$ %

para los quesos Mató y de $33,12 \pm 3,58$ % para los quesos frescos. Se supone que la aplicación de tratamientos térmicos a la leche similares para la elaboración de queso fresco y Mató por parte de las queserías, podrían explicar estos resultados.

3.3.5. *Determinación de los intervalos de los parámetros fisicoquímicos a incluir en el documento único*

Considerando los resultados obtenidos en los análisis realizados, se decidió establecer unos intervalos de confianza para los quesos Mató de los parámetros prefijados anteriormente (independientemente de las características de elaboración y del tipo de leche utilizada).

Los intervalos de confianza calculados para el índice de blancura, la firmeza, la capacidad de retención de agua y el ratio proteína sérica / caseína del muestreo de quesos Mató se pueden observar en la Tabla 4 (p.23). Observando los resultados, se puede comentar que algunos quesos analizados en el muestreo de este estudio quedarían fuera de estos intervalos, por ejemplo el Mató MC3, que presenta un WI de 9,36 y un ratio proteína sérica/ caseína de 26,01 % o el Mató MV9, con un WI de 8,76, una CRA de 80,98 % y un ratio proteína sérica/ caseína de 40,46 %. Para los resultados del ratio proteínas séricas/caseínas, en el caso de que se obtuvieran valores superiores al intervalo de confianza establecido, no se vería como un factor negativo, que descartaría el queso, ya que la incorporación de la proteína sérica en este queso es una característica propia del queso Mató.

Tabla 4. Intervalos de confianza para cada parámetro fisicoquímico evaluado de las muestras de quesos Mató.

	Índice de blancura (WI)	Firmeza (N)	CRA (%)	Ratio proteína Séricas/Caseína (%)
Intervalo de confianza al 95%	10,74-13,01	0,86-1,72	68,91-77,61	30,1-37,25

De los parámetros fisicoquímicos estudiados, se decidió proporcionar los intervalos de confianza calculados a la ACEM, para que conjuntamente con los queseros, se evalúe si añadirlos al documento único final. No se observó diferencia de color entre los quesos Mató y los quesos frescos en general, por lo tanto, el color siendo un parámetro característico del Mató, ese debería ser de blanco a amarillento como descrito en la bibliografía. El parámetro de firmeza (textura) apareció importante ya que el Mató es famoso por su textura tan especial

(granulosa a gelificada) la cual se relaciona con su humedad y capacidad de retención de agua. El ratio de proteínas séricas / caseína podría ser uno de los intervalos más importantes para incluir en el documento único, ya que la incorporación de la proteína sérica en la micela de caseína es una característica propia del queso Mató.

4. Conclusiones

A través de este estudio, se pudo demostrar que el Mató es un queso muy tradicional, fabricado en todo el territorio catalán, y que supone un orgullo para los queseros de Cataluña, los cuales prestan mucha atención en el momento de seguir las tradiciones de fabricación. Se observó que el proceso de elaboración, aunque similar, puede variar entre queserías (principalmente en cuanto al tratamiento térmico aplicado a la leche y al tipo de coagulación) debido a la tradición de cada zona pero también al tipo de quesería (grandes y automatizadas o más pequeñas y artesanal). Aunque las tradiciones ocupan un lugar preponderante en su fabricación, algunas queserías han incorporado procesos innovadores de conservación del queso para obtener un producto de vida útil más extensa.

El estudio de composición del Mató no mostró grandes diferencias entre los quesos elaborados con diferentes tipos de leches, sin embargo, se confirmó la relación de un mayor contenido en humedad en los quesos que presentaban un porcentaje en grasa y proteína inferior. Todos los quesos Mató presentaron un contenido en humedad mínimo del 65 %. Las informaciones de composición de las etiquetas y de los análisis de composición proporcionados por los queseros, en algunos casos, estaban desactualizadas, lo que evidencia la necesidad de solucionar este aspecto por parte de la autoridad competente.

En cuanto a los análisis fisicoquímicos, los quesos Mató presentaron valores similares tanto de color, de firmeza, capacidad de retención de agua y ratio proteínas séricas / caseínas, independientemente del tipo de leche utilizada o del procedimiento de elaboración. Las mayores diferencias se observaron en su firmeza.

Comparando el queso Mató con el queso fresco, se observa un menor contenido en humedad en los quesos frescos y un mayor porcentaje en grasa y proteína. Los análisis fisicoquímicos no mostraron diferencias de color, de capacidad de retención de agua o de ratio

proteínas séricas/caseínas entre los quesos Mató estudiados y los quesos frescos. Por el contrario, el análisis de textura mostró que los quesos frescos presentaban una mayor firmeza.

Los intervalos de confianza de los parámetros fisicoquímicos que se propondrían incorporar en el documento único corresponderían a valores de índice de blancura de 10,74 - 13,01, de firmeza de 0,86 - 1,72 N, de capacidad de retención de agua de 68,91 - 77,61 % y de la relación de proteínas séricas / caseínas de 30,1 - 37,25 %. En el caso de que se introdujeran estos intervalos al documento único para la solicitud de la Indicación Geográfica Protegida del Mató, algunos queseros deberían ajustar su proceso de fabricación para que su producto se ajustara lo máximo a las características establecidas, sobre todo por lo referente al contenido mínimo en proteína sérica incorporada al queso, característica diferencial del queso Mató.

5. Bibliografia

ACEM. 2018. Associació Catalana d'Elaboradors de Mató. Disponible en: <http://mato.cat/index.html/>

Alvarez, S. 2003. Influencia de la alimentación del ganado caprino en la caracterización físico-química y organoléptica del queso Majorero (DO). Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.

Anónimo, 2007. El Libre de Sent Soví. Recetario de cocina catalana medieval. Traducció: Manel Zabala. Editorial: Barcino. Barcelona.

Canut E. y Navarro F. 1980. Els Formatges a Catalunya. Editorial Altafulla. Barcelona.

Capellas, M., Mor-Mur, M., Sendra, E. y Guamis, B. 2001. Effect of high-pressure processing on physico-chemical characteristics of fresh goats' milk cheese (Mató). *International Dairy Journal*, 11(3): 165-173.

DARP. 2018. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Disponible en: <http://agricultura.gencat.cat/>

Everett, D. W., y Auty, M. A. 2008. Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal*, 18(7): 759-773.

Evert-Arriagada, K., Hernández-Herrero, M. M., Juan, B., Guamis, B., y Trujillo, A. J. 2012. Effect of high pressure on fresh cheese shelf-life. *Journal of Food Engineering*, 110(2): 248-253.

FAO. 2017. Food and Agriculture Organization. Disponible en: <http://www.fao.org/>.

Guo, M. R., y Kindstedt, P. S. 1995. Age-Related Changes in the Water Phase of Mozzarella Cheese1. *Journal of Dairy Science*, 78(10): 2099-2107.

Hinrichs, R., Götz, J., Noll, M., Wolfschoon, A., Eibel, H., y Weisser, H. 2004. Characterisation of the water-holding capacity of fresh cheese samples by means of low resolution nuclear magnetic resonance. *Food Research International*, 37(7): 667-676.

IDF. 2004. IDF Cheese and processed cheese – Determination of the total solids content (Reference Method). IDF Standard 004:2004. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.

Jovanovic, S., Barac, M., Macej, O., Vucic, T., y Lacnjevac, C. 2007. SDS-PAGE analysis of soluble proteins in reconstituted milk exposed to different heat treatments. *Sensors*, 7(3): 371-383.

MAPAMA. 2018. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.mapama.gob.es/>

Perreault, V., Rémillard, N., Chabot, D., Morin, P., Pouliot, Y., y Britten, M. 2017. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on cheese composition and rheological properties. *Journal of Dairy Science*, 100(7): 5139-5152.

Romero del Castillo, R., Shelly, M., Rodríguez, A., Vilchez Valdés, F., Guirado Marín, J. E., Alfranca Burriel, Ò. y Clotet, R. 2000. *Producció de mató a Catalunya*. Arxius de l'ESAB, (4): 59-74.

Saval, E. E. 2016. Producción, composición y características de la leche y del queso en la oveja Guirra. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

Smiljanić, M., Pesic, M. B., Stanojevic, S. P., y Barać, M. B. 2014. Primary proteolysis of white brined cheese prepared from raw cow milk monitored by high-molarity Tris buffer SDS-PAGE system. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 64(2): 102-110.

Urgell, O. 2010 *Els Formatges de Catalunya*. Segunda Edicio. Editorial: Generalitat de Caralunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Barcelona.

Wolfschoon-Pombo, A. F. 1997. Influence of calcium chloride addition to milk on the cheese yield. *International Dairy Journal*, 7(4): 249-254.

Anexo I

FITXA DESCRIPTIVA DEL PROCÉS I PRODUCTE

Amb aquesta fitxa es pretén conèixer les característiques dels diferents matons que s'elaboren arreu de Catalunya, així com també els detalls específics dels diferents processos d'elaboració. La informació obtinguda es tindrà en compte per a la preparació i redacció del contingut que emmarcarà la documentació a presentar per a la sol·licitud de la IGP "Mató". Cal destacar que la informació que contingui aquest document es tractarà de manera totalment confidencial.

Us en donem les gràcies per endavant!

Dades de la formatgeria

Nom de l'empresa:
Persona de contacte:
email de contacte:
Telèfon/Mòbil:

Característiques del Mató i/o dels ingredients que s'utilitzen

Tipus de llet:

Composició del Mató (*Si és possible, enviar també les darreres anàlisis de composició dels matons*):

- **Humitat (%):**
- **Greix (%):**
- **Proteïna bruta (%):**
- **pH:**

Utilitzeu additius per a l'elaboració del mató (conservants, gelatines, etc.)?

Si la resposta és sí, indicar quins:

Característiques del procés d'elaboració del Mató

Tractament tèrmic de pasteurització de la llet.

- Temps:
- Temperatura:
- Sistema de pasteurització (cuba, pasteuritzador, etc.):
- Tipus de pasteuritzador (plaques, tubular):

Altres comentaris (si es considera destacar algun altre aspecte rellevant en referència al tractament tèrmic que es realitza, comentar-lo breument a continuació):

Altres etapes del procés.

a) Etapa de Coagulació.

a.1. Característiques.

- S'utilitza quall?
Quina dosis?
- S'utilitza clorur càlcic?
Quina dosis?
- Temperatura de quallada:
- Temps de quallada:

a.2. Tall de la quallada (tipus):

a.3. Desuerat de la quallada.

- Sistema de desuerat:
- Temps d'escorregut:
- Operacions posteriors a l'emmotllat (si se'n realitza alguna):

b) Envasat i conservació.

- Tipus d'envàs:
- Temperatura de conservació fins la seva distribució:
- Vida útil del producte:

Figura I. Cuestionario enviado a las queserías seleccionadas.

Tabla I. Referencias de muestras de queso utilizadas en el estudio y tipo de leche utilizada.

ID	Tipo de leche utilizada
MO1	Oveja
MC1	Cabra
MC2	Cabra
MC3	Cabra
MC4	Cabra
MC5	Cabra
MV1	Vaca
MV2	Vaca
MV3	Vaca
MV4	Vaca
MV5	Vaca
MV6	Vaca
MV7	Vaca
MV8	Vaca
MV9	Vaca
MV10	Vaca
MV11	Vaca
FV1	Vaca
FV2	Vaca
FC1	Cabra
FC2	Cabra
FVC1	Vaca+Cabra

ID = Identificación de la muestra.

Tabla II. Resultados obtenidos en las encuestas sobre los sistemas actuales de elaboración de los quesos Mató.

Tratamiento térmico (leche)				Coagulación		Cuajada		Envasado y conservación		
ID	Sistema	Temperatura (°C)	Tiempo	Cuajo (tipo - dosis)	Cloruro cálcico (dosis)	Temperatura (°C)	Tiempo	Tipo	Temperatura (°C)	Vida útil
MO1	Pasteurizador	85	1 min	Herbacol - n.d.	No	42	10 min	Terrina de plástico 80/450g	2-6°C	7-8 días
MC1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Plástico 100g	n.d.	n.d.
MC2	Pasteurizador Placas	78	20 s	Animal 0,25 mL / L	0,3 mL / L	34	30 min	Termo-sellado con atmósfera 2kg	4	2 días
MC3	Cuba	82	60 min	n.d.	4 mL / L	82	n.d	Plato pírex de 400g y terrina de 250g	4-8	10 días
MC4	Cuba	82	n.d.	no	3 mL / L	82	n.d	Terrina de 250 y bandeja 1kg	4-6	10 días
MC5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MV1	Cuba	85	10min	Animal - n.d.	3 mL / L	85	10 min	Plástico 250g	3	12 días
MV2	Cuba	75	10min	70 mL / L	0,5 mL / L	49	40 min	Plástico 100g	4 - 6	8 días
MV3	Cuba	81	60min	No	1 mL / L	81	30 min	Plástico 100g	3 - 4	15 días
MV4	Pasteurizador Placas	80	15s	0,1 mL / L	133 mL / L	40	35 min	Plástico 100g	4 - 6	7 días

ID = Identificación de la muestra. MO = Mató leche de oveja; MC = Mató leche de cabra; MV = Mató leche de vaca.

¹ La quesería no proporcionó los datos relacionados con el tipo de ácido utilizado ni su dosis.

² Medianas empresas. El resto, corresponden a pequeñas queserías (queserías familiares, artesanas, etc.).

n.d = Información no disponible (no proporcionada por la quesería).

Tabla II. (Continuación) Resultados obtenidos en las encuestas sobre los sistemas actuales de elaboración de los quesos Mató.

Tratamiento térmico (leche)				Coagulación		Cuajada		Envasado y conservación		
ID	Sistema	Temperatura (°C)	Tiempo	Cuajo (tipo - dosis)	Cloruro cálcico (dosis)	Temperatura (°C)	Tiempo	Tipo	Temperatura (°C)	Vida útil
MV5	Pasteurizador Placas	80	15s	Si	Si	78	10 min	Film y bandeja de plástico 125g	2 - 6	21 días
MV6	Pasteurizador Placas	90	3min	Microbiano - 35 mL / L	25 mL / L	38	30- 45min	Plástico 300g	0 - 4	6-10 días
MV7	Cuba	75	n.d	Si (n.d./n.d.)	Si (n.d.)	40	2 h	Cristal o plástico 450g	< 4	6 días
MV8	n.d	n.d	n.d	Si (n.d./n.d.)	Si (n.d.)	n.d	n.d	Plástico 250g	n.d	n.d
MV9	Pasteurizador Placas	72	30s	Precipitación ácida ¹		n.d	n.d	Plástico 250g -1,2kg	< 9	3 meses
MV10	n.d	n.d	n.d	Si (n.d./n.d.)	Si (n.d.)	n.d	n.d	Plástico 100g	n.d	n.d
MV11	n.d	n.d	n.d	No	Si (n.d.)	n.d	n.d	Barra 1,265g	n.d	n.d

ID = Identificación de la muestra. MO = Mató leche de oveja; MC = Mató leche de cabra; MV = Mató leche de vaca.

¹ La quesería no proporcionó los datos relacionados con el tipo de ácido utilizado ni su dosis.

² Medianas empresas. El resto, corresponden a pequeñas queserías (queserías familiares, artesanas, etc.).

n.d = Información no disponible (no proporcionada por la quesería).

Anexo II

Tabla I. Resultados obtenidos en la determinación del color de las muestras.

ID ¹	Parámetros evaluados ²		
	L*	a*	b*
MO1	92,513 ± 3,539	-2,023 ± 1,239	14,422 ± 4,220
MC1	94,362 ± 1,071	-1,155 ± 0,091	8,248 ± 0,150
MC2	94,033 ± 0,304	-0,910 ± 0,148	8,707 ± 0,778
MC3	92,785 ± 3,460	-1,175 ± 0,029	8,695 ± 0,493
MC4	93,533 ± 1,685	-1,445 ± 0,127	10,918 ± 0,970
MC5	95,840 ± 0,302	-1,378 ± 0,158	9,050 ± 0,522
MV1	94,028 ± 1,965	-0,550 ± 0,113	10,827 ± 1,427
MV2	94,472 ± 1,083	-0,395 ± 0,130	11,320 ± 0,655
MV3	94,908 ± 1,200	-0,465 ± 0,172	10,377 ± 0,558
MV4	92,342 ± 2,273	-0,675 ± 0,086	8,803 ± 0,653
MV5	93,085 ± 2,307	-0,425 ± 0,129	11,750 ± 1,311
MV6	95,577 ± 1,469	-1,222 ± 0,162	9,532 ± 0,874
MV7	91,927 ± 2,043	0,768 ± 0,335	14,223 ± 1,075
MV8	94,384 ± 2,152	0,282 ± 0,101	13,030 ± 1,338
MV9	96,113 ± 0,778	-0,040 ± 0,028	8,007 ± 0,227
MV10	88,827 ± 0,163	10,663 ± 0,112	-0,310 ± 0,036
MV11	96,567 ± 0,221	10,703 ± 0,029	-0,030 ± 0,042
FV1	94,035 ± 0,153	0,935 ± 0,081	13,590 ± 0,320
FV2	95,225 ± 0,706	-0,115 ± 0,037	10,657 ± 1,557
FC1	92,053 ± 0,384	-1,192 ± 0,160	9,252 ± 0,479
FC2	95,077 ± 2,112	-1,207 ± 0,054	9,038 ± 0,502
FVC1	94,700 ± 0,412	-0,182 ± 0,118	11,192 ± 0,891

¹ID = Identificación de la muestra. MO = Mató leche de oveja; MC = Mató leche de cabra; MV = Mató leche de vaca; FV = Queso fresco leche de vaca; FC = Queso fresco leche de cabra; FVC = Queso fresco leche de vaca y cabra.

²Media ± Desviación estándar.