

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

MASTER UNIVERSITARIO EN BIOTECNOLOGÍA

ALIMENTARIA

**“EVOLUCIÓN DEL QUESO GAMONÉU
DEL VALLE DURANTE EL PROCESO DE
MADURACIÓN. SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS TECNOLÓGICOS.”**

TRABAJO FIN DE MASTER

POR

SERGIO ACEBRÁS LONGORIA

JULIO, 2016





Master en Biotecnología Alimentaria
Universidad de Oviedo
C/Julián Clavería s/n. 33071 Oviedo. España
Tel. 985106226. Fax 985103434. <http://www.unioviado.es/MBTA>



PROFESOR TUTOR:

Dr. D. Manuel Rendueles de la Vega (Universidad de Oviedo)

Benjamin Paredes Garcia-Viniegras (Universidad de Oviedo)

CERTIFICA:

Que D. **Sergio Acebras Longoria** ha realizado bajo mi dirección el Trabajo Fin de Master al que corresponde la presente memoria en el contexto de los estudios del Master Universitario en Biotecnología Alimentaria, 10ª promoción curso 2015-2016.

Oviedo, 8 de Julio de 2016

D. Manuel Rendueles(Tutor)

D. Benjamin Paredes (Tutor)

VºBº

Manuel Rendueles de la Vega

Coordinador del Master en Biotecnología Alimentaria

AGRADECIMIENTOS

Debo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas/entidades:

- 1) A la quesería “La Casina de Cebia” por permitirme formar parte de este proyecto y proporcionarnos los quesos para realizar el seguimiento.
- 2) Al Dr. Manuel Rendueles, por darme todas las directrices necesarias para realizar el seguimiento y orientarme durante todo el año sobre cómo hacer las cosas.
- 3) Al Dr. Benjamin Paredes, por transmitirme sus conocimientos sobre el tema y despertar todo el interés que tengo hoy en día sobre el aprendizaje en el mundo de los quesos.
- 4) A María Pombal Álvarez (alumna del MBTA de la promoción 2014-2015), por enseñarme a manejar todas las técnicas utilizadas en los análisis de los quesos y aconsejarme en todo.
- 5) A la Dra. Amanda Laca, por ayudarme a resolver todo tipo de dudas en el laboratorio y aconsejarme sobre detalles para realizar las técnicas de la manera más correcta.
- 6) A mi familia y amigos personales, por apoyarme y “aguantarme” en los momentos más complicados, incluyendo a María Soledad Alonso por su ánimo incansable durante el curso y la motivación de seguir avanzando.
- 7) A Marta Fernandez Gosende, por ofrecerme su ayuda durante la realización de las técnicas si yo no podía acudir al laboratorio (sacar cosas de la estufa, etc.).

RESUMEN

La maduración o afinado es un proceso mediante el cual se consigue que un producto como el queso obtenga las propiedades organolépticas que le caracterizan, mejorando su aroma, sabor y textura, de forma que se garantice el éxito en su comercialización y generando una buena imagen en el cliente. Con este proceso también se obtiene una garantía sanitaria, ya que ocurren ciertos fenómenos que reducen la posibilidad de crecimiento de determinados patógenos que se puedan encontrar en la leche inicial o en la cuajada formada.

Este trabajo se ha centrado en el madurado del queso Gamonéu del Valle, un queso típico de Asturias que se caracteriza por su sabor fuerte y por su textura peculiar. Es un queso con denominación de origen en los concejos de Cangas de Onís y de Onís y se elabora en pueblos que se encuentran integrando los valles de estas zonas.

Los resultados demostraron que el proceso de maduración ha generado un queso con un sabor ahumado característico en la cámara de ahumado, con una humedad cada vez menor debido a las condiciones de la cámara de secado, lo que lleva a generar la textura cada vez más dura que caracteriza a este queso y la generación de su sabor y aroma característicos debido a la presencia de bacterias lácticas y mohos y a su metabolismo y, a su vez, una generación de condiciones adversas para evitar el crecimiento de patógenos y garantizar la seguridad del producto.

Al haber alcanzado las expectativas buscadas en su gran mayoría, se puede decir que el método de afinado ha tenido lugar de forma correcta y que las condiciones externas han sido las adecuadas, de forma general.

ABSTRACT

Ripening is a process that allows a cheese to acquire its characteristic organoleptic properties, developing its aroma, flavor and texture, in such a way to ensure the success in marketing and generating a good impression on the client. With this process it is also conferred a health guarantee, since certain phenomena that happen reduce risks of growth of certain pathogenic microorganisms that can be found in initial milk or curd formed.

This work has been focused on the ripened Gamoneu del Valle cheese, a typical cheese from Asturias characterized by a little smoked flavour and peculiar texture. This cheese has designation of origin in the districts of Cangas de Onís and Onís (Asturias) and is elaborated in villages that are in valleys of these áreas.

The results showed that ripening process over two months has generated a cheese with a good smoke flavor, obtained in the smoke chamber (during 7 days), with a humidity in decline due to conditions of the drying chamber (during 30 days), that generate a harder texture with time that characterize this cheese and the generation of the characteristic flavor and aroma due to the presence of lactic microorganisms, fungi and their metabolism and, at the same time, a generation of adverse conditions to avoid the growth of pathogenic microorganisms and ensure the safety of the product. The last stage of ripening was in a natural cave in the Mountains (30 days), where the cheese acquire its final very good appreciate organoleptic characteristics

In resume, the cheese has reached a good production and ripening, indicating that the method of ripeness has been correct and that the external conditions have been adequate.

INDICE

Pág.

1. Introducción.....	1
2. Consideraciones teóricas.....	6
2.1. Definición de queso.....	7
2.2. Elaboración del queso.....	8
2.3. Clasificación de los diferentes tipos de queso.....	13
2.4. Microbiología implicada en la fermentación y afinado de quesos..	16
2.5. Producción de queso en Asturias.....	20
2.6. Queso Gamonéu. Características.....	23
2.7. Elaboración y maduración del queso Gamonéu.....	27
3. Metodología.....	31
3.1. Preparación del queso y obtención de muestras.....	32
3.2. Metodología para el análisis del extracto seco.....	34
3.3. Metodología para la determinación de la textura.....	35
3.4. Metodología para el análisis microbiológico.....	36
3.5. Metodología para la determinación del pH.....	37
3.6. Metodología para análisis físico-químicos.....	38
3.6.1. Metodología para la determinación de grasas.....	38
3.6.2. Metodología para la determinación de proteínas.....	40
4. Resultados.....	42
4.1. Evolución de la humedad.....	43

4.2. Evolución de la textura.....	44
4.3. Evolución microbiológica.....	45
4.4. Análisis y evolución del pH.....	50
4.5. Análisis físico-químicos.....	51
5. Conclusiones.....	55
6. Bibliografía.....	59

LISTA DE FIGURAS	Pág.
Figura 1. Primer diagrama de elaboración del queso (Mesopotamia, S. III a.C.)	3
Figura 2. Micela de caseína y componentes de la misma.	10
Figura 3. Liras cortando la cuajada en porciones más pequeñas.	11
Figura 4. Lactobacillus acidophilus observado al microscopio electrónico.	17
Figura 5. Fermentación homoláctica a través de la glucólisis.	17
Figura 6. Fermentación heteroláctica convirtiendo glucosa (hexosa) en pentosa fosfato.	18
Figura 7. Catabolismo microbiano de aminoácidos en la maduración de quesos.	19
Figura 8. Queso cabrales cortado mostrando su color azul.	21
Figura 9. Cortes de queso Afuega 1 Pitu.	22
Figura 10. Queso Casín mostrando su relieve característico.	22
Figura 11. Mapa zonas de elaboración del queso Gamonéu.	24
Figura 12. Logotipo del Consejo Regulador del queso Gamonéu.	26
Figura 13: Disposición de los quesos Gamonéu dentro de las cuevas de Cangas de Onís.	29
Figura 14. Cueva de maduración del queso Gamonéu.	30
Figura 15. Interior de la cueva donde se madura el queso.	30
Figura 16. Quesos y muestras utilizados para la realización de los análisis.	33
Figura 17. Equipo para medir textura.	36
Figura 18. Equipo de extracción de grasas.	38
Figura 19. Calentador y tubos Kjeldahl para la realización de la hidrólisis.	39
Figura 20. Evolución de la dureza y adhesividad del queso para ambas zonas.	44
Figura 21. Evolución de mesófilos totales a lo largo del proceso de maduración.	45
Figura 22. Evolución de bacterias lácticas a lo largo del proceso de maduración.	46
Figura 23. Evolución de mohos y levaduras a lo largo del proceso de maduración.	47
Figura 24. 1ª muestra de queso. Queso tras el cuajado y moldeado.	48
Figura 25. 2ª muestra de queso. Queso tras el ahumado.	48
Figura 26. 4ª muestra de queso. Tras los 15 días en la cámara de secado.	49
Figura 27. Muestra 6. Tras la segunda quincena en cueva. Mohos en superficie.	50

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. % de humedad durante la maduración (antes de cueva).	43
Tabla 2. % de humedad durante la maduración (en cueva).	43
Tabla 3. % de grasa en fase de maduración (antes de cueva).	51
Tabla 4. % de grasa en fase de maduración (en cueva).	52
Tabla 5. % de proteínas en fase de maduración (antes de cueva).	52
Tabla 6. % de proteínas en fase de maduración (en cueva).	53

INTRODUCCIÓN

El queso ha tenido una gran importancia en nuestra sociedad desde hace mucho tiempo y hoy en día, se ha convertido en uno de los alimentos de mayor frecuencia en nuestra dieta y por ello, cada vez son más las investigaciones realizadas sobre este alimento y sus diferentes variedades, con el fin de mejorar su calidad y su seguridad para el consumo humano, así como obtener conclusiones que ayuden a sentar las bases para la realización de futuras investigaciones, tomando los datos estudiados en un momento determinado como referencia y contribuir a la mejora global de este producto lácteo.

Los primeros quesos aparecieron una vez iniciada la domesticación de los animales en el Neolítico, hace 10.000 – 12.000 años. La cabra y la oveja fueron los primeros en domesticarse y 2.000 años después, la vaca. Hay dos aspectos fundamentales que han contribuido en gran medida a la aparición y descubrimiento del queso y son la curiosidad y la observación del hombre. Se ha observado que la leche se cuajaba con el paso del tiempo y luego se vio también que la temperatura tiene una gran influencia en la aceleración del cuajado de la leche. También se destacó la curiosidad de ver como la cuajada se iba haciendo cada vez más consistente a medida que se iba retirando el suero, lo que hacía que de esta manera se conservase mejor. Se ha descubierto también el cuajo, que es una enzima digestiva que se encuentra en el estómago de rumiantes como los cabritos o los corderos. Este descubrimiento surgió a partir de una leyenda que cuenta como se cuajó la leche de forma espontánea en el interior de un odre (bolsa hecha con el estómago de los rumiantes) de un pastor de Asia menor, tras guardarla en ese odre durante un cierto tiempo y bajo las condiciones de las altas temperaturas del desierto en un movimiento nómada. De manera casual se vio el efecto coagulante que tenían los jugos estomacales en la leche y posteriormente, el hombre busco medios para provocar dicha transformación ^{web 1}.

Los primeros testimonios gráficos de la elaboración del queso son del siglo tercero antes de nuestra era, en Mesopotamia, en un friso dentro del templo de la gran diosa de la vida Ninchursag ^{web 1}.



Figura 1. Primer diagrama de elaboración del queso (Mesopotamia, S. III a.C.).

En Asturias, la ganadería fue un sector que fue adquiriendo mucha importancia a lo largo del tiempo, especialmente a partir del S. XX, ya que en este periodo la producción de leche por parte del ganado asturiano ha crecido de forma notable, llegando a alcanzar más del 20 % de la producción láctea en España, convirtiéndose así en la primera productora nacional ^{web 2}. En los pueblos y aldeas rurales ha sido muy elevada la producción de quesos y cada valle posee un queso propio con denominación de origen. Este trabajo se va a centrar en detalle en un famoso queso asturiano denominado “Gamoneu”, propio del concejo de Onís.

De los tres macizos que constituyen los picos de Europa, es en el Cornión u occidental donde los ganaderos mantienen viva la elaboración del Gamonéu desde hace muchos años, elaborándose en los pueblos de la zona y madurando en cuevas que se encuentran en la montaña y en condiciones adecuadas para esta maduración ¹.

Existen una variedad de queso Gamonéu que se elabora en los puertos altos de los municipios de Cangas de Onís y de Onís y es el Gamonéu del puerto. También, existe una variedad que se elabora en las zonas bajas de la comarca geográfica de dichos municipios, y es el Gamonéu del valle ^{web 3}.

En el valle dominan las zonas de grandes praderías de suave relieve y las pequeñas explotaciones agrícolas ligadas a los asentamientos humanos. Los prados de siega aportan hierba para el invierno. En cambio, el puerto se caracteriza por su elevada verticalidad y configuración cárstica del terreno. En este territorio existen las majadas, que son praderías de importante valor nutricional, donde el ganado permanece desde la primavera hasta las primeras nevadas del otoño ^{web 3}.

La elaboración de queso Gamonéu es consecuencia directa de esta trashumancia tradicional. Los excedentes de leche que el puerto generaba en los meses de primavera y verano eran transformados en queso y manteca para evitar su pérdida. La leche se manipulaba en las pequeñas cabañas de pastores y posteriormente, el queso se curaba en las cuevas asegurando su mantenimiento durante todo el año.

Este trabajo se va a centrar en la investigación de la evolución de las características del queso Gamonéu del valle (siendo este queso elaborado el día 25 de Enero de 2016) proporcionado por la quesería “La Casina de Cebia” situada en Cangas de Onís a lo largo de su proceso de maduración, con el fin de demostrar el buen trabajo realizado a la hora de obtener el producto final, atendiendo a los siguientes aspectos generales:

- 1) Obtención de un producto seguro y libre de patógenos
- 2) Obtención de un producto que cumple las propiedades organolépticas típicas del Gamonéu y con un sabor, aroma y textura satisfactorios.
- 3) Condiciones externas óptimas para el desarrollo de la maduración del queso.

Para comprender estos 3 aspectos generales y de gran importancia a la hora de comercializar el producto, se requiere realizar un y ponerlas en relación para demostrar el buen trabajo realizado por los queseros en los 3 aspectos mencionados y para entender esto, en primer lugar hay que tener en cuenta una serie de consideraciones teóricas en relación con este proyecto, como entender la definición y descripción de lo que es un queso y el proceso general de elaboración, las diferentes formas de clasificar un queso y sus diferentes variedades. También es importante conocer los principales procesos metabólicos que darán lugar a los aromas y sabores de los quesos y la importancia de la microbiología encargada de los mismos. Conocer la producción de quesos en Asturias también es vital para determinar la importancia del sector quesero en

nuestra región y conocer el entorno en el que se mueve el Gamonéu y, fundamentalmente, conocer en detalle diferentes aspectos del propio queso Gamonéu, sus variedades, su producción y su consejo regulador, así como el método de elaboración y madurado del queso Gamonéu proporcionado por “La Casina de Cebia” para conocer las condiciones que permiten la discusión de los resultados obtenidos en el experimento.

El objetivo principal de este trabajo es controlar el proceso de maduración de este queso Gamonéu del valle y para ello se debe atender a diversos parámetros que confirman que la maduración ha tenido lugar de manera exitosa. Se deben analizar parámetros de microbiología para demostrar que se ha creado un producto libre de patógenos, buscando ausencia de microorganismos a lo largo de la evolución, también el pH para confirmar que el producto presenta las condiciones idóneas para que no crezcan patógenos. También se analizará la variación de humedad que se produce a lo largo de la maduración y como va cambiando la textura a lo largo del proceso, atendiendo a la dureza y adhesividad del queso. También se realizará controles físico-químicos para demostrar que es un queso que cumple con los valores establecidos para el Gamonéu.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

2.1. Definición de queso

Según el Real Decreto publicado en el BOE el día 6 de Octubre de 2006, se entiende por queso el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de la mantequilla o de una mezcla de todos o algunos de esos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas sea igual o superior a la de la leche ^{web 4}.

Las leches que se utilizan habitualmente son las de vaca (entera o desnatada) que da un sabor de queso más suave, cabra u oveja. En la elaboración de algún queso especializado como la mozzarella, se emplea la leche de búfala. Algunos quesos asturianos como el Cabrales o Gamonéu son elaborados con una mezcla de leche de vaca, cabra u oveja.

La grasa de la leche es el nutriente que más influye en el sabor del queso. La leche entera es la más rica en grasas, pero en ciertos casos para poder reducir el contenido graso de los quesos se utiliza leche desnatada o semidesnatada, lo cual también puede disminuir el sabor del producto final.

A pesar de ser un alimento rico en grasas, los quesos son una fuente de nutrientes esenciales muy completa y tiene proteínas de alta calidad, como la carne ^{web 5}. Es un alimento que aporta 5 beneficios principales a nuestro organismo si se ingiere de forma moderada, lo que le hace un alimento muy importante en la dieta ^{web 6}:

1) Reduce las enfermedades crónicas: Es rico en ácido linoléico conjugado (CLA) y en esfingolípidos, componentes que ayudan a reducir el riesgo de cáncer y enfermedades cardíacas.

2) Mejora el sistema cardiovascular y reproductivo: Su grasa actúa como combustible para satisfacer las necesidades energéticas corporales. Además, los ácidos grasos como el linolénico (Omega 3) y el linoléico (Omega 6) son

esenciales para el crecimiento y beneficioso para los sistemas cardiovascular, reproductivo, inmunológico y nervioso.

3) Favorece el crecimiento celular: Gracias a sus vitaminas A y D ayuda a mejorar la visión y el sistema inmunológico.

4) Aporta minerales esenciales: El calcio y el fósforo que aportan contribuye al crecimiento y la fortaleza de los huesos y dientes. Previene osteoporosis.

5) Intolerantes a la lactosa: No contiene grandes cantidades de lactosa, por lo que no causa problemas en el cliente que presencia la intolerancia.

El queso es una forma de conservación de la leche, eliminando la parte acuosa y manteniendo una masa compuesta primordialmente por grasas y proteínas.

2.2. Elaboración del queso

La elaboración del queso comprende varias etapas:

1) Recepción de materia prima: La leche es la principal materia prima con la que se va a elaborar el queso, aunque también se puede elaborar a partir de la nata del suero de la mantequilla o de mezcla de esos productos.

La leche procede generalmente de vacas, cabras, ovejas y búfalas, obteniéndose quesos puros de las 4 especies por separado, pero también quesos con mezclas de todas esas leches o de algunas de ellas. El tipo de leche influirá en gran medida en el resultado final del queso, ya que puede variar tanto su sabor como su textura. Los quesos más suaves son los de vaca y los más fuertes o madurados son los de oveja.

Una de las claves para que el queso mantenga su sabor es la utilización de leche cruda, ya que si se utiliza leche esterilizada (calentada a 121°C) se destruyen todos los microorganismos y propiedades de la leche que confieren el sabor característico del queso. Generalmente, la leche se pasteuriza a una temperatura de 60-70° C y así solo se

destruyen los patógenos y se conservan bien las propiedades de la leche, manteniendo su sabor.

Leche de buena calidad asegura la obtención de quesos de buena calidad y hay factores microbiológicos y físico-químicos que afectan a la coagulación de la leche (cantidad de proteína soluble, balance salino, pH, etc.). La carga microbiana afecta a la calidad sanitaria, la inocuidad del queso y la vida útil del mismo.

El queso tiene diversos componentes con diferente papel, por ejemplo, el agua favorece el crecimiento microbiano y, con ello, la maduración. La grasa afecta al rendimiento, textura y sabor, la caseína afecta al rendimiento, sabor y olor, la lactosa al desuerado y los minerales a la coagulación, junto con las enzimas coagulantes.

2) Tratamiento de la leche: Esta fase consiste en el filtrado de la leche para eliminar sustancias indeseables que proceden de la manipulación de la leche a la hora de realizar el ordeño, a la hora de realizar el transporte a la industria o a la hora de realizar los análisis de calidad de la leche. Según el tipo de queso que se quiera elaborar, se puede realizar o no el desnatado de la leche con el fin de eliminar materia grasa y luego esa leche debe homogeneizarse para igualar el tamaño de las partículas que la componen y obtener una textura más uniforme. Una vez realizado el tratamiento de la leche, esta se puede someter a una pasteurización o no en función del tipo de queso que se quiera elaborar.

3) Coagulación: En la cuba de elaboración, la leche se eleva a una temperatura de 35° C y se le añaden los fermentos, que son bacterias del ácido láctico que fermentan la lactosa formando ese ácido que juega un papel importante en la formación y desuerado de la cuajada ², además de evitar el crecimiento de patógenos y conferir un sabor ácido al queso, entre otras cosas. A continuación, se producen una serie de modificaciones químicas de la proteína denominada **caseína**.

A continuación, se representa la proteína de caseína que está constituida por varias submicelas estabilizadas entre sí por uniones calcio-fosfato. Se observa que por la zona exterior de la proteína, sobresale una fracción de la misma denominada k-caseína.

Si la conformación de estas submicelas se altera, se produce la coagulación de la leche y la formación de la cuajada. Esto puede ocurrir mediante la adición del cuajo, que es la enzima renina que forma parte del cuarto estómago de los rumiantes lactantes, que corta la k-caseína y desestabiliza la proteína formando un gel que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior y esta es la denominada **coagulación enzimática**.

Las propias bacterias ácido-lácticas presentes en la leche cruda o procedentes del fermento que transforman la lactosa en el ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, desestabiliza la caseína formando un coágulo, lo que nos encontramos ante una **coagulación ácida**.

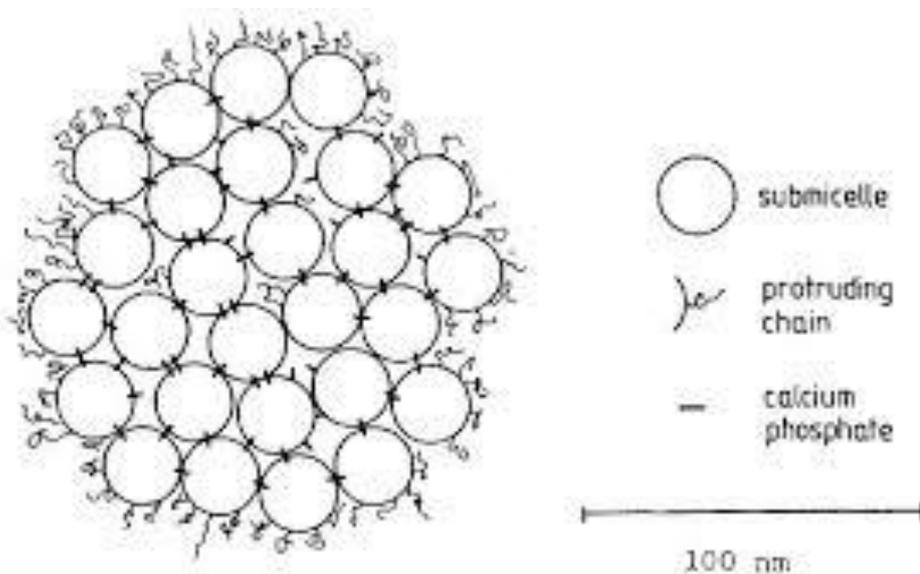


Figura 2. Micela de caseína y componentes de la misma.

La adición del cuajo a la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación del queso. En los quesos de coagulación ácida, el cuajo adquiere poca importancia en la función de coagulación, ya que esta es realizada por las bacterias lácticas. Sin embargo, el cuajo tiene una cierta importancia facilitando el desuerado posterior de estos quesos, por lo que se añade una pequeña cantidad y a unas condiciones de temperatura bajas (15-20°C) para evitar la actividad óptima del enzima.

4) Desuerado: Consiste en la separación de la parte acuosa que compone la cuajada, manteniendo así la parte sólida de interés. Este proceso es denominado como **sinéresis** y se efectúa mediante acciones mecánicas, como el cortado o removido, cuya acción se completa mediante el calentamiento o acidificación.

En la mayoría de los quesos, junto con el lactosuero se retira gran parte de la lactosa quedando el queso con una concentración muy baja de la misma, así como de minerales.

El cortado de la cuajada consiste en la división del coágulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y con ello, favorecer la evacuación del suero. El cortado se efectúa con las “liras” que pueden ser de dos tipos: manuales y mecánicas.

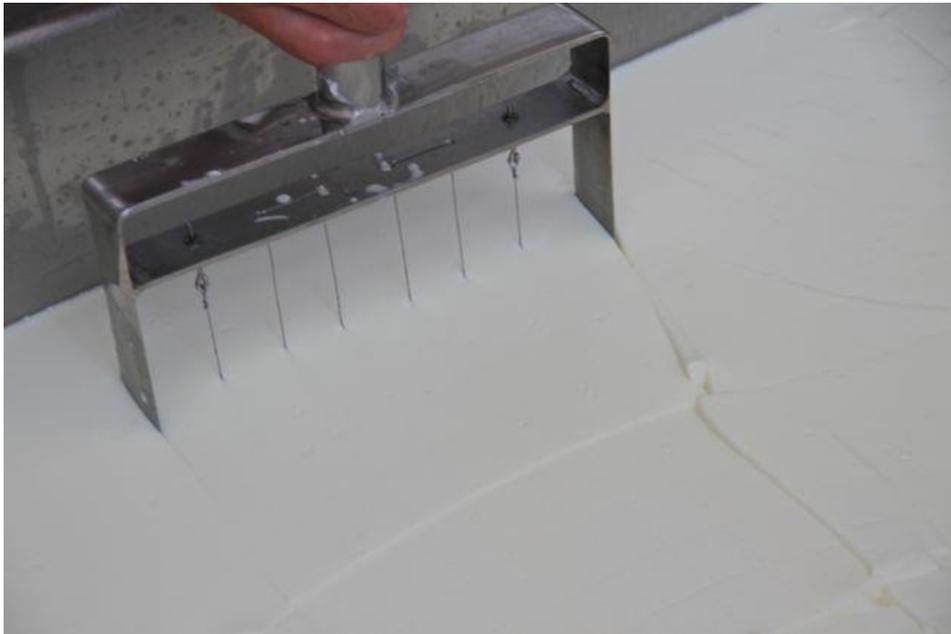


Figura 3. Liras cortando la cuajada en porciones más pequeñas

Las porciones formadas a partir del coágulo original, deben ser lo más homogéneas y regulares posibles para asegurar que el desuerado se produzca correctamente. Se deben realizar los cortes de manera lenta y cuidadosa para no dañar la cuajada. A continuación, se realiza un removido para evitar la adherencia de granos dificultando el desuerado y luego se realizará un calentamiento que favorece el grado de deshidratación de la cuajada, obteniendo una estructura más concentrada. La temperatura debe

controlarse muy bien en función del tipo de queso que se quiera elaborar, ya que el grado de humedad es un parámetro muy distintivo entre quesos y por ello, la regulación de la temperatura es un factor vital. Una buena acidificación influye en la composición química de la cuajada y en sus características físicas, lo que es un factor fundamental para terminar el proceso de desuerado.

5) Moldeado: Una vez cortada la cuajada, se deben poner los fragmentos de la misma en moldes con un tamaño y una forma característica del tipo de queso que se quiera elaborar.

6) Prensado: Se efectúa en prensas de quesería, con las que se ejerce una presión que irá en aumento progresivo durante el curso de la operación. Las condiciones de prensado no son las mismas para todas las variedades y tipos de quesos, ya que hay quesos que necesitan una presión más intensa y una duración de la misma mayor o menor.

7) Salado: Se puede pensar que la función del salado consiste tan solo en potenciar el sabor de la cuajada, pero es importante saber que es una fase vital en lo que se refiere a seguridad, ya que la adición de una cierta cantidad de sal puede regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de maduración. El salado se puede realizar en seco, extendiendo la sal a lo largo de la superficie de la cuajada o mediante una disolución denominada salmuera, donde se pone la cuajada en un baño de esta disolución y va impregnándose de la sal presente en la disolución.

8) Maduración: La cuajada posee una estructura, volumen y forma ya determinadas antes de comenzar la fase de maduración y en el caso de los quesos frescos, la fabricación se interrumpe en esta fase. La mayoría de los quesos necesitan un proceso de maduración que consiste en una serie de transformaciones que ocurren en el queso debido a factores externos, aportando al queso su aspecto, textura y consistencia características, además de su aroma y sabor propios. Para que la maduración tenga lugar de forma correcta y se obtenga un producto final acorde con las especificaciones buscadas, hay que asegurarse de que la microbiota superficial (mohos, levaduras, etc) de los quesos reciba el suficiente oxígeno para que sobrevivan, ya que esos

microorganismos influyen bastante en la maduración de los quesos, aportando los aromas y sabores característicos. También se necesita un desarrollo microbiano óptimo, especialmente de las bacterias lácticas que formaran los compuestos que van a jugar un papel importante en la generación del aroma y sabor y para ello hay que regular las condiciones de humedad y de temperatura para garantizar el desarrollo óptimo y que la actividad de los enzimas sea la adecuada. El contenido en sal es un factor importante en la maduración, ya que interviene en la regulación de la actividad del agua y, por tanto, favorece el desarrollo microbiano. El pH es resultado de ese desarrollo microbiano y por eso es otro factor importante a tener en cuenta.

2.3. Clasificación de los diferentes tipos de quesos

La diversidad de quesos existentes es muy amplia y es muy difícil realizar una clasificación exacta de los mismos, ya que presentan diferentes propiedades en las que se observa variación entre los diferentes quesos. Se puede realizar una clasificación de los quesos atendiendo a diversos criterios ^{web 7}:

1) Contenido en grasa:

a) **Quesos extragrasos:** Aquellos quesos que presentan un contenido de grasa mayor al 60 %

b) **Quesos grasos:** Son aquellos quesos que presentan un contenido de grasa mayor al 45 % y menor del 60 %

c) **Quesos semi-grasos:** Son aquellos quesos que presentan un contenido de grasa comprendido entre un 25 % y un 45 %.

d) **Semi-desnatados:** Su contenido en grasa es menor del 25 % y no bajan del 10 %

e) **Quesos desnatados:** Tienen como mucho un 10 % de materia grasa.

2) Proceso de elaboración:

a) **Quesos frescos:** Son aquellos que sufren una fermentación láctica, pero luego no siguen ningún proceso de afinado, es decir, son comercializados justo después de su

elaboración. Un ejemplo de estos quesos es el queso “burgo de Arias”. Tienen una vida comercial más corta debido a su alto contenido en humedad.

b) Quesos madurados: Son los que sufren otras transformaciones a continuación de que ocurra la fermentación láctica, con el fin de conseguir un producto con características determinadas (aumentar el sabor, aromas, etc.). Para ello, se someten a unas condiciones de maduración determinada y cambiante para cada tipo de queso. El tiempo de maduración genera una clasificación de quesos propia:

- **Queso tierno:** Maduración inferior a 21 días.
- **Queso oreado:** Maduración de 20 a 90 días.
- **Queso semicurado:** Maduración de 3 a 6 meses.
- **Queso curado:** Maduración mayor a 6 meses.

c) Quesos de pasta blanda: Son aquellos quesos que no sufren prensado de la masa y su desuerado es mucho menor, obteniéndose una cuajada mucho más fina.

d) Pasta prensada: Son quesos que pasan por una fase de prensado y la pasta puede calentarse, obteniendo una masa cocida o semicocida.

e) Fundidos: Se obtienen mezclando un conjunto de quesos de diferentes variedades y se les somete a un tratamiento térmico para que estos formen una emulsión que genere este tipo de queso. Se añaden sales fundentes para favorecer el proceso.

f) Quesos de suero: Son aquellos quesos que se obtienen precipitando las proteínas presentes en el mismo en medio ácido y aplicando calor.

g) Quesos de pasta hilada: Se deja la cuajada una vez cortada madurando impregnada de su propio suero, perdiendo sales de calcio y adquiriendo una estructura hilada. La Mozzarella es un ejemplo de este tipo de quesos.

h) Quesos rayados y en polvo: Es un queso que ha sido manipulado mecánicamente sometiéndolo a un picado o disgregándolo y eliminándole humedad para que no se agregue de nuevo.

3) Textura de la pasta:

a) Dura: Son los quesos que presentan la constitución más robusta y su pasta es muy difícil de manipular a la hora de realizar cortes, debido a su consistencia. Son quesos que han presentado un largo proceso de maduración y de ahí su composición que, viene acompañada por un sabor fuerte.

b) Semidura: Son quesos consistentes pero se pueden cortar en lonchas sin que sufran daños y se rompan. A este grupo pertenece la mayoría de los quesos.

c) Semiblanda: Muchos quesos azules presentan esta característica y tienen una buena untabilidad debido a su ligera cremosidad, pero también son moderadamente quebradizos.

d) Blanda: Son aquellos quesos que presentan una textura cremosa.

e) Muy blanda: Quesos frescos.

4) Corteza:

a) Sin corteza: Son los quesos frescos que presentan una estructura gelatinosa y homogénea por todo el queso, sin la presencia de corteza en la superficie.

b) Corteza seca: Son los quesos que forman su corteza de forma espontánea cuando se secan. El tiempo de secado es un determinante para la formación de una corteza más o menos gruesa.

c) Corteza enmohecida: Se produce la formación de una corteza con moho.

d) Corteza artificial: Son quesos en los que se utilizan hojas, carbón vegetal, ceras u otros productos para formar una corteza exterior de forma voluntaria que proteja al queso.

2.4. Microbiología implicada en la fermentación y afinado de quesos

Existe una gran variedad de microorganismos presentes en la leche que va a originar los quesos. Se debe tener en cuenta que la leche procede de la glándula mamaria de animales como las vacas y es una zona que está constituida por muchos tipos de microorganismos, entre los cuales se puede detectar algún patógeno que cause un problema sanitario grave entre la población. Se ha comentado anteriormente que la elaboración del queso es una forma de conservación de la leche, en la que se produce una fermentación denominada **fermentación láctica**. Esta fermentación es producida por un grupo de bacterias específicas denominadas **bacterias lácticas** que van a intervenir también en la formación de los aromas y sabores típicos de un queso, lo que demuestra que la microbiología juega un papel importante en el proceso de elaboración de un queso.

Las **bacterias lácticas** son un grupo de microorganismos formado por géneros muy diversos y con características morfológicas y metabólicas en común ³. Son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, inmóviles y pueden tener un metabolismo anaerobio, microaerófilo o aerotolerante. Son oxidasa y catalasa negativos y carecen de citocromos y utilizan los hidratos de carbono en su metabolismo realizando la fermentación, obteniendo un producto final denominado ácido láctico. Son microorganismos acidotolerantes y algunos géneros como *Lactococcus* o *Lactobacillus* crecen bien en medios con bajos valores de pH, lo que les hace las bacterias dominantes con respecto a otros microorganismos que mueren en esas condiciones.

Para su multiplicación requieren de azúcares como la glucosa y la lactosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento y por eso la leche es el medio idóneo para el crecimiento de estas bacterias.

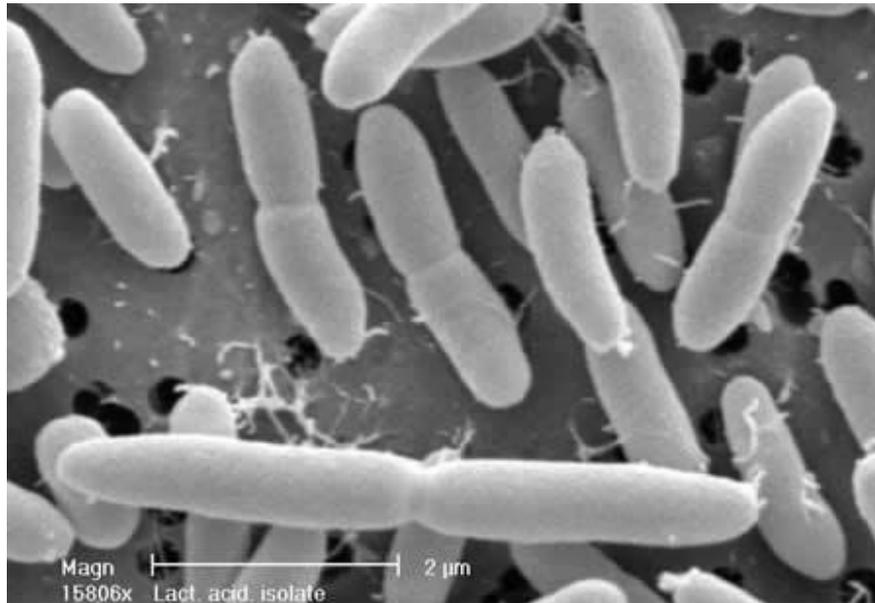


Figura 4. *Lactobacillus acidophilus* observado al microscopio electrónico.

Estos microorganismos son utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración de quesos por sus características fermentativas.

En este trabajo se ha realizado un conteo de bacterias del género *Lactococcus* y *Lactobacillus* y por eso, se hará gran hincapié en esos géneros. Los *Lactococcus* son bacterias homofermentadoras, es decir, producen ácido láctico como producto principal de la fermentación de la glucosa, utilizando la vía de la glucólisis.

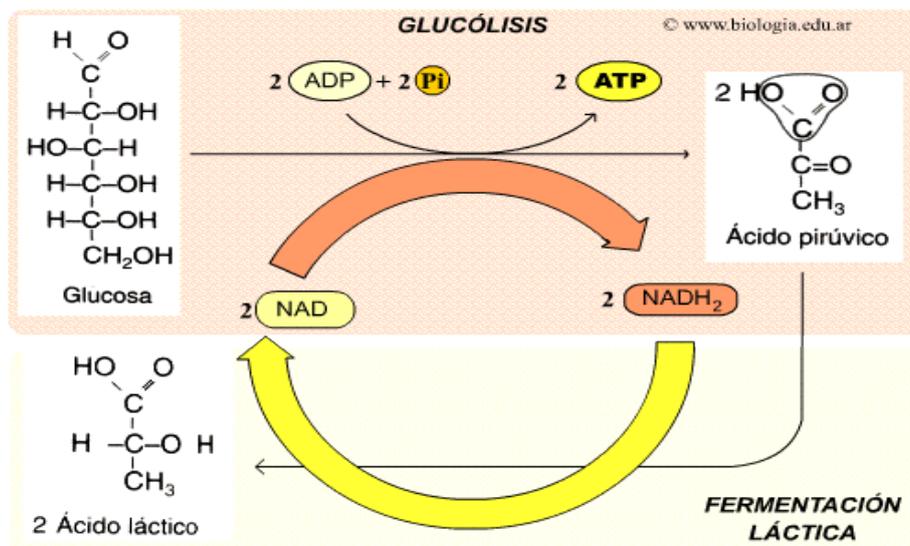


Figura 5. Fermentación homoláctica a través de la glucólisis.

Los *Lactobacillus* (algunos de ellos) son bacterias heterofermentadoras, es decir, convierten hexosas a pentosas por la vía 6-fosfogluconato-fosfocetolasa, produciendo no solo ácido láctico, sino también otros productos como CO₂, acetato y etanol ⁴.

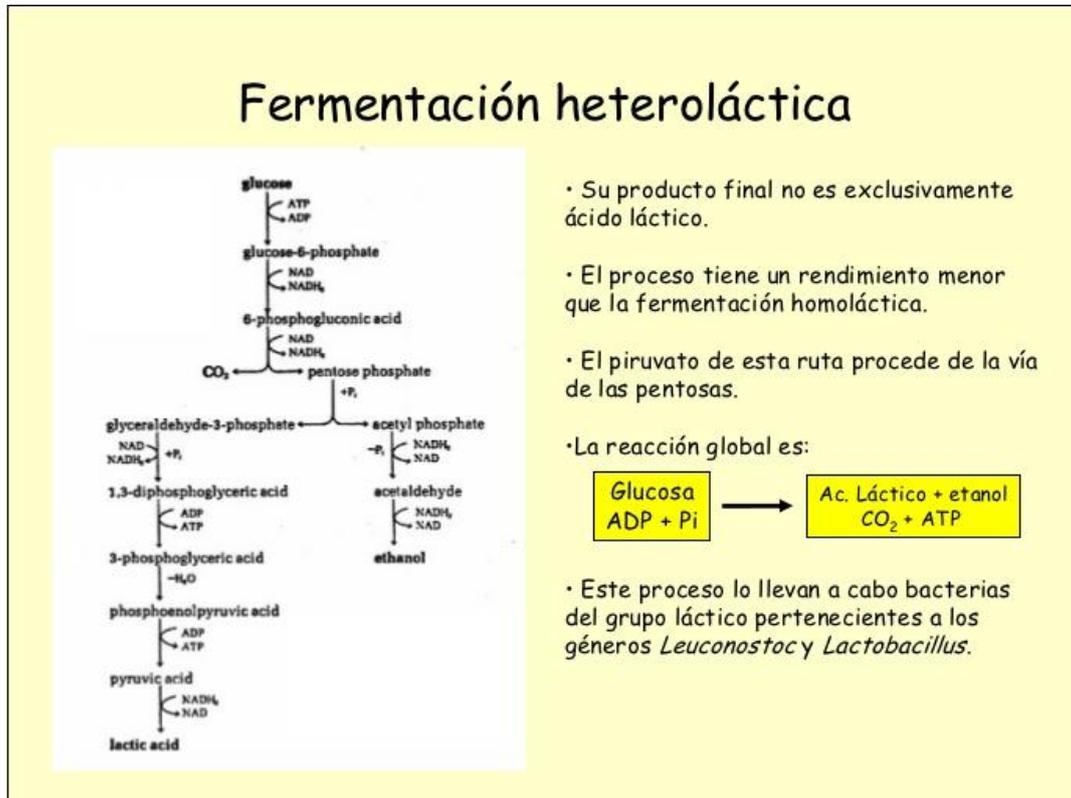


Figura 6. Fermentación heteroláctica convirtiendo glucosa (hexosa) en pentosa fosfato.

La formación de estos compuestos ácidos es muy importante a la hora de conservar el alimento, ya que evita el crecimiento de bacterias alterantes y eso demuestra su utilidad en la elaboración de quesos. Esos ácidos formados alteran la caseína también generando la cuajada y generan el sabor ácido característico de los quesos durante el proceso de maduración.

La lipólisis es la transformación de la grasa de la leche, donde se produce la hidrólisis de los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol, monoglicéridos y diglicéridos. La grasa de la leche contiene altas concentraciones de ácidos grasos de cadena corta que contribuyen directamente en el sabor y el aroma de los quesos, de ahí la importancia de este proceso en la maduración. La lipólisis durante la maduración de los quesos es

causada principalmente por las lipasas microbianas, ya que las lipasas que se encontraban inicialmente en la leche son inactivadas durante el proceso de pasteurización ⁷.

En la lipólisis juega un papel muy importante los hongos como *Penicillium*, ya que tienen una lipasa que libera más rápidamente los ácidos grasos de cadena corta. En el caso de quesos madurados con hongos (quesos azules), los ácidos grasos son metabolizados por las esporas y el micelio produciendo metilcetonas, que constituyen los componentes principales del olor característico de los quesos. En los quesos duros o semiduros, la lipólisis es realizada por las bacterias lácticas que, junto con la flora de la leche, son responsables de una limitada lipólisis.

Las proteínas se degradan por acción combinada de diferentes proteasas durante la maduración ⁵. Esas proteasas pueden ser nativas o microbiológicas, e incluso coagulantes.

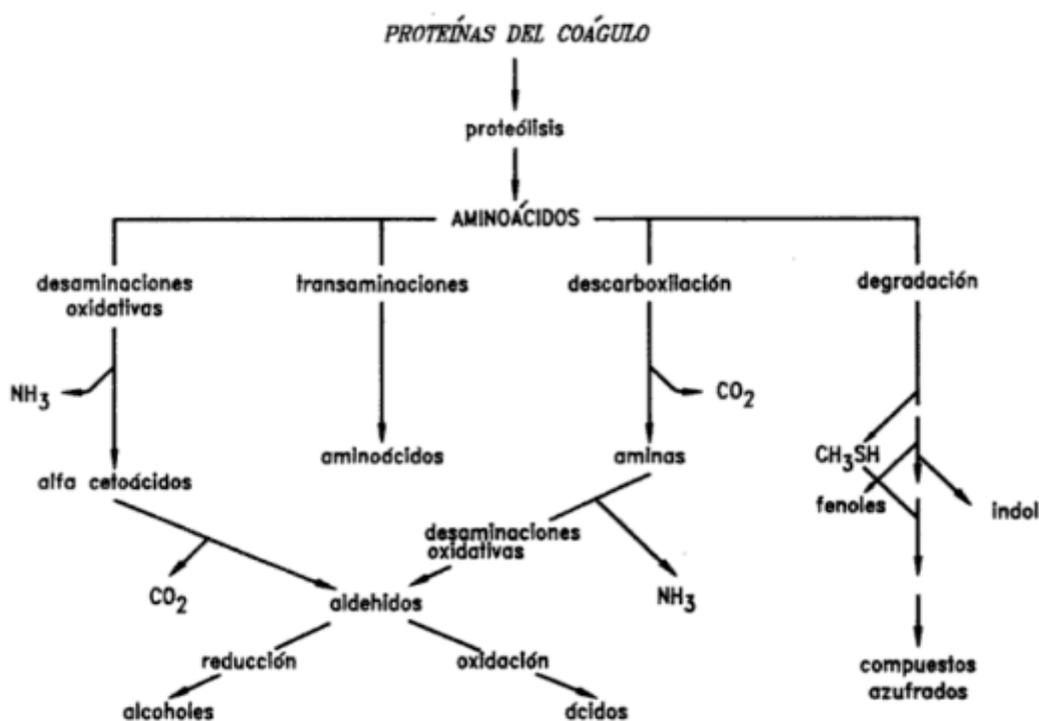


Figura 7. Catabolismo microbiano de aminoácidos en la maduración de quesos.

Los aminoácidos son moléculas precursoras de otros compuestos responsables del aroma ⁶. El catabolismo es iniciado por una reacción de transaminación que va a dar

lugar a la formación de compuestos volátiles. El aminoácido es transformado en α -cetoácido por una aminotransferasa que transporta el grupo amino a otro α -cetoácido aceptor que a su vez se transforma en ácido glutámico. Se ha encontrado actividad de estas enzimas en bacterias del ácido láctico como *Lactococcus lactis*. Los cetoácidos pueden descarboxilarse y formar aldehídos que pueden ser transformados en alcoholes mediante reducción o en ácidos mediante oxidación, generando compuestos que participan en la formación del aroma. Algunos aminoácidos pueden degradarse de forma directa formando compuestos azufrados que formen parte del aroma y de los sabores del queso ⁸.

2.5. Producción de quesos en Asturias

En Asturias se encuentra probablemente la mayor variedad de quesos de Europa. Cada año se elaboran en la región unas 60.000 toneladas de queso al año y esa cifra puede ir en aumento con los años, ya que el queso se está convirtiendo en un alimento bastante extendido entre la población y el comercio.

En toda la región del principado hay 42 variedades queseras artesanas, que convierten al principado en la mayor zona quesera de Europa. De esas 42 variedades de quesos asturianos, hay 4 de ellas que tienen aprobada una denominación de origen europea y son **Cabrales**, **Afuega'l pitu**, **Casín** y **Gamonéu**. El primer reglamento que se aprobó en la denominación de origen protegida fue el de Cabrales en 1981, luego llegaron las de Gamonéu y Afuega'l pitu en 2003 y, finalmente, llegó la del queso Casín en 2009. Hay quesos como la variedad de **Los Beyos** de los concejos de Ponga y Amieva o el queso de **Porrúa**, que se elabora en el concejo de Llanes que están a la puerta de la denominación de origen. La zona de oriente de Asturias es la que aglutina la mayoría de las variedades de quesos asturianos, aunque la actividad y tradición quesera está extendida en toda la región ^{web 2}.

El queso Cabrales es el queso más conocido de Asturias y de mayor prestigio y es un queso con reconocimiento internacional que se encuentra presente en importantes

restaurantes del mundo (concejos de Cabrales y Peñamellera alta). Hay otros quesos que tienen un elevado prestigio y le siguen la huella al queso Cabrales.

A continuación, se describirá las características básicas de algunos de los quesos más destacados y se hablará en más detalle del queso estudiado en este trabajo, que es el queso Gamonéu.

1) Queso Cabrales: Es el queso más conocido de los quesos asturianos y es un queso natural de pasta azul, elaborado artesanalmente por los propios ganaderos con leche cruda de vaca, oveja o cabra o mezcla de dos o de los 3 tipos de leche y madurado en cuevas naturales de montaña durante dos o cuatro meses con humedad del 90 % y temperatura de unos 8°C a 12°C. Tiene un sabor ligeramente ácido y picante.



Figura 8. Queso cabrales cortado mostrando su color azul.

2) Queso Afuega'l pitu: Su consistencia es firme y compacta, aunque depende del grado de maduración final. Es un queso de pasta blanda, ácida y corteza enmohecida. Se elabora en el concejo de Grado, Salas y Pravia y está elaborado con leche de vaca y se puede presentar en forma troncocónica o semiesférica y en dos colores diferentes (blanco y anaranjado).



Figura 9. Cortes de queso Afuega'l Pitu.

3) Queso Casín: Es un queso elaborado de leche de vacas de la raza casina (asturiana de la montaña). Este queso presenta un sabor fuerte y un intenso aroma y se elabora en los concejos de Caso y Sobrescobio. Se elabora a partir de leche cruda y se utilizó una peculiar técnica de amasado de la cuajada. Se utiliza leche de vaca recién parida como cuajo y tiene una forma discoidal irregular, color amarillo cremoso oscuro y no presenta corteza. Se caracteriza por decoración con dibujos y relieves.



Figura 10. Queso Casín mostrando su relieve característico.

2.6. Queso Gamonéu. Características.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 4.2 del reglamento (CEE) 2081/92 del consejo, relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios, se considera el Gamonéu como un tipo de queso graso, madurado, de corteza natural, elaborado con leche cruda de cabra, vaca y oveja, ligeramente ahumado y con leves afloraciones verde-azuladas de *Penicillium* cerca de los bordes.

La zona geográfica comprende los municipios de Cangas de Onís y de Onís, de la comunidad autónoma del principado de Asturias. La parte más importante de este territorio se encuentra en la parte noroeste del parque nacional de Picos de Europa.

Todos los procesos necesarios para la obtención del queso de “Gamoneu” ó “Gamonedo”, producción de la leche, fabricación del queso y maduración, se realizan en la zona geográfica descrita

Estos municipios se encuentran situados en la zona oriental del territorio asturiano, disponiendo de una superficie geográfica de 28.817 hectáreas, de las cuales están destinadas a pastos un total de 10.365 hectáreas ^{web 10}.

Es un medio formado por un imponente macizo calcáreo profundamente erosionado y formado, como elemento más característico, por los jous , hoyos sin salida de aguas siendo alguno de impresionantes dimensiones kilométricas.

En estos pedregales no existe hierba que el ganado pueda aprovechar hasta por debajo de los 2.000 m y este va aumentando según se desciende en altura. Pero es en las vegas, amplios poljes donde la abundancia y calidad del pasto posibilita el pastoreo y el establecimiento de las cabañas de los pastores.



Figura 11. Mapa zonas de elaboración del queso Gamonéu

Se utiliza leche procedente de animales de razas raras como la vaca frisona, la oveja carranzana o la cabra de los picos de Europa. Las instalaciones para el manejo de ganado dedicado a la producción de leche con destino a la elaboración del queso, serán supervisadas por el Consejo Regulador a los efectos de inscripción en los registros correspondientes. El ordeño se realizará con un buen manejo y se asegurará que la leche obtenida sea una leche limpia, higiénica y con la carga microbiana permitida por la norma vigente. La leche será refrigerada hasta su manipulación para producir el queso.

Se puede realizar una descripción de este queso atendiendo a 3 tipos de características que establece el Consejo Regulador ^{web 8}.

Nos encontramos con un producto con una larga tradición que surge de la adaptación a las características y limitaciones del entorno donde se elabora. Se necesitó hacer aprovechamientos agrícolas mediante pastoreo, por las dificultades que suponía cualquier otro aprovechamiento de las tierras que no fuese el ganadero. La orografía, el

suelo y el clima impusieron a los habitantes de la zona un manejo específico del ganado que obligaba a la utilización de los pastos de altura en los periodos veraniegos en los que esos pastos son más abundantes y las temperaturas permiten la estancia del ganado a la intemperie. Características diferenciales como el ahumado, surgen por la necesidad de elaborar los quesos en la misma estancia donde se alojaba el pastor y para lograr un secado adecuado que sólo era posible mediante el fuego de la cabaña. Lo mismo ocurre con el afinado en cuevas naturales impuesto por ser los únicos recintos disponibles en los que la humedad y temperatura permitían la correcta maduración del producto. El ahumado y la maduración, en la que intervienen únicamente hongos y levaduras presentes en el ambiente de los recintos de maduración, destacando entre ellos el *Penicillium*, que a través de su presencia perimetral en el queso asegura las afloraciones que le confieren el color y sabor característico ^{web 10}.

1) Características físicas:

- . **Forma:** cilíndrica y con caras sensiblemente planas.
- . **Altura:** de 6 a 15 cm.
- . **Diámetro:** de 10 a 30 cm.
- . **Peso:** entre 0,5 y 7 kg.
- . **Corteza:** delgada, adquirida durante la fase de ahumado, color tostado y con *Penicillium*.

2) Características químicas:

- . **Grasa:** mínimo 45 % en base seca.
- . **Proteínas:** mínimo 25 % en base seca.
- . **Humedad:** mínimo un 30 %.
- . **pH:** entre 5,5 y 6,5.

3) Características sensoriales:

- . **Consistencia de la pasta:** Dura o semidura, firme y friable.

. **Aspecto:** Ojos irregularmente repartidos y muy pequeños.

. **Color:** En su interior es blanco-amarillento y con leves afloraciones azuladas en bordes.

. **Sabor:** Predominio suave de humo y un punto ligeramente picante. Suele ser de sensación mantecosa en la boca.

. **Aroma:** Con suaves toques de humo. Aroma penetrante que aumenta durante la maduración.



Figura 12. Logotipo del Consejo Regulador del queso Gamonéu.

Existen dos variedades de queso Gamonéu:

1) Gamonéu del Puerto: Es un queso elaborado en los puertos altos de los municipios de Cangas de Onís y Onís (Picos de Europa). La leche apta será la producida por los rebaños lecheros que pastan en algunas vegas como Orandi, Las Mestas, Teón, Gumartini (situadas en el puerto de Cangas de Onís) y en otras vegas del puerto de Onís como Soñín y Belbín. Se realizará mezcla de leches de al menos dos de los 3 tipos principales de ganado (vacuno, ovino y caprino). La producción de los quesos es

estacional en los meses de Junio a Septiembre y se elaboran pequeñas instalaciones queseras para trabajar de forma cómoda en lo alto del puerto. Se obtiene de la leche del ganado que ha sido llevado durante el periodo estival a los pastos de altura permaneciendo todo el tiempo en los mismos y siendo recogido solamente para su ordeño, volviendo después otra vez a los pastos. Durante este periodo los animales se alimentan únicamente mediante pastoreo, la ración no es suplementada dado que, de forma general, los pastos son abundantes y no es posible el transporte de alimentos suplementarios a estos lugares por sus dificultades de acceso. Tampoco es posible el resguardo del ganado dado que no existen establos, ni se pueden construir, al ser una zona de protección ambiental. Las condiciones en las que se realiza este manejo del “Puerto”, ocasiona que el periodo se pueda acortar o alargar en función de la climatología, que determina la abundancia o escasez de pastos y las temperaturas que permiten que el ganado pueda permanecer a la intemperie.

2) Gamonéu del Valle: Este queso es elaborado en las zonas bajas de la comarca geográfica de la denominación pertenecientes a los concejos de Cangas de Onís y de Onís. En esta variedad de queso, no se atiende a ningún tipo de estacionalidad, ya que el sistema de mantenimiento de los rebaños es semi-extensivo, basado básicamente en el pastoreo. Se realiza mediante un aprovechamiento de los prados próximos a las zonas pobladas, disponiéndose de recintos en los que resguardar a los animales, en caso de condiciones climatológicas extremas, también se utilizan forrajes henificados obtenidos en la explotación y, de forma ocasional se puede suplementar la ración mediante concentrados de cereales y leguminosas.

2.7. Elaboración y maduración del queso Gamonéu

El Consejo Regulador establece una metodología general de elaboración para este tipo de queso en las queserías artesanales como “La Casina de Cebia” y se deben seguir una serie de pasos:

1) Ordeño: En primer lugar, hay que ordeñar a los animales para obtener la leche que se va a utilizar en la elaboración del queso. Este proceso se realizará todos los días, en el amanecer y al atardecer.

2) Colado: La leche recién ordeñada debe ser tratada de sus impurezas y para ello se pasa a través de un colador ancestral elaborado con crines de caballo y vaca fuertemente trenzadas.

3) Mezclado y reposo: Se realiza el mezclado de los tres tipos de leche (cabra, vaca y oveja) en una cuba y se calienta ligeramente y se le añade el cuajo.

4) Cuajado

5) Corte y desuerado: La cuajada se rompe suavemente y se va extrayendo todo el lactosuero hasta obtener una masa completamente desmenuzada. El suero se utiliza para alimentar a animales como los cerdos.

6) Moldeado: Los pequeños granos de cuajada se introducen en un pequeño molde de madera y este se coloca sobre una artesa, que es una bandeja que recoge los restos del suero que todavía quedan.

7) Salado: Se realiza a las 12 horas del moldeado y se sala por una cara y se pone cerca del fuego sobre una fina tabla. A las 24 horas, se sala la cara inferior.

El proceso de maduración y afinado que se describe a continuación es el llevado a cabo por la quesería “La Casina de Cebia” que proporcionó el queso con el que se ha trabajado en este proyecto:

8) Maduración: El queso se coloca en una estantería de madera a los 3 días del moldeado y se somete a un ahumado durante 1 semana y posteriormente, a un secado inicial en una cámara especial a una humedad muy alta (Cercana al 90 %). En esa cámara de secado ha permanecido 2 semanas.

9) Afinado: Este queso es elaborado utilizando leche cruda, lo que hace necesario un proceso de afinado relativamente largo para asegurar entre otras cosas la ausencia de patógenos, debida a la formación de ácidos derivados del metabolismo de los microorganismos implicados en la maduración.

Una vez terminadas las 2 semanas en la cámara de secado, se lleva el queso a las cuevas de maduración de los montes de la zona y se colocan en estanterías donde irán cogiendo los mohos necesarios para garantizar la obtención del sabor y aroma de este queso.



Figura 13: Disposición de los quesos Gamonéu dentro de las cuevas de Cangas de Onís.

La cueva oscura es un lugar idóneo para completar la maduración del queso Gamonéu, ya que es en este lugar donde se van a adquirir los mohos necesarios que van a proporcionar el sabor característico a este queso. El queso Gamonéu se encontrará en unas condiciones de humedad elevadas (90 %), lo que es fundamental para el desarrollo de estos mohos y con ello, de su sabor y aroma. La cueva presenta una temperatura de 12 °C ideal para que los mohos se estabilicen y se desarrollen, especialmente en la corteza.



Figura 14. Cueva de maduración del queso Gamonéu

Los quesos en esta cueva se colocan en diferentes estanterías a lo largo de la misma colocadas por los queseros de la zona, dejando expuesta la corteza para que vaya adquiriendo el moho suficiente para alcanzar el estado de maduración buscado.



Figura 15. Interior de la cueva donde se madura el queso.

METODOLOGÍA

3.1. Preparación del queso y obtención de muestras

Este proyecto se ha realizado en colaboración con la quesería “La Casina de Cebia”, que es una quesería familiar situada en Cangas de Onís (Asturias). Se ha trabajado con queso Gamonéu del Valle. En primer lugar, se procede a realizar la mezcla de los 3 tipos de leche (vaca, cabra y oveja) en la cuba de cuajado. Después, se adicionan los fermentos proporcionados por los servicios de laboratorios “Luis Frechilla” y el cuajo denominado “Nievi”. La coagulación se ha realizado a una temperatura de entre 20 °C y 30 °C. El queso obtenido es un queso elaborado con leche cruda, no se ha pasteurizado, lo cual destaca la importancia de la maduración en cueva durante dos meses. Después, se produce el desuerado y se preparan los moldes para obtener el queso.

Para la realización del seguimiento de la maduración y de cada uno de los parámetros del queso Gamonéu, se pensó en elaborar 1 queso de 3 kg del cual se irán extrayendo cada una de las muestras, pero cuando ese queso comience la fase de maduración en cueva, solo se tendría la mitad del queso, ya que se habrían extraído ya las 4 primeras muestras en los periodos anteriores a la cueva, y al tener solo 1 mitad de ese queso, la maduración en cueva puede alterarse y los resultados obtenidos pueden ser poco representativos. Lo que se hizo fue utilizar 2 quesos de 1,5 kg cada uno, elaborados por la quesería “Casina de Cebia”, con el fin de obtener 4 primeras muestras antes de cueva a través de 1 de los quesos y utilizar el segundo queso integro para obtener 4 muestras dentro de la cueva. Esos 2 quesos deben elaborarse a través de la misma leche, llevar una evolución paralela y estar en las mismas condiciones durante su maduración para obtener resultados representativos y comparables entre sí. Según se va extrayendo una muestra determinada, se tapa el hueco presente con papel de aluminio de manera que simule a una corteza y la maduración del queso se presente en las mismas condiciones en cada una de las etapas, sin que la parte interna quede expuesta en ningún momento. El siguiente esquema muestra el criterio que se debe seguir a la hora de la toma de muestras de los diferentes quesos:



Figura 16. Quesos y muestras utilizados para la realización de los análisis

La extracción de las muestras del primer queso se realizará de la siguiente manera:

- A) Muestra 1: Tras cuajar el queso.
- B) Muestra 2: Tras la estancia del queso en la cámara de ahumado (7 días). Se obtendrá una muestra del queso ya ahumado.
- C) Muestra 3: Tras la primera semana en la cámara de secado.
- D) Muestra 4: Tras la segunda semana en la cámara de secado, justo antes de llevar a la cueva.

A continuación, se lleva el queso intacto y la mitad del queso utilizado a la cueva y allí se utilizará el queso intacto para la obtención de las 4 siguientes muestras:

- E) Muestra 5: Muestra tras la primera quincena en cueva.
- F) Muestra 6: Muestra tras la segunda quincena en cueva.
- G) Muestra 7: Muestra tras la tercera quincena en cueva.
- H) Muestra 8: Muestra tras la cuarta quincena en cueva.

Las muestras se han ido recogiendo y llevando al laboratorio respetando los tiempos establecidos para cada etapa.

3.2. Metodología para el análisis del extracto seco

El extracto seco es la masa resultante de queso y sus componentes tras haber realizado una desecación completa de una determinada muestra con un cierto contenido de humedad. Para la determinación del extracto seco se han utilizado los siguientes materiales:

- 1) Desecador provisto de gel de sílice seca, que es un deshidratante eficaz.
- 2) Estufa con termostato regulable, establecido a una temperatura aproximada de 105°C.
- 3) Pocillos de fondo plano de 20-25 mm de altura y 50-75 de diámetro de acero inoxidable (se usan 3, una para cada muestra).
- 4) Varilla de vidrio o acero inoxidable de 6 a 8 cm de longitud (una por muestra).
- 5) Arena de mar de tamaño de grano grueso fino.

Para llevar a cabo el método, en cada uno de los pocillos se ha pesado una cantidad de arena de mar determinada (generalmente más de 20 g) y se introduce en la estufa a 105 ° C durante 24 h para eliminar la humedad que tuviese esa arena. Pasado ese tiempo, se introduce en el secador durante al menos 30 min hasta que enfrió a temperatura ambiente. Luego, se apunta en una tabla el peso de esos pocillos con la arena de mar y se añaden 3 g de la muestra de queso a cada uno de esos pocillos y se mezcla la muestra con la arena hasta que quede homogéneo (se pesan en la báscula con la varilla de vidrio dentro) y se introduce en la estufa de nuevo durante 5 horas. Después, se saca de la estufa y se deja de nuevo en el desecador durante 30 min hasta que esté a temperatura ambiente y se pesan los pocillos, apuntando el peso final. A continuación, se realizará el cálculo de la humedad en tanto por ciento aplicando la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{(P_0 + PM) - P_f}{PM} \times 100$$

Siendo P_0 el valor del peso de los pocillos con la arena de mar antes de añadir los 3 g de muestra, PM el peso de muestra y P_f el peso final de los pocillos con las muestras tras las 5 horas de estufa.

Una vez obtenido el tanto por ciento en humedad, se calcula el tanto por ciento en extracto seco, restándole a 100 el valor de la humedad obtenido (100 % - % H).

3.3. Metodología para la determinación de la textura

La textura es el conjunto de propiedades reológicas y de estructura de un producto, perceptibles por los mecanorreceptores, receptores táctiles, visuales y auditivos.

El equipo utilizado para medir estas propiedades mide fuerza, distancia y tiempo lo que permite realizar el análisis del producto en tres dimensiones. Estos equipos utilizan diferentes sondas en función del tipo de alimento y en este caso, se utilizará una sonda cilíndrica.

El equipo consta de un monitor donde se representarán la dureza y adhesividad, que son los parámetros medidos para realizar el seguimiento de la textura a lo largo de la maduración del queso.

Antes de introducir el queso en el sistema de medida, es necesario calibrar el aparato y darle una distancia de medida inicial a la sonda (4 cm hasta la base del aparato) y a continuación, realizar un corte con el cuchillo en la muestra de queso que se va a medir, de manera que se obtenga un trozo con 2 cm de altura y se mantenga esa medida estable a lo largo de todas las muestras para obtener resultados comparables.



Figura 17. Equipo para medir textura

En la imagen se representa el texturómetro y en el círculo rojo se representa la sonda que va a realizar las medidas en las muestras de quesos. Esa sonda irá bajando y en el monitor que hay al lado se representará la gráfica que mide la dureza y adhesividad mientras la sonda atraviesa el queso. Hay que asegurarse que la superficie del queso donde va a penetrar la sonda sea lo más lisa posible y no haya huecos para que no se altere la medida. Por ello, es necesario tomar varias medidas hasta tener un conjunto de medidas óptimas y hacer la media para la dureza y la adhesividad.

3.4. Metodología para el análisis microbiológico

Se ha realizado un seguimiento de 4 tipos de microorganismos diferentes y para ello se han utilizado 4 medios que se elaboraron de la siguiente manera:

- 1) PCA (mesófilos totales): 10,25 g / 0,5 L de agua destilada.
- 2) M17 (*Lacococcus*): 21,1 g / 0,5 L de agua destilada + 10 g de agar bacteriológico.
- 3) MRS (*Lactobacillus*): 27,65 g / 0,5 L de agua destilada + 10 g de agar bacteriológico.

4) Mohos y levaduras: 20 g / 0,5 L de agua destilada.

Solo se adicionan los 10 g de agar bacteriológico a los medios indicados para bacterias lácticas, ya que los otros 2 medios ya presentan incluidos ese agar. Una vez preparadas esas mezclas, se sometieron a un autoclavado y a continuación se dejan enfriar en un baño a 45°C antes de proceder a rellenar las placas petri en la campana. Una vez llenas las placas Petri y solidificadas, se puede trabajar con ellas sembrando la muestra.

Para realizar la siembra, se han pesado 1g de queso en 9 ml de agua destilada y se introdujeron en el Stomacher durante 2 min para homogeneizar la muestra con el agua. A continuación, se realizarán diluciones de la muestra original hasta 10^{-7} y se realizó la siembra por extensión en las placas con una pipeta Pasteur. Las siembras se realizaron generalmente con las diluciones 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} , ya que se ha visto que en ellas el recuento era fiable. A continuación, las placas se incuban en una estufa a 30°C (mohos y levaduras a 25°C) durante 2 o 3 días y después, se realiza el recuento de colonias en placa para calcular las Ufc/ml.

3.5. Metodología para la determinación del pH

Para la medición del pH se ha pesado 1 g de muestra en 10 ml de agua destilada y después, se utilizaron los siguientes materiales:

- 1) Phmetro , Crison, Basic 2°
- 2) Agitador , Heiddph, silentCrusher M
- 3) Agitador de tubos de ensayo, Chemlabor.

Para llevar a cabo el método se siguieron los siguientes pasos:

Se separó una pequeña muestra de queso para pesarla en un vaso y echar los 10 ml de agua destilada. Se homogenizó la muestra con un agitador a una velocidad de 15000 rpm. Después de esto se midió el pH con el phmetro, previamente calibrado.

Para medir el pH se introduce la mezcla homogénea en un tubo cilíndrico y se introduce el electrodo del pHmetro en él y se toma la lectura.

3.6. Metodología para análisis físico-químicos

3.6.1. Metodología para la determinación de grasas

Para la determinación del % en grasas del queso Gamonéu se ha utilizado el método denominado **Soxhlet**⁹. Este método consiste en la realización de 4 pasos fundamentales a tener en cuenta:

1) Preparación de la muestra: Se pesa en vidrios de reloj 3g de muestra de queso sobre un trozo de papel de filtro. Ese queso debe estar esparcido a lo largo de todo el vidrio en trozos pequeños y luego, se coloca en la estufa a 105 °C durante toda la noche para que seque bien.

2) Preextracción: Se coloca la muestra dentro de unos cartuchos blancos y se introducen en el siguiente equipo:

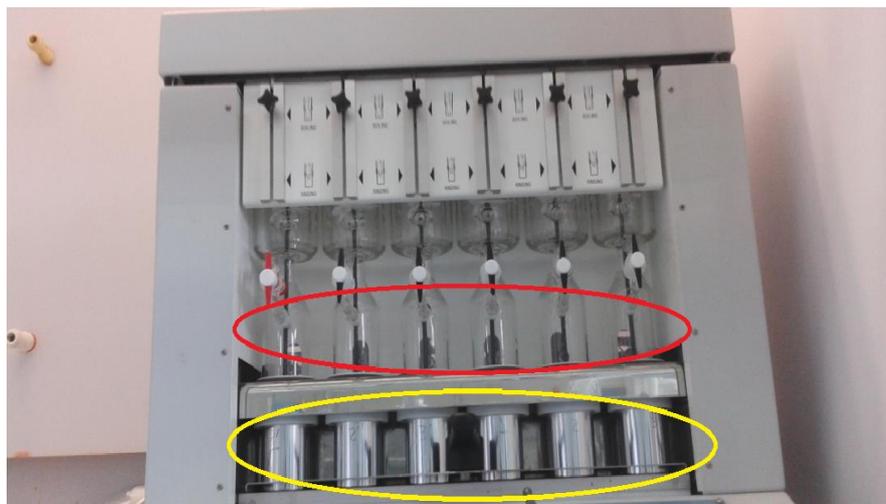


Figura 18. Equipo de extracción de grasas.

En la imagen se observan 6 soportes de cristal (círculo rojo) en los que debe ir introducido el cartucho de celulosa con el papel y la muestra de grasa. Se observa también bajo cada soporte de cristal, unos pocillos (círculo amarillo) en los que se introducirá el disolvente orgánico que se empleará para la preextracción (dietileter). Esos pocillos son pesados previamente (P_0) y se apunta ese valor. Al llenar los pocillos con 50 ml de dietileter, se introducen en la posición observada en la imagen y se pone el equipo en posición “BOILING” durante 30 minutos y luego en “RINSING” durante 45

minutos. Después, se procedió a la evaporación del dietileter durante 10 minutos, se pesa el pocillo con la grasa extraída (P_f) y se calcula el % de grasa obtenida en la preextracción.

3) Hidrólisis: Para realizar la hidrólisis es necesario depositar la muestra que proviene de los cartuchos de celulosa en un tubo Kjeldahl (colocar las muestras por triplicado una en cada tubo) y ponerlas en un calentador en la campana para realizar la digestión e hidrólisis. Para ello, se añadió la muestra junto con el papel en el que se encontraba en el cartucho, se añadió en cada tubo 100 ml de HCL 8 N y 0,5 g de piedra pómez y se tapa el matraz y se realiza la hidrólisis con el siguiente equipo:



Figura 19. Calentador y tubos Kjeldahl para la realización de la hidrólisis.

En el equipo se pone a calentar la muestra durante 1 h a 150 °C y después, se realiza la filtración de la muestra para obtener un retenido con el que poder realizar una extracción final de la grasa. Aquí se encuentra la importancia de realizar esta fase de hidrólisis, y es que si solo se realiza un proceso de extracción, es posible que no se extraiga la totalidad de la grasa y se obtenga un valor más bajo de lo normal, y por ello es necesario romper bien el queso para realizar una última extracción fiable.

Tras haber filtrado las muestras y obtenido el retenido, este se pone en la estufa a 105 °C durante 1-2 h.

4) Extracción final: Tras sacar de la estufa la muestra, se repite el mismo procedimiento que el indicado en la fase de extracción y una vez obtenido el % de grasa en esta fase, se aplica la siguiente fórmula para hacer el cálculo final:

$$\%grasa = \frac{P_f - P_0}{PM} \times 100 + \frac{P_{f1} - P_{01}}{PM} \times 100$$

Siendo P_f y P_{f1} los pesos del pocillo con la grasa en la preextracción y extracción final respectivamente y P_0 y P_{01} los pesos iniciales de los pocillo en la preextracción y extracción final.

3.6.2. Metodología para la determinación de proteínas

Para la determinación del % de proteínas en una muestra de queso Gamonéu, se utilizó el método Kjeldahl, que consiste en un análisis químico para determinar la cantidad de nitrógeno que se encuentra presente en un alimento, en este caso el queso. Generalmente, en alimentos la mayor parte del nitrógeno proviene de las proteínas, así que mediante este método se puede obtener el % de proteínas presentes en el queso, a partir del contenido del nitrógeno obtenido. El método se desarrolló en 3 etapas:

1) Digestión: En esta fase tendrá lugar la conversión del nitrógeno procedente de las proteínas en ión amonio, formando sulfato de amonio, mediante calentamiento de la muestra con ácido sulfúrico y un catalizador propio del método.

En primer lugar, se pesa una cierta cantidad de la muestra de queso a analizar (0,5 g – 1 g) en un tubo Kjeldahl y se introduce ese tubo en el calentador Kjeldahl. A continuación, se adiciona 7 pastillas del catalizador y 12 ml de ácido sulfúrico y se configura el sistema para que se produzca la digestión a 420 °C durante 30 minutos. Una vez terminado esto, se deja enfriar el tubo de digestión fuera de la placa calefactora hasta que alcanzó la temperatura ambiente (30 minutos aproximadamente).

2) Destilación: Es una etapa en la que se produce la separación del sulfato de amonio formado durante la digestión añadiendo hidróxido de sodio, eliminando ese sulfato en forma de hidróxido de amonio arrastrándolo con el vapor de destilación. Ese amonio liberado por la destilación se recoge en una disolución de ácido bórico.

Este proceso se realizó en un destilador, donde se colocó el tubo kjeldahl en esa unidad y el sistema añade 80 ml de agua y 50 ml de hidróxido de sodio al 40 %. El vapor se recogió en un matraz con 25 ml de ácido bórico al 4 %.

3) Valoración: Es la medida de la cantidad de ácido clorhídrico 0,1 N necesaria para neutralizar el exceso de ión amonio recogida en la disolución de ácido bórico. Para la valoración se necesitó una bureta. El matraz contiene la disolución de color verde y se tiene que observar un viraje hacia un color rosáceo y en ese momento se anota el valor de ácido clorhídrico gastado.

Una vez realizado todos estos pasos, se puede realizar el cálculo del porcentaje de nitrógeno presente en esa muestra aplicando la siguiente expresión:

$$\%N = \frac{(T - B) \times N \times 14.007 \times 100}{PM(mg)}$$

Donde T es el volumen de ácido clorhídrico 0,1 N gastado en la valoración, B es el volumen muerto del equipo de valoración, que es indicado por el fabricante y en este caso B = 0,1. N es la normalidad del ácido clorhídrico utilizado en la valoración y en este caso es 0,1 y PM es el peso de la muestra expresado en mg.

A partir de este valor obtenido, se puede obtener el % de proteínas de la muestra, multiplicando al % de nitrógeno obtenido anteriormente por el factor 6,38¹⁰, calculado según el porcentaje de nitrógeno que tienen las proteínas de los productos lácteos y se obtiene la siguiente expresión:

$$\%proteinas = 6.38 \times \%N$$

RESULTADOS

4.1. Evolución de la humedad

Uno de los parámetros a tener en cuenta para la caracterización de una correcta maduración del queso Gamonéu es la determinación de la humedad a lo largo del proceso. Los resultados de la humedad y el extracto seco se expresan a continuación en tanto por ciento:

Tabla 1. % de humedad durante la maduración (antes de cueva).

Tiempo (días)	0	7	15	22
Gamonéu	43,24 ± 1,38	35,80 ± 0,29	34,15 ± 2,33	33,56 ± 3,85

Tabla 2. % de humedad durante la maduración (en cueva).

Tiempo (días)	37	52	67	82
Gamonéu	23,66 ± 0,32	23,05 ± 0,39	22,91 ± 1,15	22,95 ± 1,87

Se observa que a lo largo de todas las etapas de maduración se produce un descenso de la humedad y el descenso más brusco se obtiene cuando se utiliza el segundo queso ya en cueva y durante ese periodo, se estabiliza. Esta gran pérdida de humedad entre el día 22 y el 37 se ha producido debido a que el segundo queso ha sufrido una mayor merma de agua durante su elaboración, ya que se ha medido en el día 82 una muestra del primer queso utilizado y se ha obtenido un valor cercano al 30 %, más acorde con el valor del Gamonéu.

Cuando se produce la pérdida de humedad a lo largo de la maduración, van adquiriendo mayor proporción otros componentes en relación con el agua o lo que es lo mismo, se produce un aumento del extracto seco del queso y una estabilidad al final.

4.2. Evolución de la textura

El seguimiento de la variación en la dureza y en la adhesividad del queso es otro parámetro muy importante a analizar para asegurar que la maduración se ha desarrollado de forma óptima. A lo largo del proceso experimental, se han observado dos zonas diferenciadas; una zona externa más dura que poco a poco va ganando importancia con respecto a la zona interna que es más blanda. Las siguientes gráficas muestran la evolución de la dureza y adhesividad del queso para ambas zonas:

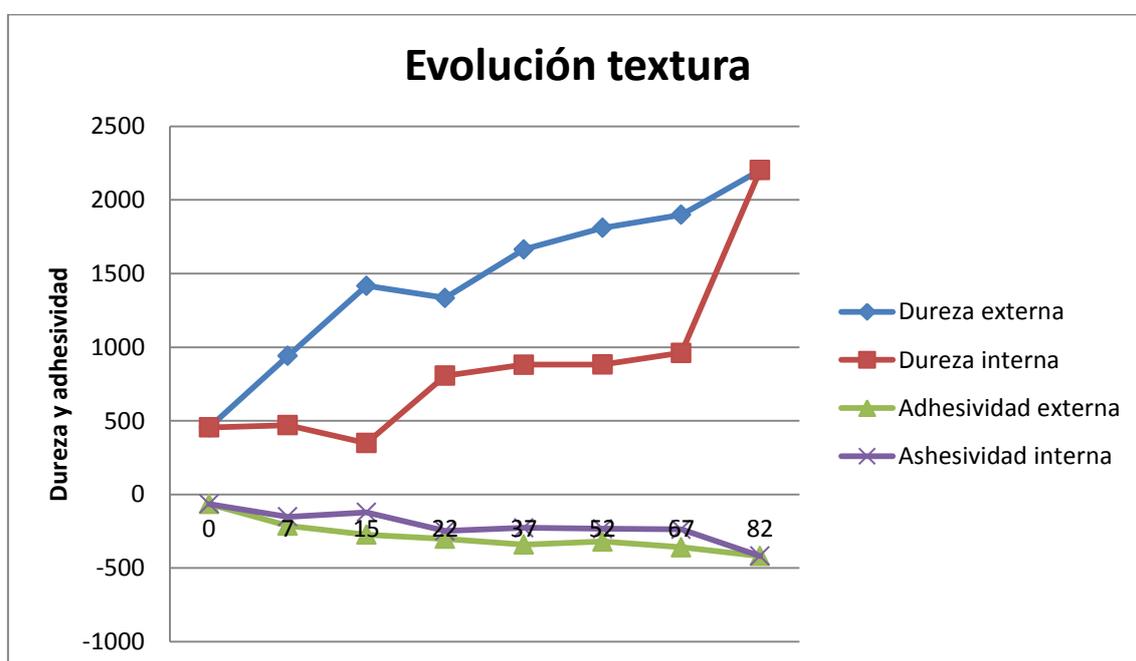


Figura 20. Evolución de la dureza y adhesividad del queso para ambas zonas.

Analizando las líneas que representan la dureza, se observa que al principio se obtiene un valor idéntico para todo el queso, pero a lo largo del proceso, la parte interna va a ir aumentando su dureza de forma más lenta que la parte externa, lo que parece indicar que el secado del queso a lo largo del proceso de maduración va a tener lugar de forma gradual desde el exterior hasta el interior y por eso se pueden apreciar dos zonas diferenciadas a lo largo de la obtención de las muestras de queso. Al final, las dos líneas que representan la dureza se juntan, lo que indica que el queso ha terminado su maduración textural de forma completa y la dureza ha aumentado considerablemente en todo el queso.

En cuanto a la adhesividad, se observa que va disminuyendo a lo largo del proceso y que también ocurre de forma gradual. La primera muestra tiene una adhesividad bastante elevada y a lo largo del proceso se observa que la tendencia será decreciente, pero esa tendencia será ligeramente mayor en la parte externa, lo que corrobora el hecho de que la textura del queso evoluciona de manera gradual y en la última muestra tenemos una adhesividad mucho menor que en la muestra inicial y homogénea en todas las capas del queso.

4.3. Evolución microbiológica

El seguimiento de la carga microbiológica del queso Gamonéu se representará gráficamente teniendo en cuenta por separado los diferentes microorganismos. El siguiente gráfico muestra la evolución de mesófilos totales:

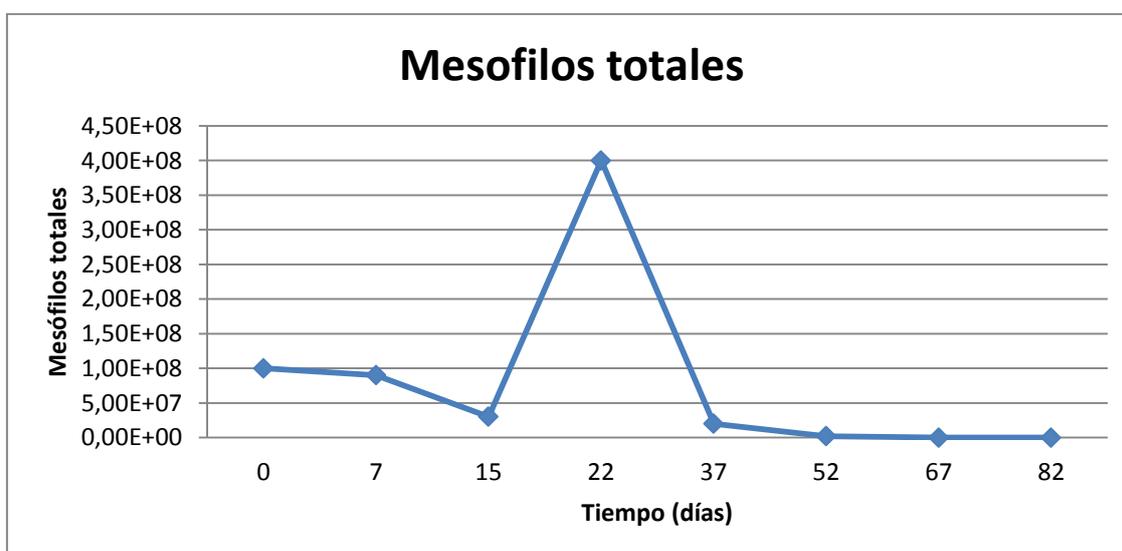


Figura 21. Evolución de mesófilos totales a lo largo del proceso de maduración.

Los primeros 15 días se observa un ligero descenso del número de microorganismos mesófilos totales, que puede deberse al ahumado al que es sometida la muestra durante los primeros 7 días, que elimina una parte pequeña de esos microorganismos y a la primera semana en la cámara de secado, debido a la pérdida de agua inicial. Durante la segunda semana en la cámara de secado (15 – 22 días) se observa un gran crecimiento de estos microorganismos, lo que puede deberse a que la pérdida de humedad no es tan

grande en esa cámara y esos microorganismos lo pueden aprovechar para volver a multiplicarse, de ahí que sea necesaria la maduración prolongada en cueva en los días siguientes, para continuar con la pérdida de agua y asegurar la eliminación de estos microorganismos, promoviendo el desarrollo de compuestos ácidos obtenidos a través del metabolismo de las bacterias lácticas, cuyo crecimiento se observa en el siguiente gráfico.

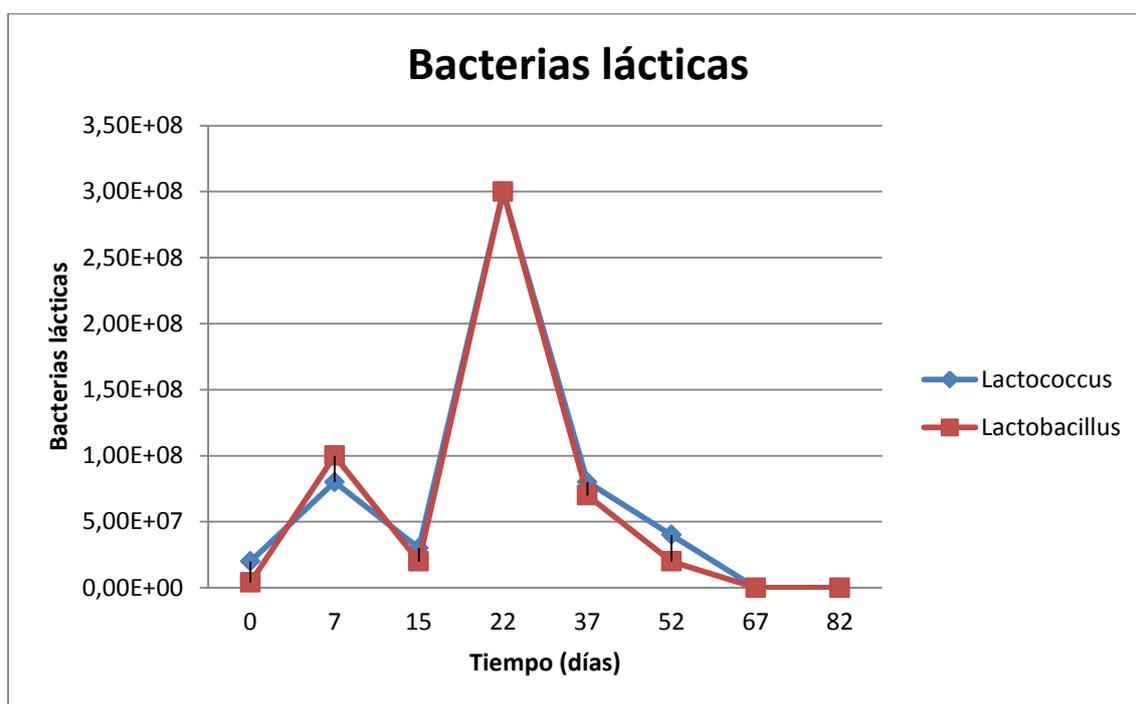


Figura 22. Evolución de bacterias lácticas a lo largo del proceso de maduración.

La evolución de las bacterias lácticas lleva caminos paralelos debido a que presentan características biológicas muy parecidas. El crecimiento durante la primera semana es destacable debido a su mayor resistencia frente al ahumado que los mesófilos totales. Al igual que los mesófilos totales se produce un crecimiento entre el día 15-22 debido a factores ya comentados. En la etapa en la que el queso se encuentra en cueva, se produce un descenso significativo de estos microorganismos, pero no tan acusado como los mesófilos totales. Las bacterias lácticas son los principales microorganismos encargados de producir los compuestos ácidos que generan el aroma y sabor característicos del queso Gamonéu y esos compuestos ácidos eliminarían a otras bacterias y se crea el ambiente propicio para *Lactococcus* y *Lactobacillus*, lo que explica que el descenso de mesófilos sea más acusado y la importancia del

Resultados

mantenimiento de las bacterias lácticas durante más tiempo para generar esos compuestos de forma suficiente.

Es interesante destacar también los mohos y las levaduras que se irán desarrollando en el queso. El siguiente gráfico muestra la evolución de estos microorganismos a lo largo del proceso:

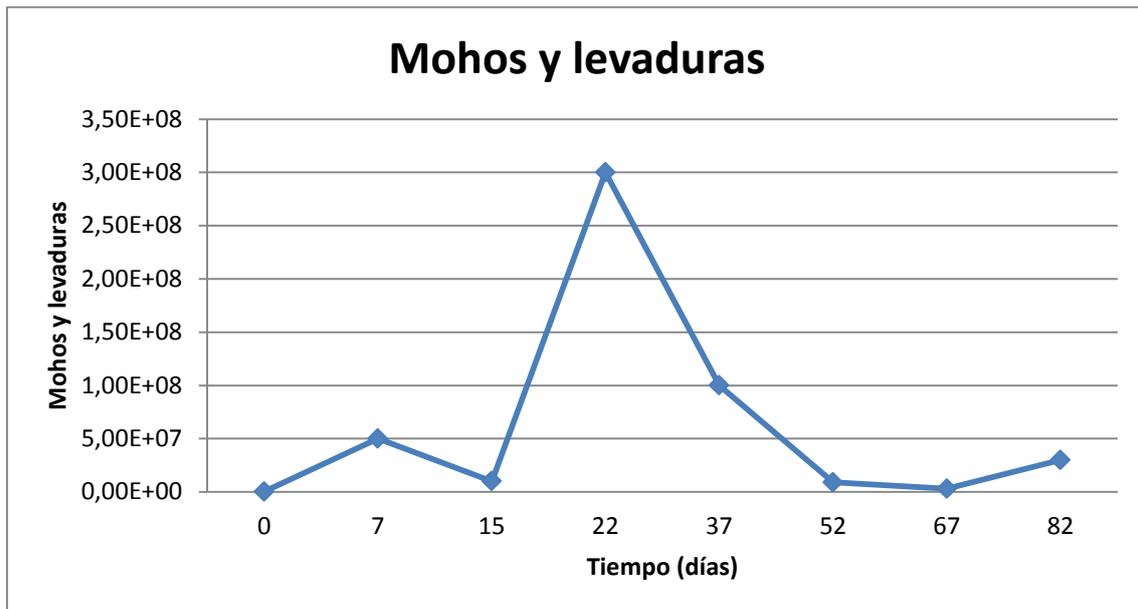


Figura 23. Evolución de mohos y levaduras a lo largo del proceso de maduración

Los mohos y las levaduras se encuentran en muy baja concentración al principio del seguimiento. La primera muestra (Figura 24) de queso ($t=0$) es totalmente blanca y sin presencia de coloraciones de ningún tipo debido a la ausencia de mohos, ya que la cuajada está recién formada y aún no ha sufrido ningún proceso de maduración.



Figura 24. 1ª muestra de queso. Queso tras el cuajado y moldeado.

En la muestra 2 (Figura 25) se aprecia la aparición de la corteza tostada que caracteriza al queso Gamonéu, debido al proceso de ahumado que tiene lugar entre el día 0 y el día 7. En esta fase se obtiene el sabor ahumado característico. Se produce un pequeño aumento de los mohos, pero el efecto del ahumado hace que ese crecimiento sea inapreciable a simple vista ya que no se observa coloración azul.



Figura 25. 2ª muestra de queso. Queso tras el ahumado.

En las primeras fases del secado (7 – 15 días) se observa una bajada en la concentración de mohos y levaduras debido a la pérdida relativa de humedad. A partir

Resultados

del día 15 se observa un gran aumento en el desarrollo de los mohos y levaduras, debido a que la presencia de la humedad que queda en los últimos días en la cámara de secado sea suficiente para propiciar el desarrollo de estos microorganismos en todo el queso.

La muestra 4 (Figura 26) representa por primera vez la aparición de tonalidades azules debido al gran crecimiento de mohos en el queso en la segunda semana en la cámara de secado.



Figura 26. 4ª muestra de queso. Tras los 15 días en la cámara de secado.

Durante el periodo de cueva se puede observar en la corteza de las muestras del queso una capa verde de mohos que son adquiridos en la cueva, pero en el interior del queso se seguirá perdiendo humedad y por eso la cantidad de mohos y levaduras van disminuyendo en la etapa de cueva.



Figura 27. Muestra 6. Tras la segunda quincena en cueva. Mohos en superficie.

4.4. Análisis y evolución del pH

El pH es un parámetro de gran importancia también para asegurar que la maduración ha tenido lugar de manera correcta y que se puede establecer una relación con resultados discutidos anteriormente, como es el caso de la presencia de microorganismos. La siguiente gráfica muestra la variación del pH a lo largo del proceso de maduración de este queso:

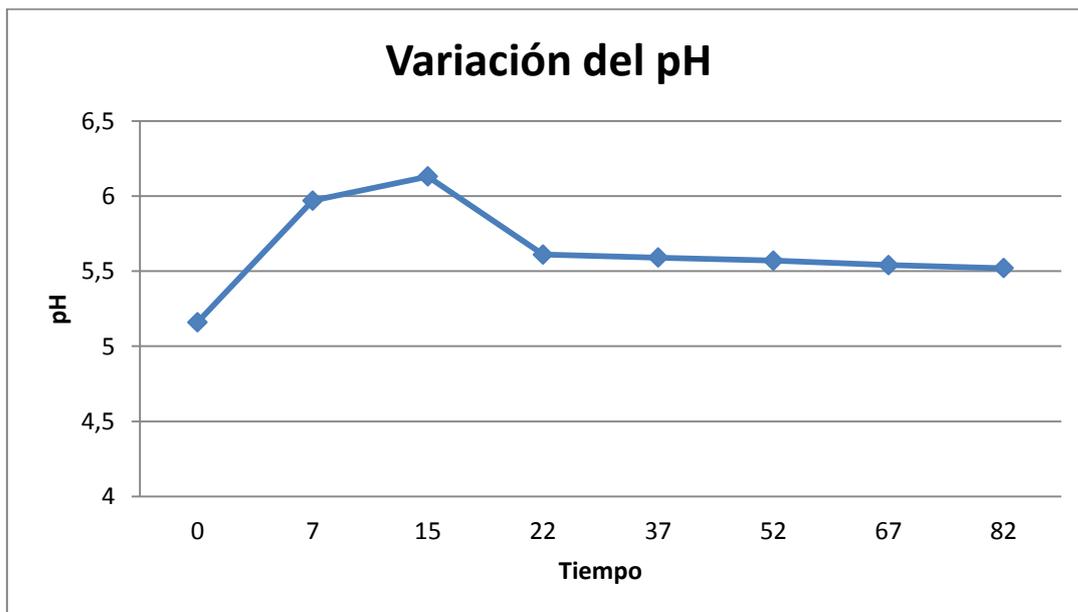


Figura 28. Evolución del pH del queso a lo largo del proceso de maduración.

Resultados

En los primeros días de la maduración el queso se encuentra en valores aproximados a 5, pero durante el proceso de ahumado (0 – 7 días) se observa un aumento del pH a valores cercanos al 6. Esto puede ser debido a la eliminación de ciertos microorganismos en ese ahumado que se encontraban en el queso. A continuación, en la primera semana en la cámara de secado (7 - 15 días) se produce de nuevo un pequeño aumento de pH, que está en relación a la muerte de microorganismos (Figuras 21 y 22) que se produce en esta primera etapa en la cámara de secado debido a la pérdida de humedad. A partir de este momento, se produce un descenso brusco del pH hasta valores en torno a 5,5, lo cual puede ser efecto del pico de crecimiento de microorganismos (Figuras 21 y 22) que hay en este intervalo (15 – 22 días) en la segunda semana en la cámara de secado, generando esa bajada del pH. En los días siguientes, ya en la etapa de maduración en cueva, se observa que existe una estabilidad en los valores del pH, que a su vez va disminuyendo poco a poco hasta valores más cercanos a 5,5. Esa estabilidad se debe a la muerte de los microorganismos (Figuras 21 y 22) que evitan una bajada más acusada del pH. Al morir los microorganismos, ese pH debería volver a aumentar, pero la presencia de los compuestos ácidos generados en el metabolismo de las bacterias lácticas mantiene el medio en esa tendencia descendiente casi inapreciable, ya que estos compuestos acidifican el medio.

4.5. Análisis físico-químicos

Se representarán a continuación las tablas del contenido de grasas en base húmeda y en base seca:

Tabla 3. % de grasa en fase de maduración (antes de cueva).

Tiempo (días)	0	7	15	22
Base húmeda	35,98 ± 2,4	37,53 ± 0,92	37,73 ± 1,03	37,51 ± 3,83
Base seca	63,32	58,16	57,34	56,26

Resultados

Tabla 4. % de grasa en fase de maduración (en cueva).

Tiempo (días)	37	52	67	82
Base húmeda	43,73 ± 1,56	44,19 ± 1,2	46,46 ± 1,35	46,65 ± 1,18
Base seca	56,85	57,01	59,93	60,18

Se observa que en base seca se han obtenido unos valores cercanos al 60 % de grasa en todas las muestras, lo que concluye que es un queso predominantemente graso en lo que respecta a su composición nutricional. La determinación del contenido de grasa en este queso está sujeta a desviaciones por lo que es complicado obtener un valor exacto para estos valores, pero si se puede establecer la aproximación a un valor o valores concretos.

Lo más interesante a destacar en estos análisis es el tanto por ciento en grasas en base húmeda. A lo largo del tiempo de maduración del queso se observa que el tanto por ciento en grasas va aumentando, pero realizando los cálculos oportunos se observa que en base seca los valores en tanto por ciento de grasas se mantienen en un rango cercano al 60 % comentado anteriormente. Esto es debido a que la pérdida de agua es cada vez mayor (Tablas 1 y 2) y por eso cobra cada vez más importancia el componente graso si se considera en conjunto con la humedad. En el periodo en el que el queso está en la cámara de secado se observa que el tanto por ciento en base húmeda se estabiliza en torno a 37 % lo que demuestra una vez más que la pérdida de humedad en esta fase no es tan acusada como ya se comentó anteriormente (Tabla 1). Una vez el queso haya sido llevado a la cueva (tabla 4), el porcentaje de grasa aumenta considerablemente y dentro de este periodo, se produce un aumento gradual del mismo.

Una vez conocido el contenido en grasas, es importante conocer el contenido proteico del queso Gamonéu y las siguientes tablas recogen los valores en tanto por ciento de proteínas en base húmeda y en base seca obtenidos a lo largo de todo el proceso de maduración:

Tabla 5. % de proteínas en fase de maduración (antes de cueva).

Tiempo (días)	0	7	15	22
Base húmeda	22,84 ± 0,54	24,62 ± 1,03	26,59 ± 1,44	28,83 ± 1,46
Base seca	40,19	38,16	40,41	43,24

Resultados

Tabla 6. % de proteínas en fase de maduración (en cueva).

Tiempo (días)	37	52	67	82
Base húmeda	27,24 ± 2,35	29,72 ± 0,64	28,16 ± 1,07	29,58 ± 2,24
Base seca	35,41	38,34	36,32	38,16

Se observa que el tanto por ciento de proteínas en base seca se encuentra en torno al 40 %, generalmente valores inferiores en torno al 36 % y 38 %. El % de proteínas en base húmeda se observa que va en tendencia creciente, comenzando con un 22 % y terminando con un valor que sobrepasa el 29 %. Este aumento de porcentaje en base húmeda es producido por el mismo factor observado en el análisis de grasas, es decir, la pérdida de humedad que hace que el % de proteínas aumente si se considera el % de humedad en conjunto con el resto de factores.

Si se hace un sumatorio del contenido en grasa y proteínas de la muestra, se obtiene un valor comprendido entre el 95 % y el 100 %. Ese 5 % restante puede corresponder a lactosa que se encuentre presente en el queso y a componentes minerales que no se hayan eliminado con el lactosuero.

4.6. Evaluación organoléptica

El panel oficial de la DOP del Lila fue el encargado de realizar el control organoléptico del producto, elaborando un informe que muestre los resultados que representan características sensoriales del producto (sabor, aroma o textura). Se ha hecho un informe con el queso que ha entrado completo en cueva y con el queso cuya mitad ya ha sido utilizada en el seguimiento de la maduración antes de cueva.

Lo más destacable es que ambos quesos presentan un exceso de *Penicillium*, especialmente en el queso que ha entrado con la mitad ya cortada, lo que le lleva a tener un sabor muy parecido al Cabrales. El queso que ha entrado entero en la cueva es el que de verdad interesa a la hora de comercializar el producto, ya que generalmente van a entrar enteros y aunque presente ese exceso de *Penicillium*, el sabor tiene ese amargor aceptable característico de este tipo de quesos.

Resultados

La valoración de los quesos se encuentra en torno al 50 % que es el valor límite de aceptación para considerar este queso como Gamonéu. Esto se debe a que los quesos analizados han sido manipulados continuamente para recoger las muestras y al final ha sido congelado hasta realizar su control organoléptico, lo que hace normal que se produzca esa desviación.

CONCLUSIONES

Los resultados estudiados en el queso Gamonéu proporcionado por la quesería “La Casina de Cebia”, junto con las cuestiones teóricas analizadas a lo largo de este trabajo, permiten entender los 3 aspectos generalizados propuestas en la introducción de este trabajo, estableciendo una relación entre todos los parámetros estudiados para obtener una visión global del queso elaborado y madurado y de la influencia de las condiciones en las que se encontraba.

1) Obtención de un producto seguro y libre de patógenos

Una de las claves de la maduración de un queso es obtener un producto en el que se asegure su conservación. En este queso se ha llevado a cabo un proceso de maduración en cueva de dos meses debido a que es un queso elaborado con leche cruda (sin pasteurizar) y eso puede llevar riesgo de crecimiento de patógenos y afectar a la seguridad del producto.

Analizando los resultados obtenidos en conjunto, se demuestra que el queso es lo suficientemente seguro para su comercialización, ya que diversos parámetros de los resultados lo reflejan. Entre esos parámetros, se encuentra la tendencia del mantenimiento del pH en torno a un valor de 5,5, manteniendo una recta en ligera descendencia, lo que indica que el queso presenta un pH ácido que va a perjudicar a muchos microorganismos patógenos que puedan desarrollarse. Esa tendencia se observa durante la etapa de maduración en cueva, lo que es debido primordialmente a la presencia cada vez mayor de los compuestos ácidos formados y en menor medida a la presencia de microorganismos, viéndose en el recuento de los microorganismos mesófilos o las bacterias lácticas participantes en la maduración (Figuras 21 y 22), lo que lleva a pensar que la presencia de patógenos es nula, ya que son aún menos resistentes a esas condiciones ácidas que las bacterias lácticas, por ejemplo (Figura 21).

La pérdida de humedad a lo largo del proceso de maduración es un factor muy importante que influye en la seguridad del queso, ya que al ser cada vez mayor el extracto seco del queso, menor es la probabilidad de que se produzca el crecimiento de microorganismos patógenos.

En resumen, el bajo pH que se obtiene, el recuento de mesófilos totales y bacterias lácticas y la escasa humedad, muestra una maduración del queso exitosa desde el punto de vista de la seguridad del producto, lo cual es fundamental, ya que la clave primera para la elaboración del queso es elaborar un producto en condiciones de conservar mejor la leche, como es el caso de este queso.

2) Obtención de un producto que cumple las propiedades organolépticas típicas del Gamonéu y con un sabor, aroma y textura satisfactorios.

Los resultados demuestran que es un producto totalmente apto para el consumo y que cumple en gran medida las características que representa a los quesos de la variedad Gamonéu. Es un queso que ha ido adquiriendo un sabor amargo y un aroma fuerte a lo largo de la maduración, y una coloración bastante azulada debida a la acumulación de *Penicillium* (especialmente en la corteza).

El informe del LILA que se representa en los apéndices de este trabajo, se indica que el queso Gamonéu presenta una semejanza en sabor al Cabrales, y es debido al aumento excesivo de mohos en el último mes en cueva, especialmente en el queso que ha entrado cortado y cuya otra mitad ya ha sido utilizada en los 4 primeros análisis.

En cuanto a la textura (Figura 20) se ha observado que el queso es cada vez más duro y menos adhesivo, lo que cumple con lo establecido con las características del queso Gamonéu.

El contenido en grasa y proteínas se encuentra por encima de los valores mínimos establecidos por el Consejo Regulador del queso Gamonéu, lo que en este sentido cumple también las expectativas.

En resumen, el queso presenta los sabores y aromas adecuados obtenidos por el metabolismo de mohos y bacterias lácticas y cumple las expectativas químicas. También se ve que es una pasta dura y que la humedad se reduce incluso más de lo esperado, lo que indica que, por regla general, es un queso que cumple con gran parte de las especificaciones de lo que se busca en un queso Gamonéu.

3) Condiciones externas óptimas para el desarrollo de la maduración del queso.

Las condiciones externas a las que se somete el queso desde su cuajado y moldeado han influido en gran medida en el desarrollo óptimo del queso, lo que indica que se ha seguido una metodología de maduración muy buena por parte de la quesería. El ahumado ha jugado un buen papel ralentizando el crecimiento de microorganismos (Figuras 21 y 22) y la cámara de secado ha sido fundamental para eliminar gran parte de la humedad de ese queso e incluso para adquirir los primeros mohos y la cueva ha presentado todas las condiciones de humedad y temperatura necesaria para el afinado final.

En definitiva, el seguimiento ha demostrado que se ha obtenido un queso con garantía sanitaria, con un sabor y aroma óptimos a pesar del crecimiento elevado de *Penicillium* y que la metodología para esta fermentación en fase sólida y afinado del Gamonéu es la correcta.

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones y libros

- 1) Del Valle, L.J. *Queso Gamonéu. Historia, elaboración y características*. DENDECAGÜELU “desde casa del abuelo”. 24 de Diciembre de 2012.
- 2) Medina Fernandez-Regatillo, M. *Principios básicos para la fabricación de quesos*. Departamento de Bioquímica y biotecnología. Num. 13/87 HD. Madrid.
- 3) Ramírez Ramírez, J.C., Rosas Ulloa, P., Velázquez González, M.Y., Ulloa, J.A., Arce Romero, F. *Bacterias lácticas. Importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. Unidad académica de Medicina, Veterinaria y centro de tecnología de los alimentos (Universidad de Nayarit). ISSN 2007-0713. Abril – Junio 2011. Pags. 1-4.
- 4) Martínez Cuesta, M.C., Peláez, C., Requena, T. *Formación de aroma en queso por bacterias lácticas. Principales rutas metabólicas*. Departamento de Biotecnología y Microbiología de los alimentos, instituto de investigación de ciencias de la alimentación (CIAL). Universidad de Madrid. Pag. 2.
- 5) Romero del Castillo, R., Mestres Lagarriaga, J. Libro: *Productos lácteos: tecnología*. Universidad Politécnica de Cataluña. 2004. Pags. 170-173.
- 6) García Garibay, M., Quintero Ramírez, R., López-Munguía Canales, A. *Biotecnología alimentaria*. Ed: Limusa. México. 2004. Pags. 194.
- 7) Renner, E., *Nutritional Aspects of Cheese*. Justus-Liebig-Universität, Giessen, Federal Republic of Germany. Pag. 347.
- 8) Barry A. Law. *Proteolysis in Relation to normal and Accelerated Cheese Ripening*. AFRC institute of Food Research (University of Reading), Shinfield, Reading, UK. Pags. 365 y 380.
- 9) *Manual de instrucciones Código 800180*. 10 de Abril de 2000.
- 10) *Food energy – Methods of analysis and conversion factors*. FAO, 2002. Pag. 9.

WEBS

- 1) [www. Poncelet.es/enciclopedia del queso/ historia .html](http://www.Poncelet.es/enciclopedia%20del%20queso/historia.html) (Mayo 2016).
- 2) www.lacarrozal.com/quesos-asturianos.html (Mayo 2016).
- 3) www.cerespain.com/denominacion-de-origen-queso-gamonedo. (Junio 2016).
- 4) www.boe.es/boe/dias/2006/10/06/pdfs/A34717-34720.pdf (Junio 2016).
- 5) www.zonadiet.com/comida/queso.htm (Junio 2016).
- 6) www.enforma.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/5-propiedades-del-queso (Junio 2016).
- 7) [www.bedri.es/Comer y beber/Queso/Tipos de quesos.htm](http://www.bedri.es/Comer%20y%20beber/Queso/Tipos%20de%20quesos.htm) (Mayo 2016).
- 8) [www. quesogamonedo.com](http://www.quesogamonedo.com) (Mayo 2016).
- 9) www.ictan.csic.es/servicios/servicios-analiticos/propiedades-fisicas/ (Junio 2016).
- 10) www.asturias.es/Asturias/descargas/PDF_TEMAS/Agricultura/Alimentación (Junio 2016).

ANEXOS

. Informe del 1º queso utilizado (mitad de queso 1 en cueva)



Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96
33192 Llanera, Asturias, España
Telf. 985264200 Fax: 985265682
<http://www.lilasturias.com> lila@lilasturias.com

Informe nº: 2016-6-3 (1) 690000354868

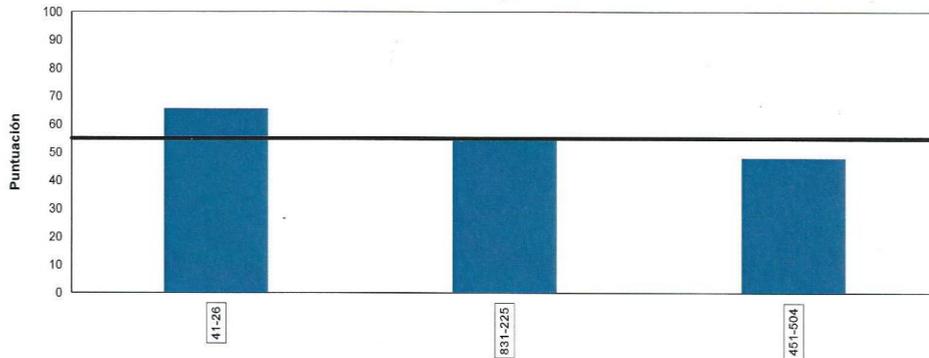
Nº recepción: VT-020616-016

Fecha emisión informe: 15/06/2016

Datos del cliente	
Nombre de empresa: LILA Asturias	Código postal: 33192
Dirección: Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96	Teléfono: 985264200
Municipio: Llanera	Fax: 985265682
Provincia: Asturias	E-mail: lila@lilasturias.com
ABASTECEDOR	
Nombre: L.I.L.A. Asturias	Código postal: 33192
Dirección: POL. SILVOTA PARCELA 96	Teléfono:
Municipio: LLANERA	Fax:
Provincia: Asturias	E-mail:

Datos de la muestra	
Descripción: Queso 1 Facultad Química	
Id V: 451	Id OG: 504
Id etiqueta muestreo: 690000354868	Puntuación corte: 55
Puntuación: 48,02	

Gráfico comparativo





Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96
33192 Llanera, Asturias, España
Telf. 985264200 Fax: 985265682
<http://www.lilasturias.com> lila@lilasturias.com

Informe nº: 2016-6-3 (1) 690000354868

Nº recepción: VT-020616-016

Fecha emisión informe: 15/06/2016

Defectos
ASPECTO DE LA PASTA <ul style="list-style-type: none">▪ Exceso de penicilium, cubriendo gran parte de la pasta.
FRIABILIDAD PASTA <ul style="list-style-type: none">▪ Friabilidad nula o muy débil.
SABOR Y AROMA <ul style="list-style-type: none">▪ Falta de equilibrio.▪ Poca intensidad de sabores/aromas deseables.
Otros defectos:

. Informe del segundo queso utilizado (queso completo en cueva).



Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96
33192 Llanera, Asturias, España
Telf. 985264200 Fax: 985265682
<http://www.lilasturias.com> lila@lilasturias.com

Informe nº: 2016-6-3 (1) 690000354867

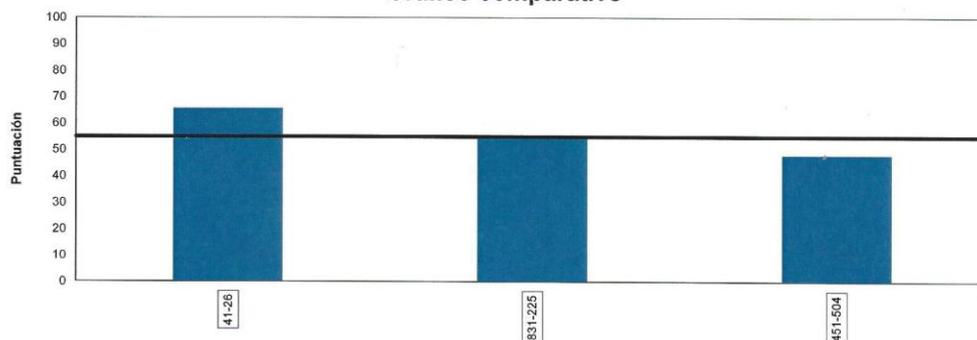
Nº recepción: VT-020616-016

Fecha emisión informe: 15/06/2016

Datos del cliente	
Nombre de empresa: LILA Asturias	Código postal: 33192
Dirección: Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96	Teléfono: 985264200
Municipio: Llanera	Fax: 985265682
Provincia: Asturias	E-mail: lila@lilasturias.com
ABASTECEDOR	
Nombre: L.I.L.A. Asturias	Código postal: 33192
Dirección: POL. SILVOTA PARCELA 96	Teléfono:
Municipio: LLANERA	Fax:
Provincia: Asturias	E-mail:

Datos de la muestra	
Descripción: Queso 2 facultad de Química- Master Biotecnología Alimentaria	
Id V: 831	Id OG: 225
Id etiqueta muestreo: 690000354867	Puntuación corte: 55
Puntuación: 54,89	

Gráfico comparativo





Pol. Ind de Silvota, C/ Peñamayor, Parcela 96
33192 Llanera, Asturias, España
Telf: 985264200 Fax: 985265682
<http://www.lilasturias.com> lila@lilasturias.com

Informe nº: 2016-6-3 (1) 690000354867

Nº recepción: VT-020616-016

Fecha emisión informe: 15/06/2016

Defectos

ASPECTO DE LA PASTA

- Exceso de penicilium, cubriendo gran parte de la pasta.

SABOR Y AROMA

- Falta de equilibrio.
- Poca intensidad de sabores/aromas deseables.

Otros defectos: