

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

**MASTER UNIVERSITARIO EN BIOTECNOLOGÍA
ALIMENTARIA**

**“EVOLUCIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y
ORGANOLÉPTICA DEL QUESO
AFUEGA L’PITU DURANTE SU
PROCESO DE MADURACIÓN”**

**TRABAJO FIN DE MASTER
POR**

MARIA POMBAL ALVAREZ

JULIO, 2015



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a la quesería "Ca Sanchu" de Ambas (Grao), por darme la oportunidad de colaborar con ellos para realizar este proyecto.

Al Dr. Manuel Rendules, por su incalculable ayuda, por su paciencia, por su apoyo y por su confianza en mi trabajo. Siempre teniendo palabras de ánimo en mis momentos de estrés. Sin él no hubiera podido desarrollar este trabajo.

Al Dr. Benjamín Paredes, por su disponibilidad, por sus conocimientos y experiencia en la materia, y por haberme transmitido su pasión a la hora de trabajar.

A la Dra. Amanda Laca, por su ayuda en el laboratorio en los análisis instrumentales, por su disponibilidad e implicación.

Al Dr. Ismael Marcet, por su ayuda en el laboratorio y por enseñarme todo lo que ahora sé sobre proteínas.

A todas las personas del departamento de Ingeniería Química que de una u otra forma me han ayudado desinteresadamente, especialmente a Cristina y Fátima.

A los integrantes del panel de cata: Ana, Zulema, María, Héctor, Adrian, Damián, Rebeca y Eva por su participación en las evaluaciones organolépticas.

A mis compañeros de máster, en especial a los INCOMPREDIDOS por esos momentos compartidos.

A Ana por su amistad y su ayuda durante del curso.

Y por último a mi familia y amigos que durante todos estos meses me han sufrido con mis agobios y desesperaciones, siempre apoyándome cuando más lo necesitaba.

RESUMEN

La maduración es la última etapa de elaboración de un queso, que comprende una serie de cambios en las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característico.

Este trabajo se centra en la evolución de la maduración durante dos meses de dos variedades de queso Afuega'l pitu: "Trapu Blancu" y "Trapu Roxu". Estos quesos son típicos de Asturias y fueron elaborados en la quesería Ca Sanchu de Ambas, Grao. Para ello se realizaron determinaciones físico-químicas (pH, humedad, proteínas, grasas, lactosa y microbiología), texturales y organolépticas que permitieron el seguimiento del proceso de maduración de los quesos.

Tras el estudio se puede concluir que durante el proceso, el queso pierde peso debido a pérdida de humedad. Esta pérdida de humedad tiene una relación directa con la dureza y la adhesividad. También tienen lugar los fenómenos de proteólisis, lipólisis y glucólisis característicos de la maduración. Entre ambas variedades, se observó que la presencia de pimentón, en el "Trapu Roxu", afecta al desarrollo microbiológico y al pH. Después de transcurridos los 2 meses de maduración, se llegó a la conclusión que el queso es apto para el consumo, y tras someterlo a un panel de cata, a este tiempo de maduración obtuvo los mejores resultados de aceptabilidad general.

ABSTRACT

The maturation is the last stage in the cheese manufacture processing, which produce several important changes in physical and chemical product properties, giving the aspect, texture and consistency, as well as aroma and typical flavor characteristics of each cheese type.

The aim of the present work was to study the maturation of two types of "Afuega'l pitu" cheese ("Trapu Blancu" and "Trapu Roxu") during two months. "Afuega'l pitu" is a typical cheese from Asturias. In this work the cheese were supplied by the manufacturer "Ca Sanchu" one of the main "Afuega l'l pitu" producers located in Ambás (Grado). To follow the maturation process it has been carried out physico-chemical, textural and organoleptical determinations.

The results obtained confirm that the cheese losses weight due to the loss moisture. This loss has a close relationship with the harness and adhesiveness determined by texturometry. It has been observed the presence of proteolysis, lypolysis and glucolysis processes during maturation giving the appearance of bitter tastes after 35 maturation days disappearing after, as organoleptic analysis have revealed. Between both varieties, it has been observed that the presence of paprika, in the "Trapu Roxu", inhibits the microbiological development initially, giving a different pH evolution compared with the "Trapu Blancu" variety. After two months of maturation, it was concluded that the cheeses are suitable for the consumption presenting the best acceptability for the panel.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS.....	6
2.1. Definición de queso.....	7
2.2. Métodos de elaboración de queso.....	8
2.3. Clasificación de los quesos. Variedades.....	12
2.4. Producción y mercado.....	16
2.4.1. Producción mundial.....	16
2.4.2. Producción de queso en España.....	18
2.4.3. Producción de queso en Asturias.....	18
2.5. Queso Afuega'l Pitu	
2.5.1. Definición de Afuega'l Pitu.....	19
2.5.2. Orígenes.....	21
2.5.3. Zona geográfica.....	23
2.5.4. Consejo regulador.....	25
2.5.5. Productores Afuega'l Pitu.....	25
2.5.6. Elaboración.....	26
2.6. Maduración.....	28
3. METODOLOGÍA.....	35
3.1. Descripción y selección de las muestras.....	36
3.2. Metodología experimental.....	37
3.3. Extracto seco.....	40
3.4. pH.....	41
3.5. Cenizas.....	41
3.6. Lípidos y grasas.....	42
3.6.1. Cromatografía de gases.....	44
3.7. Proteínas.....	45
3.7.1. Electroforesis.....	47
3.7.2. Cromatografía FPLC.....	48
3.8. Lactosa.....	48
3.9. Análisis microbiológico.....	49
3.9.1. Citometría.....	49
3.10. Análisis textural.....	49
3.11. Análisis organoléptico.....	50
4. RESULTADOS.....	52
4.1. Evolución del peso con la maduración.....	53
4.2. Extracto seco.....	54
4.3. pH.....	56
4.4. Cenizas.....	58
4.5. Lípidos y grasas.....	58
4.5.1. Cromatografía de gases.....	60
4.6. Proteínas.....	61

4.6.1. Electroforesis.....	65
4.6.2. Cromatografía FPLC.....	67
4.7. Lactosa.....	68
4.8. Seguimiento microbiológico.....	68
4.8.1. Citometría.....	73
4.9. Análisis de la evolución textural.....	74
4.10. Análisis organoléptico.....	78
5. CONCLUSIONES.....	91

ANEXO

Panel de cata

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
• Figura 1: Diagrama de elaboración de queso.....	1
• Figura 2: Cantidad de producción de queso entre 1993 y 2003.....	17
• Figura 3: Evolución de la producción de queso en España entre 1993 y 2013.....	18
• Figura 4: Producción de queso en Asturias entre 1190 7 2013.....	19
• Figura 5: Mapa de la zona geográfica de elaboración de Afuega'l pitu.....	24
• Figura 6: Detalle de mapa de los concejos de elaboración de Afuega'l pitu.	24
• Figura 7: Influencia de la actividad del agua sobre las reacciones de transformación de los quesos durante el afinado.....	29
• Figura 8: Transformación de la caseína durante el periodo de maduración.	32
• Figura 9: Transformación de los lípidos de la leche durante la maduración..	33
• Figura 10: Quesos Afuega'l pitu de Trapu Blancu y Trapu Roxu.....	36
• Figura 11: Informe analítico de suministro de leche.....	37
• Figura 12: Cuba de maduración.....	37
• Figura 13: Amasado.....	38
• Figura 14: Moldes con gasas o trapu.....	38
• Figura 15: Los quesos en los moldes.....	38
• Figura 16: Detalle del atado de las gasas.....	39
• Figura 17: Quesos colgados del nudo desuerando.....	39
• Figura 18: Cámara de maduración.....	39
• Figura 19: Equipo DET-GRASS.....	40
• Figura 20: Sonda cilíndrica P/4.....	49
• Figura 21: Evolución del peso.....	53
• Figura 22: Porcentaje humedad trapu roxu.....	55
• Figura 23: Porcentaje humedad trapu blancu.....	56
• Figura 24: Evolución pH trapu blancu.....	57
• Figura 25: Evolución pH trapu roxu.....	57
• Figura 26: Cromatograta ácidos grasos trapu blancu 0 días de maduración.....	60
• Figura 27: Cromatograma ácidos grasos trapu blancu 63 días de maduración....	61
• Figura 28: Cromatograma ácidos grasos trapu roxu 0 días de maduración.....	62
• Figura 29: Cromatograma ácidos grasos trapu roxu 63 días de maduración.....	63
• Figura 30: Geles electroforesis SDS-PAGE.....	65
• Figura 31: Geles electroforesis UREA-PAGE caseína.....	66
• Figura 32: Geles electroforesis UREA-PAGE liofilizado.....	66
• Figura 33: Cromatograma FPLC trapu blanco.....	67
• Figura 34: Gel electroforesis diagrama FPLC.....	68

• Figura 35: Evolución mesofilos trapu blancu.....	69
	Pág.
• Figura 36: Evolución lactobacilus y lactococcus trapu blancu.....	70
• Figura 37: Evolución mesófilos trapu roxu.....	70
• Figura 38: Evolución lactobacilus y lactococcus trapu roxu.....	71
• Figura 39: Hongo Geotrichum Candidum en las dos variedades.....	71
• Figura 40: Hongo Geotrichum Candidum.....	72
• Figura 41: Citometría trapu blancu.....	73
• Figura 42: Citometría trapu roxu.....	74
• Figura 43: Evolución textural interior trapu blancu.....	75
• Figura 44: Evolución textural corteza trapu blancu.....	76
• Figura 45: Evolución textural interior trapu roxu.....	77
• Figura 46: Evolución textural corteza trapu roxu.....	78
• Figura 47: Evolución sensorial dureza trapu blancu.....	79
• Figura 48: Evolución sensorial adhesividad trapu blancu.....	80
• Figura 49: Evolución sensorial fracturabilidad trapu blancu.....	80
• Figura 50: Evolución sensorial sabores trapu blancu.....	81
• Figura 51: Evolución sensorial aroma trapu blancu.....	82
• Figura 52: Evolución sensorial aceptabilidad general trapu blancu.....	82
• Figura 53: Evolución sensorial dureza trapu roxu.....	83
• Figura 54: Evolución sensorial adhesividad trapu roxu.....	83
• Figura 55: Evolución sensorial fracturabilidad trapu roxu.....	84
• Figura 56: Evolución sensorial sabores trapu roxu.....	85
• Figura 57: Evolución sensorial aroma trapu roxu.....	85
• Figura 58: Evolución sensorial aceptabilidad general trapu roxu.....	86
• Figura 59: Comparación dureza entre análisis textural y organoléptico trapu blancu	86
• Figura 60: Comparación dureza entre análisis textural y organoléptico Trapu roxu	87
• Figura 61: Comparación adhesividad entre análisis textural y organoléptico Trapu blancu.....	87
• Figura 62: Comparación adhesividad entre análisis textural y organoléptico Trapu roxu	88
• Figura 63: Comparación dureza y humedad trapu blanco.....	88
• Figura 64: Comparación adhesividad y humedad trapu blancu.....	89
• Figura 65: Comparación dureza y humedad trapu roxu.....	89
• Figura 66: Comparación adhesividad y humedad trapu roxu.....	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
• Tabla 1: Porcentaje humedad fase elaboración.....	54
• Tabla 2: Porcentaje humedad fase de maduración.....	54
• Tabla 3: Porcentaje extracto seco fase de maduración.....	54
• Tabla 4: pH fase de elaboración.....	56
• Tabla 5: pH fase de maduración.....	56
• Tabla 6: pH muestra 63 días maduración.....	57
• Tabla 7: Porcentaje ceniza base húmeda y base seca.....	58
• Tabla 8: Porcentaje grasa en leche y masa blanca.....	58
• Tabla 9: Porcentaje grasa fase maduración trapu blancu.....	59
• Tabla 10: Porcentaje grasa fase maduración trapu roxu.....	59
• Tabla 11: Valores áreas picos ácidos grasos trapu blancu.....	61
• Tabla 12: Valores áreas picos ácidos grasos trapu roxu.....	63
• Tabla 13: Porcentaje proteínas fase de elaboración.....	64
• Tabla 14: Porcentaje proteínas en fase de maduración en base húmeda.....	65
• Tabla 15: Porcentaje proteínas en fase de maduración en base seca.....	66
• Tabla 16: Porcentaje lactosa.....	68
• Tabla 17 : Seguimiento microbiológico trapu blancu.....	68
• Tabla 18: Seguimiento microbiológico trapu roxu.....	69
• Tabla 19: Referencia parámetros organoléptica	79
• Figura 20: Evolución corteza.....	90



Introducción

El queso es un alimento universal, que se produce en casi todas las regiones del mundo a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos de los hombres, no solo porque es una forma de conservar la leche con todas sus propiedades nutritivas sino también por las propiedades organolépticas extremadamente variadas que poseen, ya que la variedad es fuente de placer.

El hombre necesita que se hallen presentes en los alimentos cuatro nutrientes esenciales que son la grasa, proteínas, hidratos de carbono y sales minerales, todos ellos presentes en el queso.

En lo que a la nutrición humana se refiere, existen en ella dos aspectos diferenciados en cuanto respecta a la utilización de alimentos. El primero consiste en proporcionar al cuerpo humano los materiales precisos para el crecimiento y restauración de los tejidos corporales. A este aspecto las proteínas constituyen uno de los componentes esenciales en estos procesos y no pueden ser reemplazados por otros como almidones, azúcares o grasas. El queso, por tanto, constituye una fuente muy apropiada de proteínas para el crecimiento y restauración de los tejidos. El segundo de los aspectos nutritivos consiste en proporcionar al cuerpo el combustible que restaure la energía consumida en la actividad física. Tanto las proteínas, como las grasas o los hidratos de carbono son capaces de proporcionar la energía necesaria.

Las dietas que contienen queso cubren las necesidades energéticas, especialmente por su contenido en grasa.

El queso es casi el único alimento con un elevado contenido en proteínas, grasa, calcio, fósforo, riboflavina y además vitaminas disponibles en forma concentrada, lo que le da una ventaja sobre la leche cuyo contenido en agua es más elevado.

Aunque algunos componentes de la leche como la lactosa y las proteínas del suero se pierden a veces durante la elaboración del queso, este constituye un alimento concentrado de larga duración muy adecuado para sustituir la proteína que otros alimentos aportan normalmente a la dieta ¹.

Por estas razones, el queso es un producto de gran interés en la biotecnología de alimentos ya que engloba diversas ramas de la ciencia como la Química, Bioquímica, Fisiología, Biología, Enzimología, Microbiología, Matemática, Económica e Ingeniería, por ello debe ser objeto de estudio.

La quesería constituye sin duda la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche. La tendencia actual en la actividad industrial consiste en diseñar nuevos métodos para el tratamiento de la materia prima que permita obtener los

máximos beneficios. La industria quesera utiliza un alimento muy perecedero, la leche, para convertirla en un producto, el queso, que dependiendo de la variedad elaborada y el tipo de almacenamiento puede durar de 4-5 días a 5-10 años. Por tanto, esta industria presta un servicio a la sociedad al prolongar la vida útil de un alimento tan valioso para el hombre.

El gran problema es que las proteínas se alteran con facilidad. De ahí que la industria lechera haya tratado siempre de encontrar procedimientos para conservarlas en beneficio del consumo humano.

Esta conservación está basada generalmente en procesos microbiológicos, los cuales dan lugar a una escisión más o menos intensa de tales principios, que aumentan así su digestibilidad y experimentan los más diversos cambios de sabor.

Las proteínas del queso son ricas en aminoácidos esenciales. A ellas se encuentran ligadas cantidades considerables de sales minerales y de biocatalizadores.

El queso, es por consiguiente, un alimento extraordinario para el hombre. La producción quesera puede contribuir eficazmente en el futuro a llenar las lagunas existentes en la nutrición humana ².

El quesero además, de transformar la leche en queso, debe preocuparse que éste sea comestible, aceptable, comercializable y constituya además un alimento nutritivo. Debe mantener esas características durante su vida útil normal, y además no resultar tóxico para el hombre, ni constituir un medio de transmisión de microorganismos causantes de enfermedades. Desafortunadamente, los aspectos nutritivos del queso no suelen tenerse en cuenta ya que se dan por descontado al tratarse de un producto a partir de un producto natural, la leche. El quesero debe tomar en consideración el valor nutritivo, la reacción del consumidor, el sabor, el aroma, la textura y el aspecto, si desea que el queso goce de una aceptación constante. Tanto la textura, el armo, el sabor y el aspecto, se desarrollan en la etapa más importante en la elaboración de un queso, que es la maduración, en donde tienen lugar una serie de cambios físicos y organolépticos, los cuales van a definir el queso. ¹

Evidentemente, la comercialización del queso depende de aquellos factores económicos que rigen su producción, transporte y almacenamiento, así como de la reacción del consumidor. La modificación de estos factores no suele hallarse al alcance del quesero.

Pero el consumo de queso no es solo una necesidad nutritiva sino también un placer gastronómico. En muchos países existe una gran tradición quesera como es el caso de Francia, Alemania, Italia, etc. Por ello existen una gran variedad de quesos.

En España, el queso tiene una grande cultura gastronómica, y para los españoles, el queso no es solo exquisito sino también es casi una religión. Tienen más de 200 quesos los cuales pueden ser a base de leche de vaca, de cabra y oveja.

Concretamente hay una región española, Asturias, conocida como el país de los 40 quesos, donde existen más de 40 tipos de quesos, de los cuales 20 son variedades oficializadas, y existen cuatros denominaciones de origen ^{web 1}.

Los quesos en Asturias, se suelen elaborar pequeñas queserías artesanas, las cuales suelen ser familiares. Por esta razón, el proceso de elaboración es manual y solamente es admisible cierto grado de mecanización y de tecnologías parciales del proceso. En consecuencia, no existen controles rigurosos de los factores que afectan al producto.

Las distintas variedades de queso están muy ligadas a las condiciones ambientales de la zona de elaboración, la disponibilidad de la leche, el clima y de los recursos disponibles ³.

Dentro de la gran variedad de quesos asturianos, este trabajo se centra el estudio del queso Afuega'l pitu, en sus dos variedades trapu blancu y trapu roxu. Un queso típico de la región asturiana pero un gran desconocido en la biotecnología alimentaria.

El objetivo principal de este proyecto es el seguimiento y la caracterización del proceso de maduración y afinado de dicho queso en sus dos variedades trapu blancu y trapu roxu. Para ello se llevo a cabo el seguimiento de un lote industrial de los dos tipos de queso elaborados en la Quesería Ca Sanchu durante dos meses de maduración en las cámaras de secado.

Realizando un seguimiento de las propiedades organolépticas y físico-químicas del producto, comprobando si al cabo de los dos meses el queso continuará siendo para el consumo, y organolépticamente aceptado, con el consecuente beneficio que tendría para la empresa.

Los objetivos particulares fijados han sido:

- Poner a punto los métodos analíticos.
- Realizar el seguimiento de la composición química.
- Llevar a cabo el seguimiento de los parámetros tecnológicos: pH, textura, microbiología.

- Determinar si la presencia de pimentón da lugar a diferencias en las propiedades del queso.
- Realización de un seguimiento organoléptico de los productos a lo largo de su periodo de maduración. Para ello, se estableció un panel de cata durante todo el periodo de seguimiento del proceso de maduración.



Consideraciones teóricas

2.1. Definición de queso

El término actual de «queso» deriva del latín «caseus». Al queso se le denomina en alemán «käse», en francés «fromage» y en italiano «formaggio»¹.

Cómo nació el queso es una incógnita a la que es difícil darle respuesta. La idea más divulgada, en base a una leyenda, nos habla de un pastor de Asia Menor que metió la leche ordeñada de su ganado en un odre (recipiente de tejido animal, habitualmente de piel) de camino a su casa, el movimiento, unido a la acción del cuajo animal presente en el mismo y al fuerte calor, propicio que la leche se convirtiera en queso.

La mitología griega por su parte, atribuye la invención del queso a Aristeo, hijo de Apolo y de la cazadora Cirene, dios patrón del ganado, de los árboles frutales, de la caza, de la agricultura y de la apicultura. Pero muchos años antes de la época griega, 3000 años a.C. en Mesopotamia ya se consumía queso como atestigua en sumerio Friso de Ur, conocido como “La lechería” y en donde se reproduce la elaboración de este producto.

Sea como fuere el queso se constituyó en una época muy temprana, siendo una excelente técnica de conservación de la leche ⁴. En la actualidad, el incremento del número de variedades hace que la propia definición de queso resulte muy difícil. Existen varias definiciones de queso, algunas de ellas son:

- “Queso, es una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa; se obtiene por coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada” ⁵.
- “Queso, cuajada de leche producida por la vía enzimática y subsiguiente separación del suero para la obtención de un coagulo más firme, es el queso”¹.

Pero, estas definiciones no incluyen aquellas variedades como el queso de suero, el láctico, los cremosos y algunos de los productos obtenidos por técnicas más modernas (por ejemplo: osmosis inversa). Por ello, la FAO redactó una definición más amplia donde se engloban estos tipos:

- “ Queso, es el producto fresco o afinado, sólido o semisólido obtenido:

- a) Por coagulación de la leche, leche desnatada, leche parcialmente desnatada, nata, nata de lactosuero o de mantequilla, solos o combinado, gracias a la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes apreciados y por desuerado parcial del lactosuero obtenido de esa coagulación, o
- b) por empleo de técnicas de fabricación consistentes en la coagulación de leche y/o de las materias procedentes de la leche, al objetivo de tener un producto terminado con las mismas características físicas, químicas y organolépticas esenciales del producto definido en el apartado a) ^{web 2}.

2.2. Método de elaboración del queso

A pesar de la gran variedad de quesos que existen, e independientemente de los procesos que se dan en su elaboración, donde surgen las diferencias entre ellos, hay una serie de fases que se pueden seguir para todos los tipos:

1. Tratamiento de la leche:

En esta parte han de tenerse en cuenta diversos aspectos encaminados a la obtención de la materia prima necesaria para la obtención del queso:

- Clarificación, para eliminar el exceso de partículas extrañas que debilitarían la estructura de la cuajada.
- Normalización de la leche para obtener un contenido graso óptimo o adecuado.
- Homogenización
- Tratamiento térmico, en quesos con una maduración superior a 60 días puede utilizarse leche cruda, pero en el resto de los casos la leche debe ser sometida a un tratamiento térmico de pasteurización (72°C, 15 segundos). La pasteurización destruye los gérmenes y reduce la capacidad de la grasa para formar nata.
- Adición de cultivos iniciadores (“starters” o fermentos), consiste en adicionar una o más cepas de bacterias lácticas seleccionadas y de características conocidas. Su función es producir ácido láctico a partir de la lactosa de la leche para favorecer posteriormente la formación de la cuajada y su desuerado, impedir o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos o alterantes y gobernar las actividades de los enzimas que inducen cambios durante la maduración.

- Mantenimiento de la leche a temperatura uniforme durante el proceso de coagulación³.

2. Coagulación de la leche

Esta fase consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conduce a la formación de un gel originado por la agregación de las partículas formando una red donde quedan atrapados los glóbulos grasos.

La coagulación puede ser de tipo ácida, enzimática o ambas.

La coagulación láctica o ácida es realizada por las bacterias lácticas presentes en la leche cruda o procedente del fermento, que transforman la lactosa en ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, lo que produce la alteración de la caseína hasta la formación de un coágulo. La coagulación enzimática se produce cuando se añade cuajo a la leche. Durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.) El cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación.

La coagulación dependerá del contenido en caseína de la leche, cuanta más caseína más rápido coagulara la leche; del ión calcio, a menos cantidad de calcio más tiempo de coagulación. La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán de la cantidad de cuajo utilizada, de la temperatura (velocidad máxima de coagulación a 40-42°C) y de la acidez de la leche^{web 3, 2}.

3. Separación del lactosuero

Esta etapa tiene como finalidad eliminar la parte líquida que no va a formar parte del queso y obtener la masa sólida denominada cuajada. Cuanto más firme y seca sea está, más duradero será el queso.

Este desuerado se produce por efecto de la sinéresis del gel, el cual tiende a contraerse con la consiguiente expulsión del lactosuero. Esta sinéresis será mayor cuanto menor sea el pH, aunque también aumenta con la temperatura.

Para facilitar este paso es preciso recurrir a acciones de tipo mecánico, como son el cortado y el removido, cuya acción se complementa mediante el calentamiento y la acidificación.

El cortado, consiste en la división del coágulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero. Según el tipo de queso, el cortado es más o menos intenso, desde un simple cortado en los quesos de pasta blanda a un corte en pequeños cubos en los de pasta más dura. Por tanto, existe para cada tipo de queso una dimensión óptima del grano. El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras, de las que existen distintos modelos manuales y mecánicos. Estas últimas se integran en las cubas de elaboración del queso cuando son de volumen considerable. El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer del coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

El removido, tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme. Se efectúa con ayuda de agitadores, pueden ser manuales o mecánicos.

El calentamiento, su objetivo es disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su contracción. La subida de la temperatura ha de ser lenta y progresiva, ya que si se produce de forma brusca se observa la formación de la superficie de los granos de una costra impermeable que detiene el desuerado.

Acción de la acidificación:

El cortado, la agitación e incluso el calentamiento por sí solos no permiten en la práctica la obtención de una cuajada adecuada a partir de un coágulo. Es necesaria la intervención de un proceso biológico, la acidificación. Las bacterias lácticas permanecen, en su mayoría, retenidas en los granos de cuajado. Su crecimiento y, por tanto, su actividad acidificante, favorece la expulsión de humedad de la cuajada. La acidificación influye de manera determinante en la composición química y en las características físicas de la cuajada.

El éxito de un proceso de fabricación de queso, depende de una combinación juiciosa de estos tres factores; acción mecánica, el calentamiento y la acidificación ¹.

4. Moldeado

Consiste en dar forma a la cuajada para convertirla en una masa más fácil de manipular.

Este moldeado solo es posible si se deforman los granos de cuajada y se fusionan. La masa de cuajada tiende a adaptarse a la masa del molde, de tamaño y forma diferente según el queso que se elabore, por eso es necesaria la deformación de los granos para que entren en contacto unos con otros.

La aplicación de presión es fundamental, excepto en la elaboración de los quesos blandos, pero su función no es reducir el contenido de agua sino la formación de corteza, la cual depende del contenido de agua en la cuajada, la temperatura y la presión aplicada durante el prensado y tiempo de proceso.

5. Salado

Es una etapa esencial en la elaboración de un queso, ya que la sal regula el crecimiento microbiano. Además contribuye a la conservación del queso, a su aroma, a la consistencia, a la evolución de la maduración, frecuentemente a la formación de la corteza, y en ocasiones al mantenimiento de la forma.

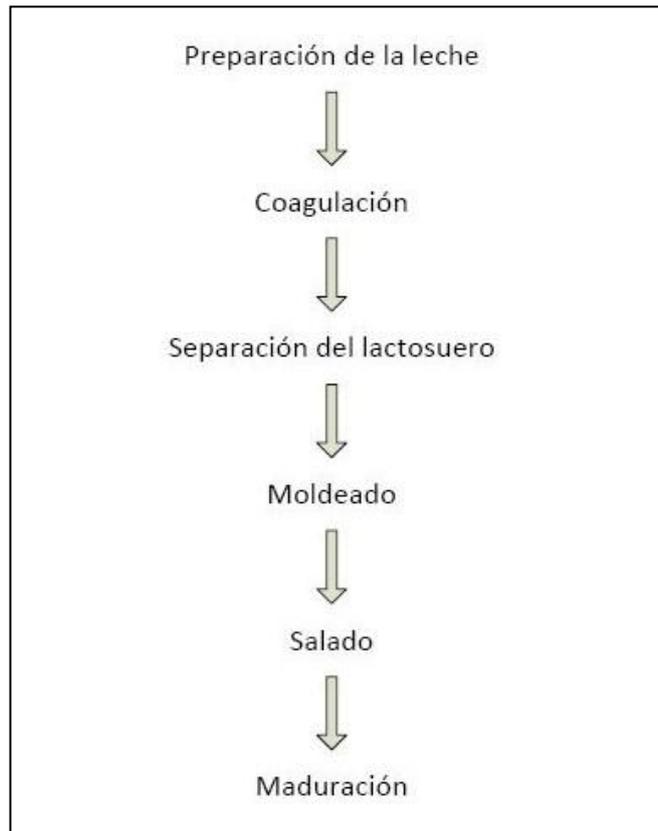
Esta operación se puede llevar a cabo de tres maneras:

- Mezclando la sal con los trozos de cuajada desuerada.
- En seco por frotamiento en superficie del queso una vez moldeado y prensado.
- Sumergiendo el queso en una disolución saturada de cloruro de sodio hasta que se absorbe la cantidad deseada de sal ².

6. Maduración

Es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida por la presencia de ácido láctico.

La maduración comprende una serie de cambios en las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos^{1,2}.



Fuente: propia

Figura 1: Diagrama de flujo de la elaboración de un queso

2.3. Clasificación de los quesos. Variedades

La enorme variedad de quesos que existen, hace que resulte imposible hacer una clasificación completa y clara de los mismos. Cada queso es único pero puede ser agrupado junto a otros similares, según el método de clasificación que se use.

Clasificación según el proceso de elaboración:

Según su proceso de elaboración, los quesos pueden agruparse en los siguientes grupos generales:

- Quesos frescos: sin madurar o escasamente madurados, producidos por la coagulación de la leche por medio del cuajo (cuajada enzimática) o por la fermentación láctica (cuajada ácida). Algunos son prensados ligeramente o prensados a mano, mientras que la mayoría simplemente son envasados a mano.
- Quesos sin prensar, madurados: una vez obtenida la cuajada, esta se corta mínimamente para que el proceso de drenado del suero se haga poco a poco y

de forma natural. Después se somete a una maduración rápida (sobre un mes) por medio de microorganismos que actúan sobre su superficie. En este grupo están incluidos los quesos enmohecidos que tienen flora blanquecina sobre su corteza y los de corteza lavada de color naranja, pardo o marrón.

- Quesos sin cocer, prensados: prensados ya sea ligeramente o fuertemente y sometidos a un proceso de maduración de duración intermedia (de dos a dieciocho meses).
- Quesos cocidos y prensados: una vez obtenida la cuajada, se cuece ésta en el suero, antes de introducirla en los moldes, donde será fuertemente prensada y luego sometida a un largo proceso de maduración que puede llegar hasta los cuatro años.
- Queso tipo pasta filata: la cuajada ya separa el suero, se echa en un recipiente con agua caliente y allí se amasa hasta que se vuelve dúctil y maleable y adquiere la consistencia adecuada para ser moldeada, operación esta última que suele hacerse manualmente. Este tipo de quesos pueden ser sometidos al proceso de maduración o dejarlos tal cual.
- Queso de suero: son subproductos derivados de quesos normales de cuajada. Pueden dejarse frescos o someterlos a procesos de prensado, secado o incluso caramelizarlos.
- Quesos preparados: son mezclas de uno o varios quesos naturales con otros ingredientes, como aceites vegetales, mantequilla, sustancias emulsivas, conservantes artificiales y condimentos⁶.

Clasificación según el origen de la leche:

- Quesos hechos con leche de vaca
- Quesos hechos con leche de oveja
- Quesos hechos con leche de cabra
- Quesos hechos con la leche de otros animales (búfalo, yak, camella, cebú o reno)⁶.

Clasificación según el tipo de la leche:

A parte de su clasificación por el origen de la leche del animal, también se clasifica por los diferentes tratamientos o calentamientos que tiene la leche antes de empezar el proceso de elaboración del queso:

- Leche cruda: es el queso elaborado con leche que no ha sido calentada a una temperatura superior a 40° C térmicamente, ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente.
- De Leche pasteurizada: son aquellos quesos elaborados con leche pasteurizada, que se obtiene al calentar la leche a una temperatura entre 72°C

- 76°C durante 15 segundos o 61°C - 63° C durante 30 minutos, seguido de un enfriamiento inmediato.

- De leche termizada: son aquellos quesos que se han utilizado leche que ha tenido un tratamiento térmico consistente en elevar la leche a una temperatura entre 57°C - 62°C durante 15 a 20 segundos, seguido de un enfriamiento inmediato.
- Leche Micro-Filtrada: son quesos elaborados con leche que ha sufrido una micro-filtración. Este proceso consiste inicialmente en separar la nata de la leche, posteriormente se filtra la leche desnatada a través de unas membranas muy delgadas que atrapan las bacterias y finalmente a esta leche filtrada se le incorpora la nata en proporciones adecuadas ^{web 3}.

Clasificación según la textura:

La dureza o blandura del queso, lo que constituye su textura está directamente relacionado con el grado de humedad que contiene. Cuanto más duro es un queso, menor es su grado de humedad. Además los quesos según van madurando van perdiendo humedad y haciéndose cada vez más secos y duros. Estos grandes grupos son:

- Quesos blandos: quesos con un contenido en humedad muy elevado, mayor del 67%.
- Quesos semiblandos: presentan un contenido en humedad comprendido entre un 61 y 67%.
- Quesos semiduros: En esta categoría se sitúa la mayor parte de los quesos. Poseen un contenido en humedad comprendido entre 54-61%.
- Quesos duros: son consistentes y densos, su contenido en humedad está entre un 49 y un 54%.
- Quesos extraduro: es aquel cuyo contenido en humedad es inferior al 51% ^{6,}
web 3.

Clasificación según en contenido en materia grasa.

El conocimiento de la proporción de materia grasa contenida en el queso nos indica la riqueza o valor alimenticio total del mismo. Es un factor que expresa tanto su riqueza calórica como su contenido en vitamina, ya que tanto la A como la D se encuentran disueltas en grasa.

- Extra-graso: quesos cuyo contenido en grasa es superior al 60% en extracto seco.
- Graso: presentan un contenido en grasa entre 45 y 60% en extracto seco.
- Semi-graso: el contenido en grasa varía entre el 25 y 45% en extracto seco.

- Bajo en contenido graso: aquellos cuyo contenido en grasa varía entre 10 y 25% en extracto seco.
- Desnatado: su contenido en grasa en extracto seco es inferior del 10%^{6, web 3}.

Clasificación según el sabor o gusto

El sabor o el gusto es tan personal, subjetivo y cultural, que está condicionado por nuestros hábitos alimenticios desde una edad temprana, es por ello que debemos construir una clasificación que se exprese en términos de intensidad y así los consumidores puedan entender nuestras sugerencias entre un queso u otro.

- Intensidad fresca o dulce: para los quesos de intensidad fresca son aquellos que su sabor es ligeramente ácido y láctico, mientras que los de intensidad dulce se caracterizan por un cremosidad alta.

Los de intensidad fresca los encontramos en quesos frescos y con una textura lisa y granulosa, como por ejemplo quesos de burgos, cuajadas, petit suisse, y quesos de cabra lácticos. Los de intensidad dulce los encontramos en los quesos enriquecidos con crema (Brillat Savarin, Chaurce) y también en quesos de muy poca maduración.

- Intensidad poco pronunciada: esta intensidad corresponde en general a todos aquellos quesos cuya maduración es corta y marcados sabores, sobre todo a leche y a mantequilla. Los encontramos tanto en pastas blandas (Camembert, Brie, Coulommiers,) como en quesos de pasta prensada de menos de 2-3 meses de maduración (Reblochon, Cantal).
- Intensidad pronunciada: los quesos con esta intensidad los podríamos también denominar aquellos "Quesos con carácter", y son aquellos donde su maduración está en su punto y predominan sabores a leche cocida, cereales, frutos secos, vegetales. Podríamos incluir en este grupo, los quesos de pasta cocida afrutados como por ejemplo Gruyère o los Beaufort y los de pasta azul blandos como el Cashel Blue y de cabra de pasta prensada semicurados.
- Intensidad fuerte: esta intensidad se alcanza el sabor tiene un toque picante que se mezcla con las características aromáticas del propio queso, predominando las de animal y establo, además de tener un punto de salado razonable. Entre otros los encontramos frecuentemente en quesos de pasta blanda y de corteza lavada Livarot, Maroilles, Epoisses, Munster. En quesos Azules cómo Fourme d'Ambert o Montbrison o en quesos de pasta prensada curados.
- Intensidad Muy Fuerte: dicha intensidad de sabor, es algo más picante que la intensidad fuerte, más duradera, pueden ser incluso ligeramente agresivos y tienen un punto de sal más pronunciado. Los encontramos en algunos quesos

azules o en quesos muy curados (añejos) y en quesos con doble fermentación (Tupi, Gaztazarra)^{web 3}.

Clasificación según la corteza

El aspecto de la corteza es una característica que nos ayuda a diferenciar unos quesos de otros fácilmente. A pesar de que los llamados quesos frescos suelen carecer de ella, la inmensa mayoría pueden agruparse en estos grandes grupos:

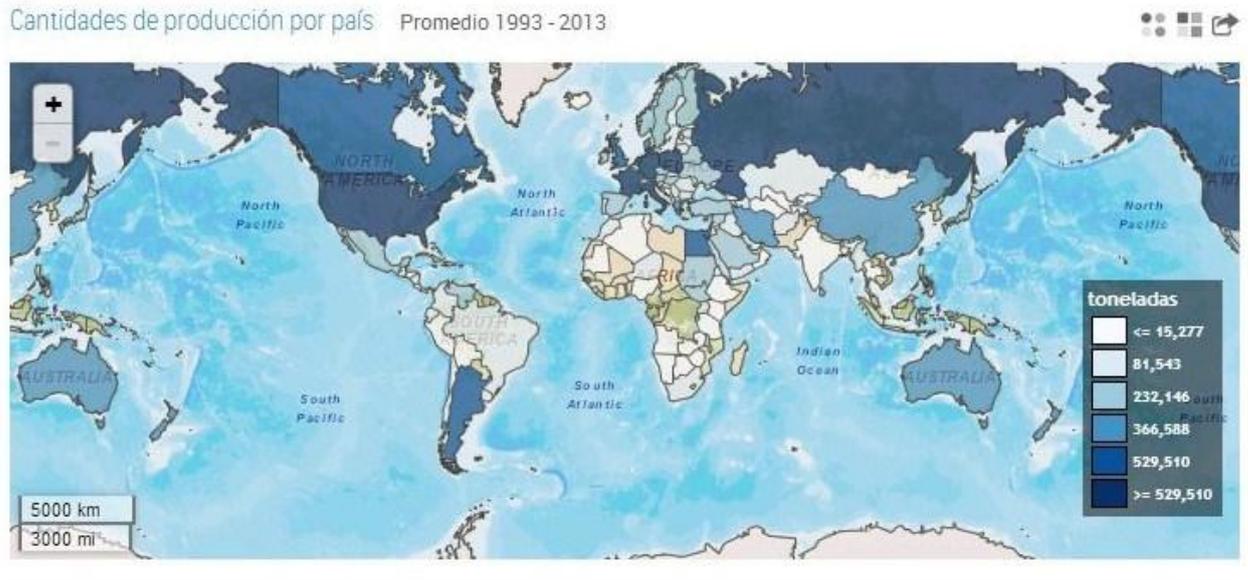
- Quesos de corteza natural seca: formada por la propia cuajada al secarse en la superficie exterior del queso. En general suelen ser duras, fuerte y gruesas.
- Quesos de corteza enmohecida: casi siempre blanquecinas son producidas por unos microorganismos que crecen en la superficie del queso o que son plantados artificialmente en ella. Pueden comerse o pelarse.
- Quesos de corteza bañada: ya sea con agua, salmuera, vino o cerveza sobre la cual a veces se relaja un cultivo de la bacteria *Breyibacterium linens*, que da a la superficie del queso un aspecto grasiento en una gama de color que puede ir del amarillo al rojo oscuro, según la intensidad del tratamiento. Suelen ser suaves y húmedas. Casi nunca se comen.
- Quesos de corteza artificial: que no son parte del queso, ni cultivos orgánicos hechos sobre su superficie. es un elemento ajeno que recubre su parte más externa y puede estar constituido por sustancia de tipo orgánico como hojas y hierbas o por materiales inorgánicos como cera sintética coloreada o cenizas⁶.

2.4. Producción y mercado

2.4.1. Producción mundial

El queso es un producto de gran importancia en la alimentación de todo el mundo. Y en los últimos años su producción ha tendido a aumentar. El incremento mundial en la fabricación de queso depende no sólo de la producción láctea, sino también de la habilidad en la venta de la producción que depende de causas diversas tales como la coyuntura económica del mercado, las variaciones del mismo motivadas por cambios en los hábitos alimenticios, la disponibilidad de alimentos alternativos, las fluctuaciones en el poder adquisitivo y las variaciones en las cifras aduaneras.

En la siguiente figura se puede observar la producción de queso mundial entre los años 1993 y 2003.



Fuente: web 2

Figura 2. Cantidad de producción de queso entre 1993 y 2003

No existe correlación entre el consumo per cápita de queso y la producción o consumo de leche. Así, en Finlandia e Irlanda, el consumo de leche líquida es elevado mientras que el de queso es bajo. En cambio en Alemania y Francia ocurre lo contrario. En las zonas vinícolas el consumo de queso y vino suelen ir juntos.

Los nuevos hábitos alimentarios de algunos países, como Japón, han contribuido a aumentar el consumo mundial de queso, especialmente en aquellas variedades de queso procesado.

Se han registrado también cambios en los mercados más tradicionales de queso con respecto a las variedades de principal consumo. Como por ejemplo, se ha producido un incremento en la demanda de aquellas variedades que incluyen saborizantes y especias, así como también en los quesos de pasta blanda.

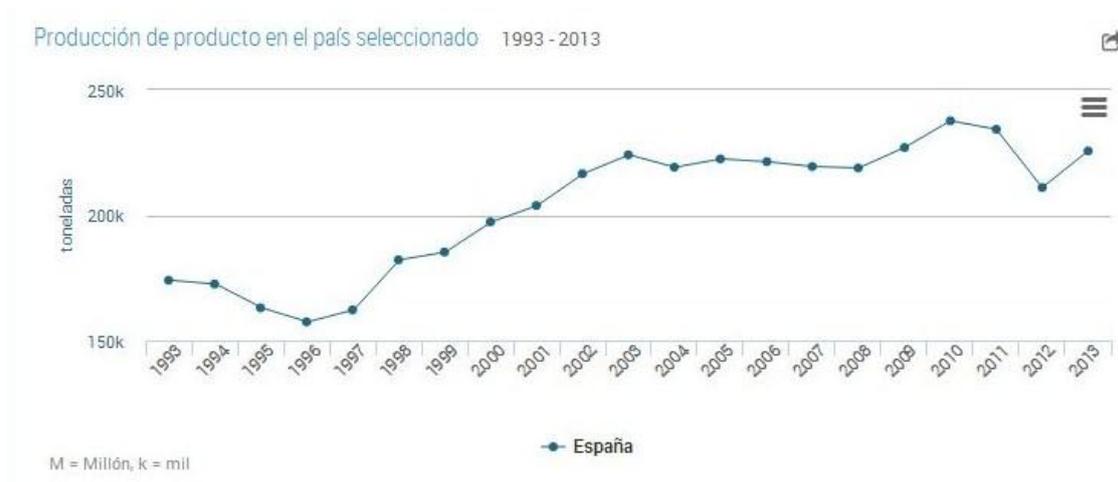
Es de prever que la industria quesera dispondrá en el futuro de un mercado, más amplio, aunque diferente que deberá satisfacer. El consumo de queso puede incrementarse suministrando al mercado una gama más amplia de variedades que satisfaga a una mayor diversidad de gustos.

Sin, embargo, no hay que olvidar que el futuro de este mercado dependerá de la calidad del producto^{1, web 2}.

2.4.2. Producción de queso en España

En España se producen más de 150 variedades distintas de queso y hay 32 Denominaciones de Origen. Puede parecer poco si se compara con otros países, como Francia, primera potencia quesera del mundo con 306 tipos de queso diferentes, pero en España tenemos quesos que son muy distintos, debido a la diversa orografía y climatología, y sobre todo por disponer de más variedades de razas autóctonas tanto en vacuno como en ovino y caprino.

La elaboración de queso en España ha experimentado una gran evolución en los últimos años, como puede observarse en la siguiente figura ^{7, web 2}.



Fuente: web 2

Figura 3. Evolución de la producción de queso en España entre 1993 y 2013

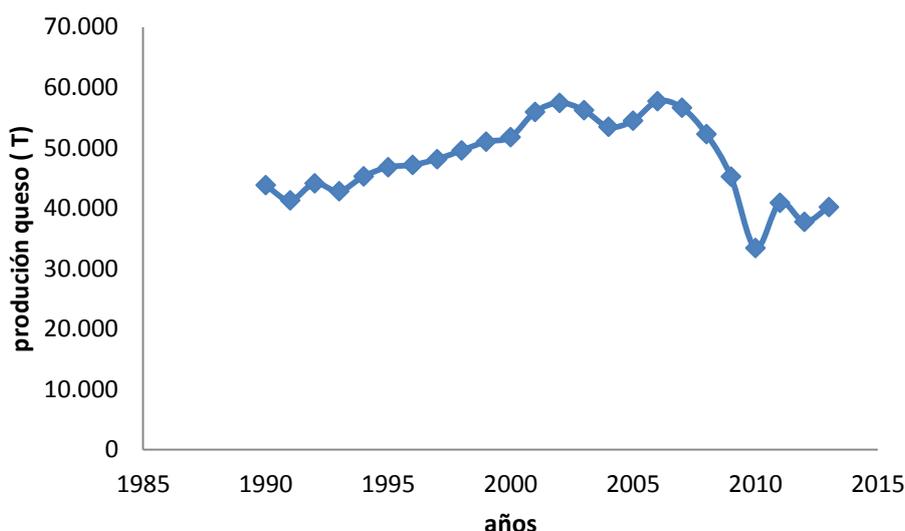
2.4.3. Producción de queso en Asturias

Asturias es la región con mayor variedad de quesos de Europa. La tradición ganadera y de pastoreo unida, a sus condiciones orográficas y climáticas motivó que sus habitantes se especializaran en la elaboración artesanal de quesos de excepcional calidad.

Las variedades oficializadas de queso en Asturias alcanza la veintena, aunque el número de quesos identificados sobrepasa los cuarenta. Todos los oficializados - Los Beyos, La Peña, Porrúa, Peñamellera, Taramundi. Buelles, Valle del Narcea, Panes, Caso, Ovín, Afuelga'l Pitu, Pría, Valdesano, Varé, Los Oscos, Vidiago, Gamonéu, Cabrales y La Peral, etc. - son de gran difusión y en su elaboración intervienen leches

de vaca, oveja o cabra, solas o mezcladas entre sí. El resultado es muy variado, desde suaves y cremosos hasta fuertes y picantes, ahumados, frescos, en aceite, de pasta dura, blanda o vetuada, etc. Entre ellos destacan cuatro variedades con DOP, las cuales son Afuega'l pitu, queso cabrales, queso Casín y queso Gamonéu. Esto denota una cultura gastronómica del queso muy arraigada, que se traduce en los hábitos culinarios, en los festivales de quesos, o en la innovación en los fogones ^{web 1}.

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de producción de quesos en Asturias en los últimos años.



Fuente: web 4

Figura 4: Producción de queso en Asturias entre 1990 y 2013

2.5. Queso Afuega'l pitu

2.5.1. Definición de Afuega'l pitu

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.

El Afuega'l pitu es un queso graso que puede ser fresco o madurado, elaborado con leche entera pasteurizada de vaca, de pasta blanda obtenida por coagulación láctica, de color blanco o bien anaranjado rojizo si se le añade pimentón. No obstante lo anterior, en los quesos que tengan un período de maduración de 60 días, no será imprescindible la pasteurización de la leche.

La leche utilizada para la elaboración de los quesos será de la raza Frisona y Asturiana de los Valles y sus cruces. Está prohibido el empleo de productos que puedan interferir en las características de la leche destinadas a la elaboración del queso de la DOP “Afuega’l pitu”.

La leche presentara las siguientes características:

- Limpia y sin impurezas
- Exenta de calostros y productos medicamentados, conservantes, etc., que puedan influir negativamente en la elaboración, maduración y conservación del queso, así como las condiciones higiénicas y sanitarias del mismo.
- Las características de la leche serán:
 - Proteínas: cantidad mínima de 3.0 por 100
 - Materia grasa: 3.5 por 100
 - Extracto seco magro: 8.4 por 100

Según la normativa pueden presentar forma troncocónica o de calabacín.

La forma troncocónica es debida a que se utiliza un molde en forma de cono truncado para su elaboración.

La forma de calabacín es debida a que el molde utilizado es una gasa que se ata en la parte superior por sus extremos y quedan dibujados en la superficie del queso los pliegues de la misma.

La altura del queso debe ser entre 5 y 12 cm para ambas formas. Y el peso tiene que estar entre 200 y 600 g. El diámetro de la base varía entre 8 y 14 cm.

La corteza es natural, cuya consistencia varía dependiendo del grado de maduración y de la adición de pimentón.

Las características químicas de los quesos deben ser las siguientes:

- Grasa: cantidad mínima 45% sobre extracto seco.
- Proteína: cantidad mínima 35% sobre extracto seco.
- Materia seca: cantidad mínima 30%.
- pH: varía entre un 4.1 y 5.

La consistencia de la pasta, dependiendo de su maduración es más o menos blanda, si es fresco se puede untar, a medida que su maduración es más notoria deja de poder untarse, siendo una de sus características más notables la imposibilidad de realizar un corte limpio, ya se desmenuza con gran facilidad.

El sabor de los quesos es ligeramente ácido, poco o nada salado, cremoso y bastante seco, en los quesos rojos este sabor se acentúa en fuerte y picante. Este queso resulta pastoso y astringente as su paso por la garganta. “Pitu” es un término coloquial asturiano con el que se conoce a la faringe, por lo que da fiel cumplimiento a su denominación.

Su aroma es suave, característico y aumenta con la maduración.

Según la forma de los moldes, que la cuajada sea amasada o no y que se añada pimentón o no. Se conocen 4 variedades tradicionales que se definen a continuación:

- “Atroncau blancu”: El moldeado de la cuajada, sin amasar se lleva a cabo en moldes con forma troncocónica, dando a los quesos dicha forma, su color es blanco.
- “Atroncau roxu”: A las 24 horas de estar desuerando en recipientes por autoprensado, se procede al amasado que podrá ser realizado de forma manual o en amasadora añadiendo sal y pimentón procurando que el pimentón se reparta uniformemente en toda la masa. Una vez amasado, se pasa la masa a moldes, si bien se coloca una gasa entre la masa y el molde para evitar que esta se quede adherida a las paredes del molde. El queso permanecerá un día en los moldes, desmoldándolo al día siguiente y pasándolo a la cámara de maduración, su color es rojo anaranjado.
- “Trapu blancu”: Esta forma de queso, una vez amasada la cuajada, obedece a la utilización de gasas en las que se desuera la cuajada, para acabar dándole la forma típica de calabacín, mediante el atado de los bordes de las gasas y colgándolos 24 horas previas a pasarlos a estas cámaras e maduración.
- “Trapu roxu”: La masa que ha de pasar a los moldes, será aquella a la que se le ha adicionado pimentón y que se utilizan gasas. Una vez eliminado el suero se atan los extremos y se cuelgan 24 horas hasta que finalice el desuerado y se pasan a las cámaras. Estos quesos igual que los de “Trapu blancu” tienen la forma característica de calabacín, su color es rojo anaranjado⁸.

2.5.2. Orígenes

En Asturias la aparición de una tinaja perforada como un vaso colador refuerza, arqueológicamente, la idea de que en la Edad del Hierro ya se consumía queso. Un tratado sobre agricultura del año 60 describe el método de elaboración de los quesos

de esa época. Con posterioridad, ya en la Edad Media, la trashumancia ayuda a difundir las distintas formas de elaborar quesos existentes en los distintos pueblos de la Península Ibérica, sin quedar los quesos asturianos aislados a este intercambio. En la edad Moderna ya existen documentos que certifican la importancia de los quesos de Cabrales y Caso. En 1900, hay escritores que hacen referencia a la importancia del queso en Asturias y a la gran variedad de tipos existentes.

Las producción lechera y quesera siempre han estado íntimamente ligadas a la historia de Asturias, por ello partiendo de la tradición oral y una escasa bibliográfica sobre los quesos asturianos del pasado, se ha logrado, a día de hoy, que existan más de 40 tipos de quesos asturianos y 4 denominaciones de origen, entre ellas el Afuega'l pitu.⁴

Centrándonos en el Afuega'l pitu, a falta de testimonios anteriores este queso aparece recogido en documentación escrita al menos desde el siglo XVIII como moneda de pago de impuestos, aunque hasta el siglo XIX, nombrándolo como queso de puñu o queso de Afuega'l Pitu. Félix Aranburu y Zuloaga lo califica a finales de la misma centuria como el "primitivo queso de puñu o de Afuega'l Pitu que es corriente en casi todos los concejos de Asturias". En fechas aproximadas la obra Asturias de Octavio Bellmunt y Fermín Canella vuelve a insistir sobre la extensión de estos quesos, nombrándolos como "los corrientes en todas partes llamados de Afuega'l Pitu o con otros nombres".

En las comarcas ribereñas del Narcea y del Nalón, donde es más abundante, se conocen como Afuega'l Pitu un conjunto de quesos de características y peculiaridades bastante heterogéneas tanto en formas como en tiempos de maduración o sabores. De manera general, se podrían señalar en esta área dos variedades fundamentales de Afuega'l Pitu, definidas por el tipo de cuajada (primera fase de elaboración del queso) y el tiempo de maduración de cada una de ellas.

Una primera variedad estaría integrada por los quesos conseguidos a partir de una cuajada ácida o espontánea. Un tipo de cuajada consistente en acentuar la fermentación natural de la leche por medio de calor. El segundo grupo de quesos serían los elaborados a partir de la leche recién ordeñada mantenida en espera durante un cierto tiempo hasta que comenzara la coagulación ácida, y añadiendo a continuación una pequeña cantidad de los denominados cuajos (sustancias extraídas de los estómagos-cuajares de los rumiantes).

En función del tipo de cuajada que se elabore, se utilizarán para elaborar el queso dos recipientes distintos, una gasa o fardela de tela y una vasija de barro perforada denominada barreña o quesera. Así, la cuajada ácida requería por su poca consistencia un recipiente más cerrado que la barreña, por cuyos orificios se podía escurrir, resultando más propicia la fardela de tela. La cuajada obtenida por

acidificación y pequeñas cantidades de cuajo, por el contrario, resultaba lo suficientemente compacta como para ser desecada en la barreña.

Para ambos tipos de moldeo del queso, se presentaban diferentes tiempos de maduración, los primeros siete u ocho días, da lugar a un queso más fresco denominado cuayau, sin apenas corteza.

En los municipios de la zona central de Asturias, en los alrededores de la Sierra del Aramo, el queso fresco era mezclado con pimentón, produciendo el denominado cuayau roxu.

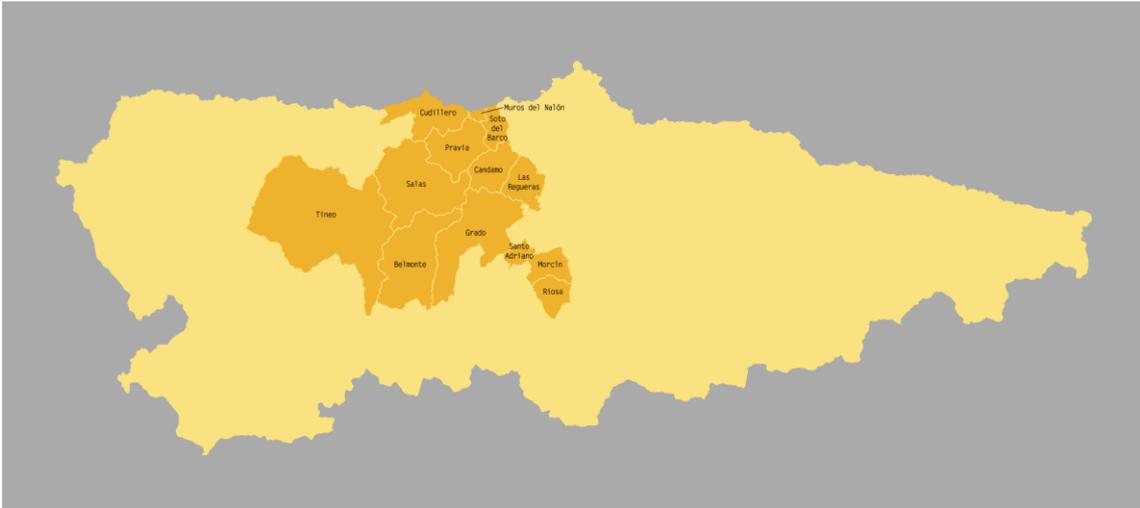
En otros casos, los quesos se curaban en algún lugar ventilado y resguardado del hórreo (construcción tradicional asturiana sostenida por columnas que servía para guardar granos y otros productos agrícolas) o del corredor de la casa durante tres o cuatro meses. El producto curado resultaba un queso seco y duro, de escasa corteza y de una tonalidad blanquecina.

Todas estas peculiaridades en la elaboración del queso, que se fueron desarrollando a lo largo de los años, dieron lugar a un único producto con cuatro variedades tradicionales, diferenciándose éstas, solo en el color rojo o blanco, según se hubiera añadido o no pimentón, y en la forma obtenida según el sistema de moldeo empleado; atroncau el que es moldeado en la barreña; y de trapu el que es moldeado en la gasa o fárdela ^{1,9}.

2.5.3. Zona geográfica del Afuega'l pitu

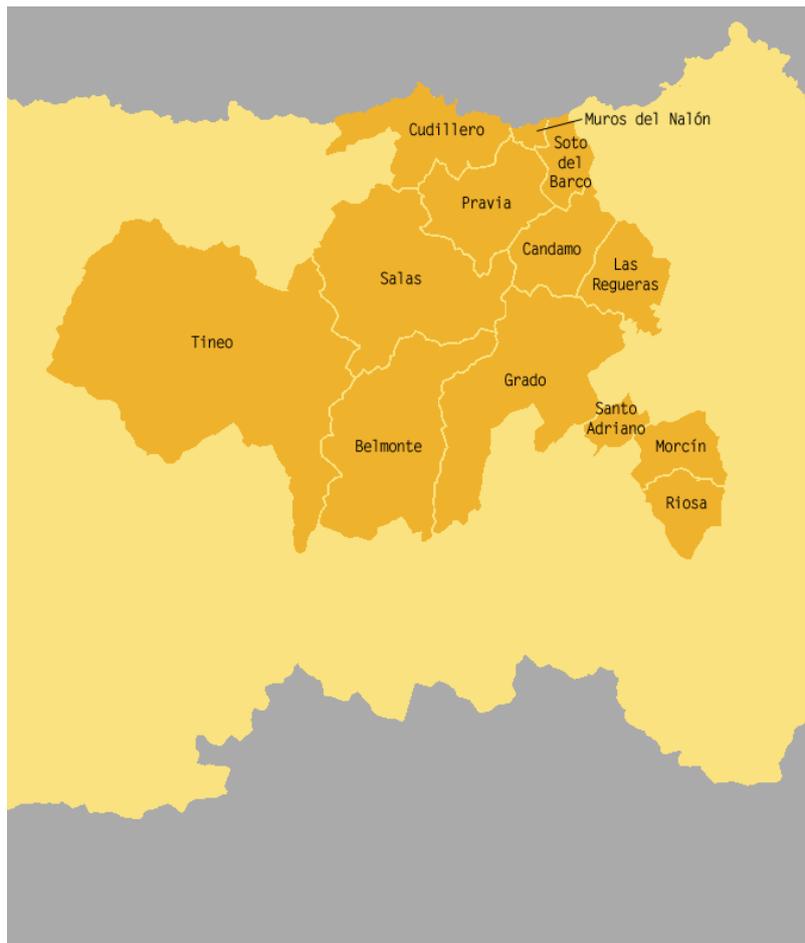
Tradicionalmente las zonas de influencia del Afuega'l Pitu habían estado entre las cuencas de los ríos Narcea, Nalón y Caudal, siendo allí donde se había ido manteniendo este queso desde siempre gracias a los mercados semanales. De este modo, al crearse la Denominación de Origen se protege el escenario natural que se articula en torno a los ríos Nalón y Narcea, los mayores de Asturias, junto con la sierra del Aramo.

Los municipios que integran esta zona son: Morcín, Riosa, Santo Adriano, Grado, Salas, Pravia, Tineo, Belmonte, Cudillero, Candamo, Las Regueras, Muros del Nalón y Soto del Barco ^{web 5}.



Fuente: web 5

Figura 5. Mapa de la zona geográfica donde se elabora Afuega'l pitu.



Fuente: web 5

Figura 6. Detalle mapa de los concejos donde se elabora Afuega'l pitu

2.5.4. Consejo regulador

El Consejo Regulador de Denominación de Origen Protegida se ubica en el Polígono de Silvota, parcela 96. 33192 Llanera (Asturias)

El cual fomentará la adopción de técnicas encaminadas a mejorar la productividad de los rebaños y la calidad de la leche.

Las instalaciones necesarias para el manejo del ganado dedicado a la producción de leche con destino a la elaboración de queso "Afuega'l Pitu" serán supervisadas por el Consejo Regulador a los efectos de inscripción en el Registro de Ganaderías.

Los quesos deberán presentar las características y cualidades organolépticas propias de los mismos, especialmente en cuanto a color, aroma y sabor, los quesos que no reúnan las condiciones exigidas no podrán ser amparados por la Denominación de Origen "Afuega'l Pitu" y serán descalificados en la forma que se preceptúa en el Reglamento.

Por el Consejo Regulador se establecerán los siguientes Registros:

- Registro de "Ganaderías".
- Registro de "Queserías".

Las Normas legales serán:

- Resolución de 16 de Febrero de 2004, de la Consejería de Medio Rural y Pesca. BOPA N° 108.
- Publicación solicitud inscripción DOP Afuega'l Pitu. DOUE 10/11/2007 N° C268.
- Reglamento (CE) N° 723/2008. DOUE 26/07/2008 N° L198. Reglamento (CE) N° 723/2008. DOUE 26/07/2008 N° L198 ^{web 8}.

2.5.5. Productores de Afuega'l pitu en 2015

En la actualidad resulta bastante fácil encontrar queso Afuega'l pitu en cualquier tienda de Asturias así como en tiendas especializadas y grandes superficies en toda España.

También resulta fácil encontrarlo, junto con otros quesos tradicionales asturianos, en los mercados semanales que se celebran en toda Asturias, especialmente en el mercado de Grao.

Así mismo está presente en todas las ferias y fiestas gastronómicas y mercados tradicionales que se celebran a lo largo del año en Asturias.

Además de comercializarse en todo el territorio español, también lo hace en Estados Unidos, México, Alemania, Holanda o Japón. Se estima que su producción anual es de 200.000 kg ^{web 6}.

Las industrias queseras dedicadas a la producción de este queso son familiares y lo elaboran de forma artesanal.

Los productores de queso Afuega'l pitu en 2015 que forman parte del consejo regulador son ^{web 5}:

- Industrias lácteas: Pol. La Curiscada 33877 Tineo (Asturias)
- Quesería Agrovaldés; Polígono El Zarrín La Espina. 33891 Salas
- Quesería Ca' Sanchu; Ambas Grado – 33820 (Asturias)
- Quesería El Viso; San Martín, 7 Salas 33860 (Asturias)
- Quesería La Arquera; La Arquera. 33867 Salas (Asturias)
- Quesería La Borbolla; La Borbolla, 9 Grado – 33820 (Asturias)
- Quesería La Figar; Avda. Montsacro 1. La Foz - Morcín (Asturias)
- Quesería La Peñona; Somao Pravia – 33139 (Asturias)
- Quesería Temia; Temia Grado – 33829 (Asturias)

También hay otros productores de Afuega'l pitu, aunque no forman parte del consejo regulador, que son: ^{web 7}

- Quesería El Quintanal, Gurulles 33820 Grado (Asturias)
- Quesería Llazana, Llazana 33190 Las Regueras (Asturias)
- Quesería Valle Narcea, Pol. Curiscada 33870 Tineo (Asturias)
- Quesería De Llamas, Llamas 33820 Grado (Asturias)

2.5.6. Elaboración

Este queso se elabora durante todo el año y se utiliza leche entera, de vaca exclusivamente ⁹.

1. Preparación de la leche

La leche utilizada para la elaboración de los quesos protegidos es la obtenida por vacas de la raza Frisona, Asturiana de los Valles y sus cruces.

La leche destinada a la elaboración de queso protegido se somete a una refrigeración después del ordeño y se mantendrá en estas condiciones hasta su elaboración.

Cuando sea necesaria la recogida y transporte de la leche, se realizará en buenas condiciones higiénicas, en cisternas isotérmicas o frigorífica, o bien cualquier otro sistema que garantice que la calidad de la misma no se deteriore.

La leche a se someterá a un proceso de pasteurización a 72 °C de temperatura y durante un tiempo de a 30 segundos. No obstante, si los quesos tienen un periodo de maduración de más de 60 días no es necesario este paso⁸.

2. Cuajado

Del pasteurizador o bien del tanque de frio, la leche pasa directamente a las cubas de cuajado donde se adicionan fermentos lácticos en el primer caso y una pequeña cantidad de cuajo en ambos. La temperatura de la cuba oscilara entre los 22 °C y 32 °C. El periodo de coagulación es de 15 a 20 horas.

Es una cuajada básicamente ácida^{8,10, web 5}.

3. Moldeado

Tras la coagulación de la leche se procede al moldeado de la cuajada, con ayuda de una “garcilla” y de forma manual se va pasando la cuajada a los moldes perforados, de material de plástico alimentario para que vaya desuerando.

El desuerado de la cuajada es lento debido a que no existe el prensado de la misma, tan solo existe un autoprensado debido a su propio peso. Durante el moldeado se llenaran los moldes hasta que se acabe la cuajada de la cuba. Se deja que desuere durante 12 horas.

Transcurrido ese tiempo se procede al cambio de moldes pues la cuajada ha perdido humedad y el molde queda demasiado grande, por lo que la cuajada ligeramente desuerada es transferida a un molde más pequeño y se aprovecha para añadir la sal en la superficie del queso. Transcurridas otras 12 horas se retira del molde y se pasa a unas bandejas perforadas para facilitar el desuerado final. Tras este paso el queso ya pasa a la cámara de maduración^{8,10, web 5}.

4. Salado

El salado se realiza añadiendo cloruro de sodio a la cuajada una vez colocada en los moldes. Se realiza de una forma manual. Este proceso es para los quesos sin pimentón con forma troncocónica, mientras que para las variedades en forma de

calabacín y pimentón, la sal se añade a la masa antes de ser amasada junto con el pimentón^{8, web 5}.

5. Amasado y moldeo para las variedades con pimentón y forma de calabacín.

Para aquellas variedades que necesiten elaborarse a partir de pasta amasada, como es el caso de “atroncau roxu”, “trapu blancu” y “trapu roxu” el desuerado se produce en moldes de plástico de mayor tamaño, utilizando gasas. Pasadas 24 horas aproximadamente, se pasan a la amasadora. Durante este amasado se añadirá la sal y en el caso de las variedades con pimentón se añadirá en una proporción de 1%. Después de esto se continuara el desuerado y moldeo otras 24 horas. En molde troncocónico para la variedad “atroncau roxu”. Y en gasas atadas en la parte superior, y colgados de ellas para las variedades con forma de calabacín^{8, web 5}.

6. Maduración.

La maduración ha de ser realiza en cámaras de maduración, colocándose en bandejas y volteándolos convenientemente, hasta conseguir el grado de maduración óptimo. Según el grado de maduración, yendo del queso fresco al madurado, el tiempo de permanencia en la cámara variará, teniendo en cuenta unos tiempos mínimos de 5 días para los quesos elaborados con leche pasteurizada, y mínimos de 60 días para los quesos elaborados con leche cruda^{web 5}.

7. Envasado y etiquetado.

Una vez conseguido el punto de maduración deseado, los quesos se envasan y etiquetan, se les añade al envase la etiqueta comercial de cada quesería y la contraetiqueta del Consejo Regulador que acredita que se trata de un producto certificado por la DOP Afuega'l Pitu. Los quesos envasados y etiquetados se conservan en cámaras frigoríficas, a temperatura controlada, entre 4 °C y 10 °C, hasta el momento de su expedición^{8, web 5}.

2.6. Maduración

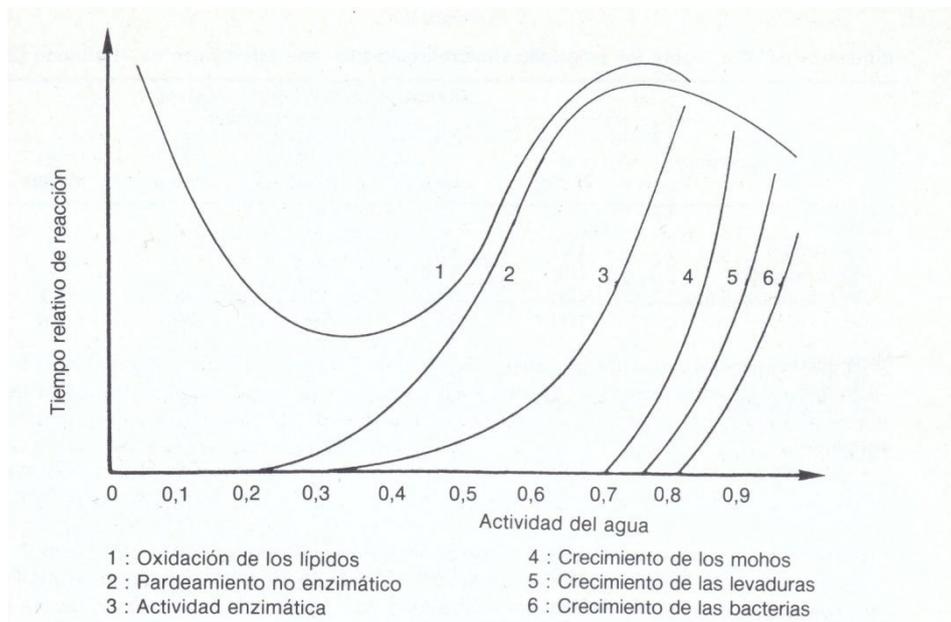
La maduración del queso es un conjunto de procesos químicos que tienen un origen físico, microbiológico y enzimático².

La formación del aroma y del sabor no constituye la única finalidad de esta etapa, sino que además debe dar al queso la textura deseada en la masa y su aspecto típico exterior.

El conjunto de modificaciones pueden referirse a cinco aspectos:

1. Actividad del agua.

La actividad del agua es uno de los parámetros que define la disponibilidad del agua necesaria para las transformaciones microbianas, enzimáticas o químicas, Los diferentes tipos de reacciones que intervienen en el queso a lo largo del afinado están condicionados de una forma muy selectiva por la relación agua libre/ agua total. La sensibilidad particular de la una de estas reacciones puede verse en la figura 7.



Fuente: 11

Figura 7. Influencia de la actividad del agua sobre las reacciones de transformación de los quesos durante el afinado

Al principio del afinado, la actividad del agua y el pH resultan de las condiciones de coagulación y desuerado. A lo largo del afinado la actividad de agua no es estable y presenta un carácter evolutivo. En el caso más general donde el aporte de sal es en la superficie del queso, en los primeros días de afinado se produce un equilibrio entre los contenidos de agua y cloruro sódico. La duración al alcanzar este equilibrio depende del tipo de queso. Cuando el salado tienen lugar en la masa, la actividad del agua presenta un carácter más homogéneo desde el principio del afinado.

El afinado se realiza siempre con una humedad relativa inferior a la de saturación, por ello el queso siempre pierde humedad de forma progresiva hasta el equilibrio de la actividad de agua de su superficie con la humedad relativa del ambiente.

Además, existe un gradiente de humedad que va desde la zona central del queso, más húmeda, hacia la zona cortical, más seca.

Considerada globalmente, la actividad del agua de un queso es el resultado de un conjunto de fenómenos de naturaleza física (desuerado, evaporación de agua, difusión de sal), químicos (interacción sustrato- cloruro sódico) y bioquímico (proteólisis, lipólisis, glucólisis)¹¹.

2. Proteólisis

Este es el fenómeno más importante de la maduración ya que afecta a la textura y al sabor.⁵

Cerca del 80% de las proteínas de la leche pertenecen a las caseínas, mientras que el 20% lo constituyen las proteínas del suero (albuminas, globulinas, y fragmentos variados de degradación y enzimas). Excepto en los quesos producidos a partir de leche ultrafiltrada.

Las caseínas son las proteínas predominantes en la mayoría de los quesos.

Las caseínas se agrupan en 3 fracciones α , β y κ . Las α - caseínas son degradables por la mayoría de las enzimas proteolíticas presentes en el queso, ya sean las que presenta naturalmente la leche o procedentes del coagulante o del cultivo utilizado durante la elaboración.

Las β - caseínas son fuertemente resistentes a la proteólisis causada por la mayoría de las enzimas proteolíticas presentes en el queso. La proteasa láctica (plasmina) juega un papel importante en su degradación^{web 9}.

La degradación no progresa de manera regular. Se pueden distinguir 3 etapas:

1. Separación de los péptidos de mayor tamaño de las proteínas. Estos grandes péptidos son luego degradados en pequeños péptidos, muchos de los cuales generan sabor amargo.
2. Separación de los aminoácidos terminales de estos péptidos. La proteólisis de la caseína se produce de igual forma en todos los quesos a pesar de las diferencias del grupo enzimático. Por regla general sucede:

- La caseína κ desaparece desde el principio de fabricación.
 - En los quesos madurados con mohos la caseína β es la que más rápido se degrada
 - En los quesos de pasta dura y semidura la caseína α_s , es la que más rápido se degrada⁵.
3. Degradación de los aminoácidos en una gran variedad de compuestos volátiles que serán los causantes del aroma. Ya que hasta ahora solamente se habían formado compuestos no volátiles que contribuyen al aroma del queso, pero poco a la intensidad del mismo^{web 9}.

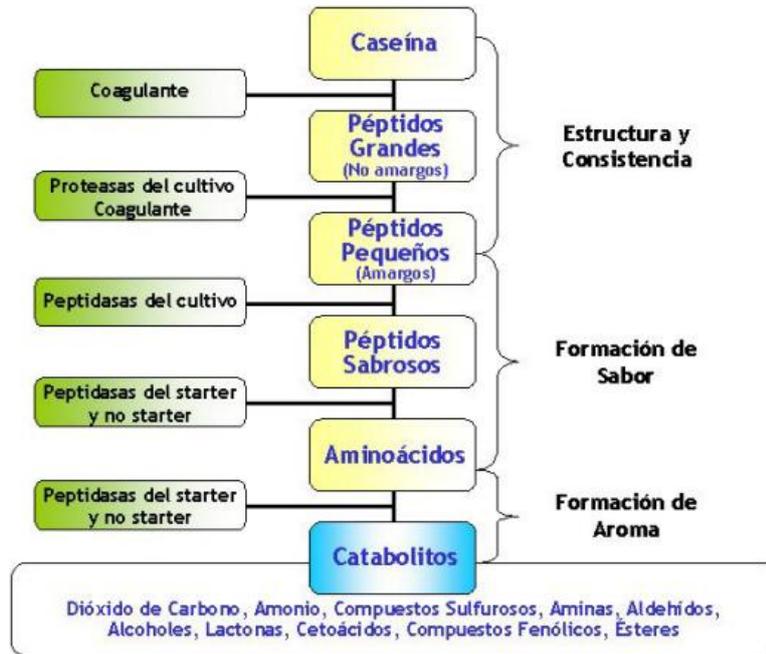
En la figura 8 se muestra, con más detalle, la degradación de las caseínas durante el periodo de maduración que puede subdividirse en 3 etapas principales. La primera que afecta principalmente a la estructura y consistencia del queso, la segunda que afecta al sabor (acidez, sal, dulzura, amargor) y la tercera donde se produce la formación del aroma.

Las tres etapas son el resultado de la actividad de varias enzimas sobre las proteínas de la leche en el queso.

La primera etapa resulta de la actividad de las proteasas. Estas enzimas atacan a las proteínas y las degradan en péptidos. Muchos de los cuales poseen sabor amargo.

La segunda etapa representa la actividad de varias enzimas péptidas que degradan los péptidos en péptidos más pequeños, que son los encargados del sabor y en aminoácidos libres.

La tercera etapa que representa la degradación posterior de los aminoácidos por varias enzimas deaminasa y descaboxilasas. El resultado es un largo rango de componentes volátiles aromáticos causantes del aroma del queso^{web 9}.



Fuente: web 9

Figura 8. Transformación de la caseína durante el periodo de maduración.

La velocidad de proteólisis depende de los factores siguientes:

- La temperatura, a mayor temperatura más rápida será la proteólisis.
- La velocidad de solubilización de la caseína es más rápida al principio de la maduración que al final.
- Cuanto mayor es la humedad, mayor es la velocidad de proteólisis.
- La proteólisis se retrasa en medio ácido por debajo del pH 5.
- La caseína se digiere mejor en los quesos descremados que en los grasos.
- A mayor dosis de cuajo, más pronunciada es la solubilidad de la caseína.
- Un contenido en sal elevado retarda la proteólisis¹⁰.

3. Lipolisis y ácidos volátiles

La grasa en la leche existe en forma de una suspensión de pequeñas gotitas (glóbulos) cubiertas por una pequeña membrana de lipoproteínas que la mantiene suspendida. Durante la elaboración del queso la grasa queda atrapada en la cuajada, con lo cual cerca del 90% de dicha grasa pasa al queso^{web 9}.

La lipolisis es la hidrólisis de la materia grasa liberando ácidos grasos por acción de la enzima lipasa. La lipolisis es muy limitada en los quesos de pasta dura, por el

contrario muy acusada en los quesos de pasta azul y pasta blanda. Los ácidos grasos liberados intervienen en el aroma del queso, así como sus productos de degradación, dependiendo de su volatilidad y de su solubilidad.

Las lipasas del queso proceden de los microorganismos principalmente de mohos y micrococos. La lipasa natural de leche no es activa a pH inferior a 6.5, además de destruye fácilmente con el calor.

La sal inhibe mucho menos las lipasas que las proteasas, por ello la lipólisis prosigue en quesos fuertemente salados, mientras que la proteólisis se detiene.

En la siguiente figura se puede observa la transformación de los lípidos de la leche durante la maduración.^{web 9}



Fuente: web 9

Figura 9. Transformación de los lípidos de la leche durante la maduración.

Este proceso tiene un papel importante en la formación del aroma pero no provoca transformaciones importantes en la textura del queso⁵.

4. Glucolisis

El carbohidrato predominante es la lactosa. Durante la fabricación del queso la lactosa es la base de crecimiento la bacteria ácido láctica y con ello la formación de ácido láctico y ciertos componentes aromáticos.

El acumulo de ácido láctico facilita la coagulación de la leche, la retracción de la cuajada, influye en la reacciones enzimáticas y previene el crecimiento de otros

microorganismos perjudiciales. La acidez desarrollada influye en el aroma ciertos tipos de queso, sobre todo en los más frescos.

La glucolisis comienza durante la coagulación y el desuerado y prosigue durante la maduración con una intensidad variable según el tipo de queso.

Además la adificación origina modificaciones en la textura por solubilización de los minerales ligados a la caseína nativa ^{web 9}.

5. Efecto del pH

El pH determina el desarrollo de microorganismos, la actividad enzimática y la textura del queso. Los microorganismos presentan una sensibilidad específica hacia el pH. Las levaduras y hongos se desarrollan mejor en medios ácidos mientras la mayoría de las bacterias prefieren medios próximos a la neutralidad. En general las enzimas proteolíticas tienen actividades máximas entre pH de 5.5 y 6.5 mientras que las lipasas se encuentran entre 6.5 y 7.5.

Al principio de la maduración pH se asocia a los tratamientos previos, este puede ser de 4.3 a 4.5 para los quesos frescos hasta 5.0 -5.2 para los quesos prensados y cocinados que han sufrido un tratamiento que provoca fuerte expulsión del suero (corte en pequeños granos, cocimiento, prensado) o reduzca la concentración de lactosa en la fase líquida.

En ambos tipos de tratamiento se reduce la cantidad de lactosa total disponible para la producción de ácido láctico, esto implica mayor pH. En la maduración el pH tiende a subir por el consumo de ácido láctico y la formación de compuestos alcalinos¹².



Metodología

3.1. Descripción y selección de las muestras

Este proyecto se realizó con la colaboración de la quesería Ca Sanchu, situada en Ambás (Grado). Es una quesería con tradición familiar, que hace quesos de Afuega'l pitu en todas sus variedades de forma artesanal.

Este trabajo centro su estudio en el queso de trapu en sus dos variedades blanco y roxu.



Figura 10: quesos Afuega'l pitu de trapu blancu y trapu roxu

Para la elaboración de los quesos se utilizó leche con las siguientes características:

ASUNTO: ENVÍOS DE MATERIA PRIMA

QUESERIA CA'SANCHU
LG LMBAS 11
33820 GRADO

Muy Sres. nuestros:

Seguidamente les detallamos a ustedes las características de la/s cisterna/s enviadas desde los servicios de envío de nuestras unidades de gestión, relacionadas a continuación, entre los días 01.01.2015 y 31.01.2015, con destino a QUESERIA CA'SANCHU

Producto: LECHE CRUDA DE VACA

CENT.	FECHA	CISTERNA	REMOLQUE	LITROS	KILOS	MG	ESM	PROT	i	CELDUL.	HACTER	CRIOS.
1099	04.01.2015	1358GXT	R3091BCL	959	988	3,670	8,830	3,350	0	213	210	516,00
1099	06.01.2015	1358GXT	R3091BCL	1.901	1.958	3,830	8,990	3,410	0	226	18	525,00
1099	10.01.2015	1358GXT	R3091BCL	957	986	3,750	8,990	3,370	0	196	58	525,00
1099	12.01.2015	1358GXT	R3091BCL	957	986	3,650	8,970	3,350	0	215	32	524,00
1099	14.01.2015	1358GXT	R3091BCL	1.907	1.964	3,760	9,010	3,360	0	206	18	528,00
1099	18.01.2015	1358GXT	R3091BCL	983	1.012	3,650	8,880	3,320	0	213	608	523,00
1099	22.01.2015	1358GXT	R3091BCL	959	988	3,700	9,000	3,400	0	292	31	533,00
1099	26.01.2015	1358GXT	R3091BCL	958	987	3,700	8,980	3,390	0	270	93	527,00
1099	28.01.2015	1358GXT	R3091BCL	1.963	2.022	3,840	8,940	3,410	0	215	19	525,00
TOTAL				11.544	11.891	3,748	8,960	3,378	0	224	96	525,33

Lo ponemos en su conocimiento a los efectos oportunos y le saludamos atentamente.

CORPORACIÓN ALIMENTARIA PEÑASANTA S.A.
Siero - Asturias
33199 SIERO - ASTURIAS
Tel: 985101100 - Fax: 985101122
CIF: A03161270

FLORENCIO RODRIGUEZ VILA
GERENTE COMPRAS DE LECHE

Figura 11: Informe analítico del suministro de leche

La leche se pasteurizó, y pasó directamente a la cuba de cuajado, donde se adicionan los fermentos lácticos y una pequeña cantidad de cuajo. La coagulación se realizó entre 22 y 32°C, durante 15 a 20 horas. Trascurrido este tiempo, con ayuda de una garcilla y de forma manual se pasó la cuajada a los moldes perforados para que desuerase durante 24 h.



Figura 12: cuba de coagulación

Después, los quesos se pasaron a la amasadora junto con sal, en una proporción de 225 g para 25,5 kg. Cuando finalizó el amasado se paso parte de la masa a los moldes perforados con gasas. A la masa que quedo en la amasadora se le añadió el pimentón, en una proporción de 45 g para 15,3 kg aproximadamente, cuando finalizó su amasado también se paso a los moldes con gasas o "trapu".



Figura 13: Amasado. En la imagen de la izquierda está el queso preparado para ser amasado. En la imagen de la derecha, una vez amasado se le añade pimentón para este tipo de variedad.

Se continuo con el proceso de desuerado unas 24 horas más, se ataron las gasas por la parte superior y se colgaron para que desuerase.



Figura 14: moldes con gasas o “trapu”



Figura 15: los quesos en los moldes



Figura 16: detalle del atado de las gasas.



Figura 17: quesos colgados del nudo desuerando

Después se introdujeron en la cámara de maduración.

El peso aproximado de estos quesos antes de se introducidos en la cámara de maduración es de 850 gramos.



Figura 18: cámara de maduración

3.2. Metodología experimental

En el momento de elaboración de los quesos se tomo una muestra de leche; una muestra de suero del primer desuerado; una muestra de masa blanca; es decir, de masa con sal después de amasado con la amasadora; una muestra de masa pimentón; masa con sal y pimentón tomada después del amasado.

Durante el proceso de maduración se hizo un seguimiento durante 2 meses, del 28 de enero al 10 de abril de 2015. Tomando como día 0, el días que los quesos entran en la cámara de maduración. A partir de ese momento se hizo un seguimiento de los distintos parámetros descritos en este capítulo, midiéndolos a tiempos de 0, 7, 31, 45, 52 y 63 días.

3.3. Extracto seco

El extracto seco es la masa resultante después de la desecación completa de una muestra con un cierto contenido de humedad. El presente método se ha utilizado en este trabajo para la determinación en extracto seco en muestras de suero, leche y queso.

Los materiales y equipos utilizados en este método han sido:

- Balanza analítica, COBOS, $e= 0.01$.
- Desecador, provisto de un deshidratante eficaz, en este caso gel de sílice seca, con un indicador higrométrico (cambio de color).
- Estufa ventilada, con termostato regulable para operar en el espacio de trabajo a $102\pm 2^{\circ}\text{C}$, memmert.
- Cápsulas de fondo plano de 20-25mm de altura y 50-75mm de diámetro en acero inoxidable (una para cada muestra).
- Varilla de vidrio o acero inoxidable de 6 a 8 cm de longitud (una para cada muestra).
- Arena de mar de tamaño de grano grueso fino, y secada en estufa a $102\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para llevar a cabo el método se pesaron en una capsula unos 20 gramos de arena de mar y, se introdujo en la estufa a 102°C junto con una varilla de vidrio en su interior, durante un día, para eliminar la humedad que pudiese tener adherida. Pasado ese tiempo, se colocó en el desecador hasta que enfrió a temperatura ambiente, en aproximadamente 30 minutos. Posteriormente, se pesó la cápsula junto con su varilla de vidrio, y se anotó su peso, P_0 , se añadió una cantidad conocida de muestra, PM. Se mezcló la muestra y la arena con ayuda de la correspondiente varilla hasta que quedó lo más homogéneo posible. Finalmente se introdujo en la estufa a 102°C durante cinco

horas aproximadamente. Pasado ese tiempo, se sacó de la estufa. Se dejó enfriar a temperatura ambiente (30 minutos aproximadamente) y se pesó de nuevo, siendo P_f su peso. Para calcular el contenido en humedad, H , expresado en tanto por ciento, se utilizó la siguiente expresión:

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

La cantidad de extracto seco será entonces:

$$\% \text{Extracto seco} = 100 - \%H$$

3.4. pH

Los equipos y materiales utilizados fueron:

- Phmetro , Crison, Basic 2º
- Agitador , Heiddph, silentCrusher M
- Agitador de tubos de ensayo, Chemlabor.

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

En el caso de muestras sólidas, como es el caso de la masa blanca, de la masa con pimentón y del queso, se pesó una cantidad aproximada de 10 g de muestra y se añadieron 70 ml de agua destilada. Se homogenizó la muestra con un agitador a una velocidad de 21000rpm. Después de esto se midió el pH con el phmetro, previamente calibrado.

En el caso de muestras líquidas, como es la leche y el suero, se tomó a una cantidad de muestra suficiente para que el electrodo del phmetro quedase cubierto, se homogenizó con un agitador de tubos de ensayo, y se tomó una lectura.

3.5. Cenizas

Los equipos y materiales utilizados fueron:

- Mufla, carbolite, chemlabor.
- Pocillos de cerámica resistentes a altas temperaturas.
- Balanza analítica, COBOS, e= 0.01

Se pesó el pocillo de porcelana solo, y se anotó el peso, P_0 . Se pesó una cantidad aproximada de 3 g de queso en el pocillo de porcelana, PM . Se introdujo en la mufla a 550 °C durante 5 h. Transcurrido este tiempo, se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, y se pesó de nuevo, P_f .

Para calcular el porcentaje en cenizas se aplicó la siguiente fórmula:

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

3.6. Lípidos y grasa.

Para la determinación de grasas y lípidos se utilizó un método basado en la extracción Soxhlet. Inicialmente, y por experiencia con otros productos, se llevó a cabo el método realizando una hidrólisis ácida previa de la muestra húmeda seguida de la extracción. Operando de esta forma la calibración del método no resultó adecuada. Por ello, se modificó el método secando previamente el producto durante al menos 3 horas a 105 °C y realizando directamente una etapa de pre-extracción, llevándose a cabo posteriormente las etapas de hidrólisis y extracción final. Esta forma de operación que se detalla a continuación permitió calibrar el método. El secado previo de la muestra se demostró como una etapa clave en el correcto análisis de la muestra.

Los equipos y materiales utilizados fueron:

- Unidad de digestión kjeldahl FOSS, Tecator Digestor.
- Balanza analítica, COBOS, e= 0,1
- Papel de filtro
- Matraz erlenmeyer
- Embudo buchner
- Sistema de vacío
- Campana extractora
- Estufa ventilada, con termostato regulable para operar en el espacio de trabajo 105±2°C, memmert
- Cartuchos de extracción, Whatman 603, 22x60mm
- Extractor DET-GRASS, Selecta
- Bomba de vacío

Los reactivos utilizados fueron:

- Ácido clorhídrico al 25% (8N)
Se tomaron 338 ml de ácido clorhídrico al 37% (Sigma – Aldrich) y se enrasó con agua destilada hasta 500 ml.

- Piedra pómez (Panreac)
- Suspensión de tierra de diatomeas de concentración 10 g/L. Para prepararla se pesaron 10 g de tierra de diatomeas (Probus), y se enrasó a 1 L.
- Dietileter 98%(Sigma-Aldrich)

El método se desarrollo en las siguientes etapas.

- Pre-extracción:

Se pesó una cantidad de queso, PM, de aproximadamente 3 g. Se desmenuzó en trozos lo más pequeños posibles, y se colocó en un vidrio de reloj dentro de la estufa a 105° C durante toda una noche, 12h aproximadamente.

Posteriormente, se introdujo la muestra en el cartucho de celulosa, y se limpió con un algodón impregnado en dietileter el vidrio de reloj, para recoger la grasa que pudiera quedar en él y se introdujo también en el cartucho. Se colocó el cartucho en el extractor. A continuación se pesó el pocillo del extractor donde se recogerá la grasa, P_0 . Previamente, el pocillo se había limpiado con dietileter y secado en la estufa, esperando aproximadamente a que enfriase a temperatura ambiente para poder ser pesado.

Se colocó el pocillo en el extractor con 50 ml de dietileter. Y se colocó la columna en posición BOILING durante 30 minutos y después en RINSING durante 45 minutos. Una vez pasado este tiempo, se recogió el dietileter, y se cambió a posición EVAPORACIÓN durante 10 minutos. Se dejó que se evaporase bien el dietileter del pocillo fuera de la unidad de extracción durante 30 minutos aproximadamente. Y se pesó el pocillo con la grasa recogida, P_f .

- Hidrólisis:

Se extrajo la muestra del cartucho. Y se introdujo en un matraz de la unidad kjeldahl.

Se colocó en la placa calefactora kjeldahl, bajo campana extractora, y se añadieron 100 ml de ácido clorhídrico 8N y 0,5 g de piedra pómez. Se tapó el matraz para evitar la pérdida del ácido. Se realizó la hidrólisis durante 1h a 150°C. Una vez terminada, se dejó enfriar el matraz fuera de la placa hasta temperatura ambiente.

Pasado este tiempo, se filtró la disolución. Para ello primero se filtraron al vacío con bomba de vacío 100 ml de la suspensión de diatomeas, para formar una capa tierra de diatomeas que mejore la retención de la grasa, evitando posibles pérdidas. A continuación se filtró al vacío el contenido del matraz. Se limpió el matraz con 500 ml de agua destilada caliente a 60°C, aproximadamente, para arrastrar los restos de grasa.

Se recogió el papel de filtro, se envolvió con otro papel de filtro y se introdujo en la estufa a 105°C durante 1h.

- Extracción:

Una vez que secó la muestra con el papel, se introdujo en los cartuchos de extracción y se colocó en el extractor Soxhlet. Se pesó el pocillo, P_{01} , el cual previamente se había lavado y secado. Se introdujeron 50 ml de dietileter en el equipo de extracción. Se colocó la columna en posición BOILING durante 40 minutos, y luego en posición RINSING durante 60 minutos. A continuación se recogió el dietileter, y se colocó en posición EVAPORACIÓN durante 10 minutos. Se sacó el pocillo del equipo y se esperó 30 minutos aproximadamente para pesarlo de nuevo, P_{f1} .



Figura 19: Equipo DET-GRASS

Para calcular la cantidad de grasa total se utilizó la siguiente expresión:

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

3.6.1. Cromatografía de gases

El perfil de ácidos grasos se determinó empleando un cromatógrafo de gases CLARUS 400 (Perkin Elmer) con un detector de ionización de llama (FID), la columna empleada para la separación fue una columna Omegawax (30 m, 0.32 mm, 0.5 μ m) (Supelco). El gas portador empleado es He. Las condiciones del método de análisis fueron las siguientes: inicialmente el horno se mantuvo a 80 °C durante 1 min, seguidamente se incrementó la temperatura 10 °C/min hasta alcanzar los 200 °C, manteniéndose esa temperatura durante 2 min, finalmente la temperatura se incrementó 45°C/min hasta 240°C y se mantuvo a esta temperatura durante 2min. La temperatura del inyector fue de 250 °C y la del detector de 280 °C. Se trabajó en modo split con una relación de 1/14.

Preparación de la muestra

Para la preparación de la muestra se utilizó el método Toschi et al¹³ modificado.

Se pesó una cantidad de 20 mg de muestra, a la que se le añadió 1 ml de hexano (Sigma – Aldrich) y 2 ml de base metálica, 0.5 N (sodio en metanol, supelco) y se mezcló. Se calentó la mezcla a 85 °C durante 30 minutos. Después, se añadió 3 ml de disolución NaCl 0.87% y 1 ml de hexano. Se centrifugó durante 5 minutos a una velocidad de 3000 g y 20 °C.

Se separó el sobrenadante de la parte superior que es la parte de interés.

3.7. Proteínas

Para la determinación de proteína total se utilizó el método kjeldahl.

Método Kjeldahl

El método Kjeldahl es un análisis químico para determinar la cantidad de nitrógeno de una sustancia química. Normalmente, en alimentos todo el nitrógeno proviene de las proteínas.

Los materiales y equipos utilizados en este método fueron:

- Balanza analítica, COBOS, e= 0,1
- Equipo Kjeldahl ,FOSS, Tecator Digestor
- Destilador
- Bureta de Mohr

Los reactivos utilizados fueron:

- Disolución de ácido bórico al 4%.
Se pesaron 40 g de H₃BO₃ (Panreac), se diluyeron en 600ml de agua destilada. La mezcla se calentó a 350 °C con una agitación de 700 rpm. Después se le añadió los indicadores: 10ml de verde de bromocresol y 7 ml de rojo de metilo. Por último, se enrasó a 1 litro cuando la disolución estaba a temperatura ambiente.
- Disolución de hidróxido de sodio al 40%.
Se pesaron 400 g de NaOH (Sigma-Adrich) , se diluyeron en agua destilada con agitación manual y se enrasó a 1 litro cuando enfrió a temperatura ambiente.
- Disolución de ácido clorhídrico 0.1N(Panreac)
- Ácido sulfúrico concentrado 96 %(Panreac).
- Tabletas de catalizador Kjeldahl, Cu- Se (1.5% CuSO₄·5H₂O + 2% Se) (Panreac)

El método se desarrolló en tres etapas:

1. Digestión, donde tiene lugar la conversión del nitrógeno, proveniente de las proteínas, en ión amonio, formando sulfato de amonio, mediante calentamiento de la sustancia junto con ácido sulfúrico y un catalizador. Para ello:

Se tomó una cantidad de muestra conocida de queso, PM, entre 0.5 g y 1 g en un matraz de digestión Kjeldahl. Se colocó en la placa calefactora del equipo kjeldahl, bajo campana extractora, donde se añadió 12 ml de ácido sulfúrico concentrado al 96% y 7 tabletas de catalizador kjeldahl. El matraz se tapó con un sistema de agotamiento para evacuar los gases SO_2 y SO_3 , y evitar que el ácido se pierda. La digestión se realizó a $420^\circ C$ durante 30 minutos. Una vez terminada, se dejó enfriar el matraz de digestión fuera de la placa calefactora hasta que alcanzó la temperatura ambiente, 30 minutos aproximadamente.

2. Destilación, es una etapa de separación, para ello se produce una neutralización añadiendo hidróxido de sodio, el cual desplaza al sulfato de amonio, formado durante la digestión, y lo elimina en forma de hidróxido de amonio que es arrastrado por el vapor de la destilación. El amonio liberado por la destilación se recoge en una disolución de ácido bórico.

Este proceso se realizó en un sistema de destilación, donde se colocó el matraz kjeldahl en la unidad de destilación, al cual el sistema añadió 80 ml de agua y 50 ml de hidróxido de sodio al 40%. El vapor se recogió en un matraz con 25 ml de disolución de ácido bórico al 4%.

3. Valoración, es la medida de la cantidad de ácido necesaria para que se neutralice el exceso de ión amonio recogido en la disolución ácida.

Para ello, la disolución que se recogió en el matraz del ácido bórico se valoró con ácido clorhídrico 0.1 N, para lo que se necesitó una bureta de Mohr. Una vez que se observó el viraje de color verde a rosa intenso, se finalizó la valoración y se anotó el volumen de ácido clorhídrico que se gastó para ello, T.

Para calcular el contenido en nitrógeno, expresado en tanto por ciento, se utilizó la siguiente expresión:

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

Donde,

T, Volumen de HCl 0.1 utilizado en la valoración (ml)

B, Volumen muerto del equipo de valoración (indicado por el fabricante, ml)

N, Normalidad del ácido de la valoración, en este caso 0.1.

PM, Peso de la muestra expresado en miligramos.

Para obtener el porcentaje en proteínas de la muestra se multiplica el porcentaje de nitrógeno por el factor 6.38¹⁴, este factor se calcula según el porcentaje de nitrógeno que tienen las proteínas de los productos lácteos, según la expresión:

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

3.7.1. Electroforesis

Los geles de electroforesis se realizaron con el objetivo de conocer las diferencias en la evolución de las proteínas de la muestra.

Para la electroforesis SDS-PAGE se disolvieron 10 mg de muestra de queso sin tratar por litro de tampón Tris-HCl 0,25 M. 30 µl de muestra se mezclaron con 10 µl de tampón de muestra (0,25 M Tris-HCl a pH 6,8 que contiene un 10% de SDS, 10% de glicerol, 5% de β-mercaptoetanol y un 0,1% de azul de bromofenol) y se calentó a 95°C durante 5 minutos. En cada una de las calles se añadieron 15 µl de muestra. La electroforesis se realizó a 200 V hasta que las muestras llegaron al final del gel (una hora aproximadamente).

En el caso de la electroforesis UREA-PAGE a 0,01 g de cada una de las muestras se añadieron 1 ml de tampón de muestra (5% de Tris-HCl 1M a pH 6,8, 11,5% de glicerol al 10%, 5% de EDTA 0,5 M, 48% de urea, 0,2% de azul de bromofenol y 1% de β-mercaptoetanol). Las mezclas se calentaron a 90°C durante 5 minutos. En cada una de las calles se añaden 20 µl de mezcla. El gel de separación (12% de tampón Tris-HCl 380 mM a un pH de 8,9 y urea 5M), el gel de concentración (6% de Tris-HCl 120 M, pH de 6,8 y urea 5M) y el tampón de electroforesis (0,4 M de glicina, 0,05 M Tris a pH 8,4 diluido al 10%) fueron preparados, con algunas modificaciones, de acuerdo al procedimiento de *Mayer et al. (1990)*¹⁵. La electroforesis se llevó a cabo a temperatura ambiente, primero a 200 V durante 30 minutos aproximadamente.

Preparación de la muestra

Se resuspendieron 10 g de queso en 30 ml de bufer fosfato pH 7.0, 50 mM. Se homogenizó con un stomacher y se ajustó el pH a 7.0. Se guardó a 40 °C durante 1 hora bajo agitación (150 rpm), finalmente se centrifugó (3000g por 30 minutos a 4°C).

Después de la centrifuga se recuperó el sobrenadante, descartando la capa superior de grasa. El extracto acuoso se filtró con papel Whatman (número 1 o 2). Se ajustó el pH a 4.6 usando HCl 1M y se recupera el precipitado de caseína.

Este proceso se hizo otra vez pero solo con una precipitación, recuperando el extracto acuoso que después fue liofilizado. El extracto acuoso se congeló previamente durante, al menos, 4 horas a -80°C. La liofilización se llevó a cabo empleando el equipo Telstar-Cryodos (Terrasa, España) a 0,1 mBar y -70°C. Se almacenó desde entonces en la nevera a 4°C.

3.7.2. Cromatografía FPLC

Para la determinación del perfil de proteínas se empleo una FPLC (siglas en ingles de *fast protein liquid chromatography*) (Farmacia AKTA), formado por módulos UPC-900 Y P-920. El equipo constaba de una lámpara de mercurio que emite luz a 280nm y posteriormente es recogida por un detector. Esta longitud de onda es a la cual los aminoácidos aromáticos producen un máximo de absorbancia. La columna que se utilizó fue una HiPrep 16/10 SP XL.

En el equipo se inyecto 2ml de muestra liofilizada, según se describe en el apartado 3.7.1.

3.8. Lactosa

La lactosa fue determinada mediante Cromatografía de Alta Eficacia (HPLC) siguiendo el método descrito por Pedruzzi et al.¹⁶ con pequeñas modificaciones. En síntesis, se han utilizado las siguientes condiciones analíticas: 450 mM H₂SO₄ como fase móvil (pH 3,1), una temperatura de la columna fijada en 75°C y un flujo de 0,3 ml/min. En la determinación y cuantificación analítica se ha empleado una columna ICsep ICE-ION-300 (Transgenomic Inc., San Jose, California, Estados Unidos), utilizando el índice de refracción como detector en un cromatógrafo Agilent (modelo serie 1200, California, Estados Unidos). Las muestras fueron cuantificadas empleando standards externos de grado HPLC obtenidos de la siguiente casa comercial Chem Service (West Chester, Pennsylvania, Estados Unidos). La adquisición y análisis de datos fue realizada con el software Agilent ChemStation.

Preparación de la muestra

Se preparó una disolución de concentración 0,04g/ml de liofilizado (apartado 3.7.1). Por tanto se tomaron 0,120 g de liofilizado y se disolvieron en 3 ml de agua destilada. Se homogenizó con agitación.

3.9. Análisis microbiológico

Este análisis se llevó a cabo con el propósito de hacer un recuento del número de mesofilos totales ¹⁷, de lactobacilus y lactococcus. El medio empleado para los mesofilos fue PCA (Plate Count Agar, Biokar Diagnostics, Allone), para los lactococcus se utilizó un medio M17 (broth Biokar), para los lactobacillus un medio MRS (broth Biokar). Tanto para el medio M17 como MRS se añadió 10g de agar bacteriano (bacteriological agar type E, Biokar). El cultivo fue se siembra en placa para dilución de 10^{-4} a 10^{-9} (1 g de muestra y 9 ml de agua destilada esteril). Las placas se incubaron a 31 °C ¹⁸ durante 48 – 72h.

3.9.1. Citometría

La citometría se realizó en los servicios científico-técnicos del departamento de Ingeniería química de la universidad de Oviedo.

El análisis se llevo a cabo en un citómetro de flujo Cytomics FC 500 (Beckman Coulter) equipado con una fuente láser de iones (488 nm) y con cuatro detectores de fluorescencia. La fluorescencia procedente células teñidas con CV6 fue recogida en el canal FL1 (525 nm), mientras que la fluorescencia procedente del IP fue registrada en el canal FL3 (610 nm). Como standards internos fueron utilizados 100 µl de microsferas fluorescentes (Perfect Count; Cytognos, España), así en cada análisis fueron adquiridas 2000 microsferas empleando en la adquisición Cytomics RXP como software (Beckman Coulter).

3.10. Análisis textural

Los quesos fueron evaluados empleando un texturómetro TA.TXplus (Stable Micro Systems) con un soporte (HDP/FSR) y una sonda cilíndrica P/4. Con este método se evaluaron los parámetros de dureza y adhesividad.



Figura 20: Sonda cilíndrica P/4.

3.11. Análisis organoléptico

El objetivo del análisis organoléptico es determinar como evoluciona la textura, sabor y olor de estas variedades de queso con los cambios producidos durante la maduración. Las variedades a evaluar con trapu blanco y trapu roxo.

Para poder realizar este análisis se utilizó un panel de cata

Panel de cata.

El panel de cata fue formado por 8 personas jóvenes, 5 mujeres y 3 hombres. El método analítico a seguir fue el de "Estímulo Constante"¹⁹. El panel de cata que se utilizó puede verse en el anexo 1.

Las catas se realizaron a los 15, 31, 45, 52 y 67 días de maduración. A fin de paliar el esfuerzo de memoria que exige evaluar por vía sensorial estos cambios en intervalos tan cortos de tiempo se contará con un queso de 3-5 días de maduración.

Se presentaron dos muestras una de cada variedad en el periodo de maduración que se deseaba evaluar junto con su referencia.

Los parámetros medidos fueron:

Parámetros de textura

La textura es la propiedad organoléptica que resulta de la disposición y combinación entre sí de elementos estructurales y diversos componentes químicos, dando lugar a unas micro y macroestructuras, determinadas por diversos sistemas fisicoquímicos.

Es la sensación humana que produce la comida cuando es masticada y tragada. La textura de una sustancia es consecuencia directa de sus propiedades reológicas.

Los parámetros mecánicos medidos de textura fueron:

- Dureza: Fuerza necesaria para comprimir una sustancia entre los molares (en el caso de sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de semisólidos)
- Adhesividad: Fuerza requerida para eliminar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar) durante el proceso normal de comer.
- Fracturabilidad: Fuerza con la que la muestra se desmigaja, agrieta o se hace pedazos.

Sabor

Es la sensación recibida en respuesta al estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre la papilas gustativas, combina el olor, el aroma y el gusto.

Aroma

Consiste en la percepción de compuestos olorosos de un alimento después de haberse introducido en la boca. Estas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a los centros sensoriales del olfato.



Resultados

4.1. Evolución del peso durante la maduración

Los quesos tanto de trapu blancu como de trapu roxu se pesaron día a día desde que se introdujeron en el secadero a tiempo 0 días de maduración hasta el final del estudio 63 días de maduración. La medida se realizó en la quesería, siempre la misma pieza de cada una de las variedades, en las mismas condiciones y con el mismo equipo. Los datos obtenidos de la evolución del queso durante su periodo de maduración se muestran en la siguiente gráfica.

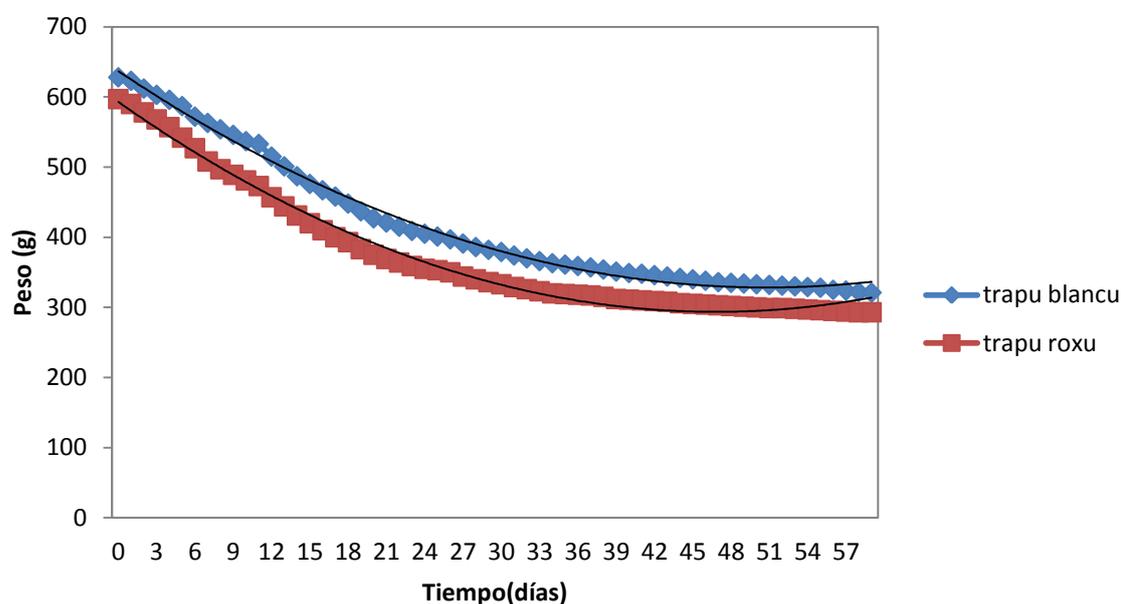


Figura 21. Evolución del peso de trapu blancu y trapu roxu durante la etapa de maduración.

La evolución del peso para el trapu blancu se ajusta a una curva polinómica con la siguiente expresión, con un coeficiente de correlación 0.994.

$$P = 0.1199t^2 - 12.386t + 648.9$$

Donde,

P, es el peso expresado en gramos

T, es el tiempo expresado en días.

La evolución del peso para el trapu roxu sigue una tendencia polinómica también, cuya expresión se muestra a continuación, con un coeficiente de correlación 0.9886

$$P = 0.1367t^2 - 13.063t + 605.7$$

Donde,

P, es el peso expresado en gramos

t, es el tiempo expresado en días.

En la gráfica se puede observar que la tendencia de la pérdida de peso es la misma tanto para el trapu blancu como para el trapu roxu. Así como también, que a los 30 días de maduración el peso se estabiliza.

4.2. Extracto seco.

Los resultados de extracto seco y humedad expresados en tanto por ciento, obtenidos según la metodología del capítulo 3.3, se muestran a continuación:

Tabla 1. Cantidad de humedad en la fase de elaboración, expresada en %.

	% humedad	% extracto seco
Suero	93,24 ± 0,01	6,76
Leche	87,89 ± 0,14	12,11
Masa blanca	68,37 ± 0,58	31,63
Masa pimentón	68,36 ± 0,29	31,64

Tabla 2. Cantidad de humedad en la fase de maduración, expresada en %.

Tiempo (días)	0	7	21	35	49	63
trapu blancu	59,84 ± 0,67	54,55 ± 0,50	39,86 ± 0,47	32,51 ± 0,63	23,92 ± 0,37	24,13 ± 0,77
trapu roxu	57,88 ± 0,11	53,53 ± 1,70	32,80 ± 0,21	28,96 ± 0,48	22,33 ± 0,27	18,07 ± 0,63

Tabla 3. Cantidad de extracto seco en la fase de maduración, expresada en %.

Tiempo (días)	0	7	21	35	49	63
trapu blancu	40,16	45,45	60,14	67,49	76,08	75,87
trapu roxu	42,12	46,47	67,20	71,04	77,67	81,93

Los resultados obtenidos en la fase de maduración para trapu blancu y trapu roxu se representan en las siguientes gráficas.

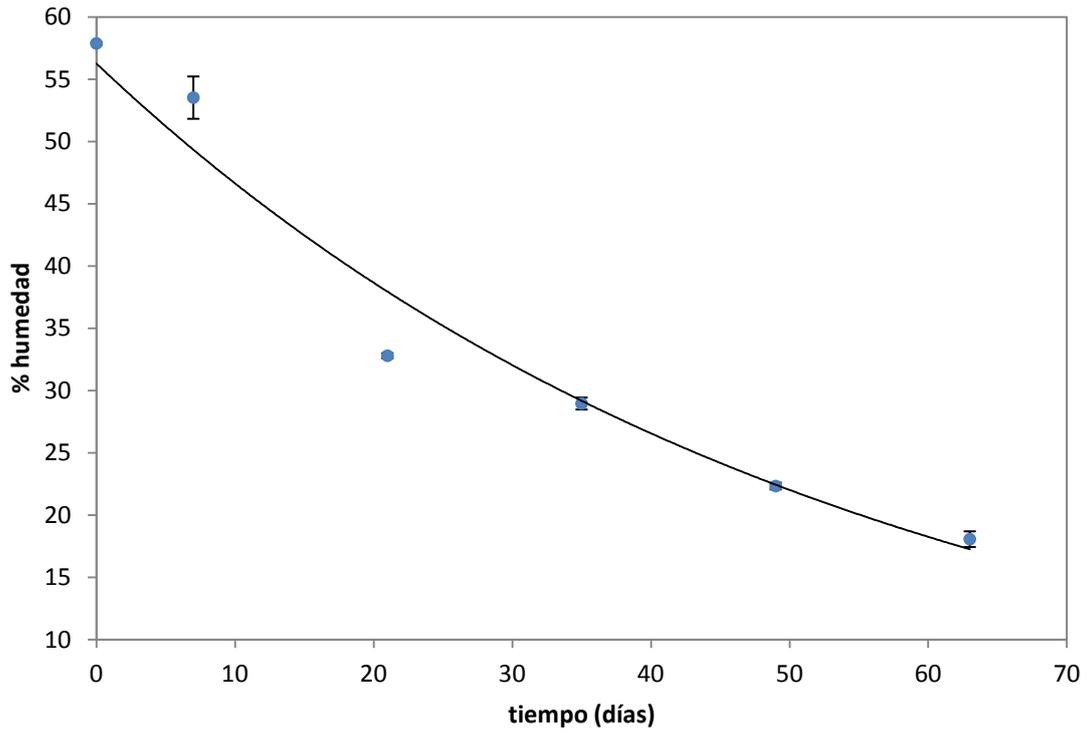


Figura 22. % humedad trapu roxu en la fase de maduración

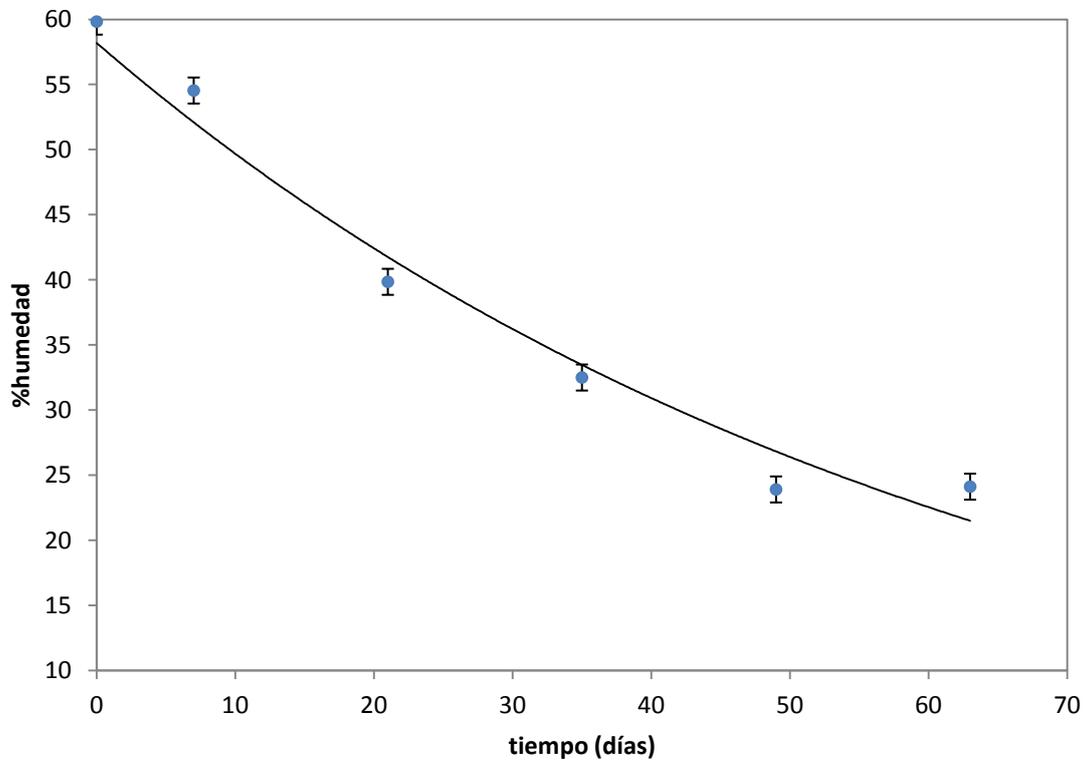


Figura 23. % humedad trapu blancu en la fase de maduración

Ambas gráficas presentan una tendencia exponencial. En la de trapu roxu los datos se ajustan a la ecuación, con un coeficiente de correlación, $R^2= 0.9714$.

$$\%H = 56,179e^{-0.019t}$$

Donde,

%H, es el porcentaje de humedad.

t, es el tiempo en días

Para el trapu blancu los datos se ajustan a la ecuación, con un coeficiente de correlación, $R^2= 0.9586$.

$$\%H = 58,179e^{-0.016t}$$

Donde,

%H, es el porcentaje de humedad.

t, es el tiempo en días

4.3. pH

Los resultados experimentales de medida de pH, siguiendo el procedimiento que se muestra en el capítulo 3.4, están recogidos en las siguientes tablas:

Tabla 4-. pH en la fase de elaboración

leche	7,0 ± 0,1
suero	4,3 ± 0,1
masa blanca	4,4 ± 0,1
masa pimentón	4,3 ± 0,1

Tabla 5. pH en la fase de maduración

tiempo (días)	7	21	35	49	63
trapu blancu	4,7 ± 0,1	4,5 ± 0,1	4,1 ± 0,1	5,0 ± 0,1	4,7 ± 0,1
trapu roxu	4,7 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,6 ± 0,1	5,2 ± 0,1	5,2 ± 0,1

Para la última muestra, que presenta una maduración de 63 días, también se midió el pH de la corteza y el interior, además del conjunto de todo el queso.

Tabla 6. pH para muestra de 63 días de maduración

	Interior	Corteza
trapu blanco	4,3 ± 0,1	4,9 ± 0,1
trapu roxu	5,2 ± 0,1	5,6 ± 0,1

En este caso, hay una clara diferencia entre el pH de la corteza y del interior para ambas variedades.

La evolución del pH para las distintas variedades se muestra en las siguientes gráficas.

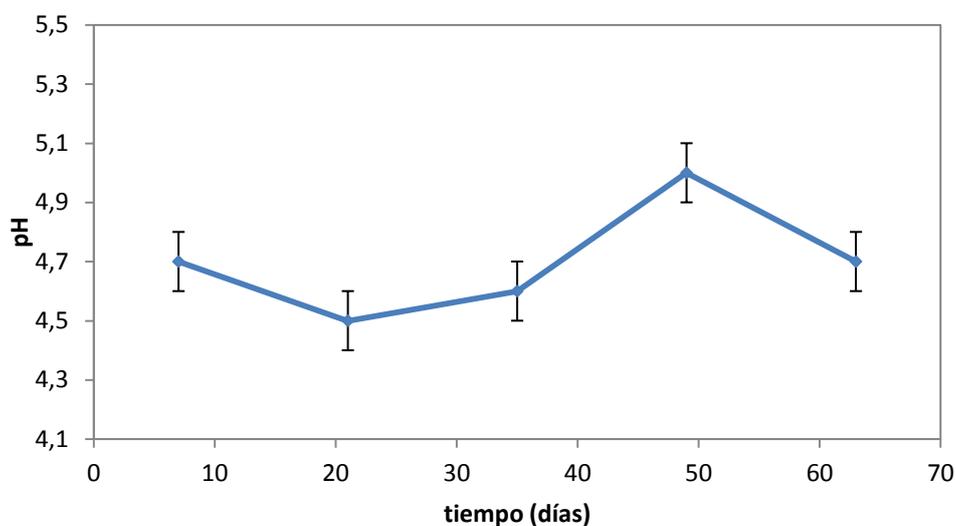


Figura 24. Evolución del pH en el trapu blanco

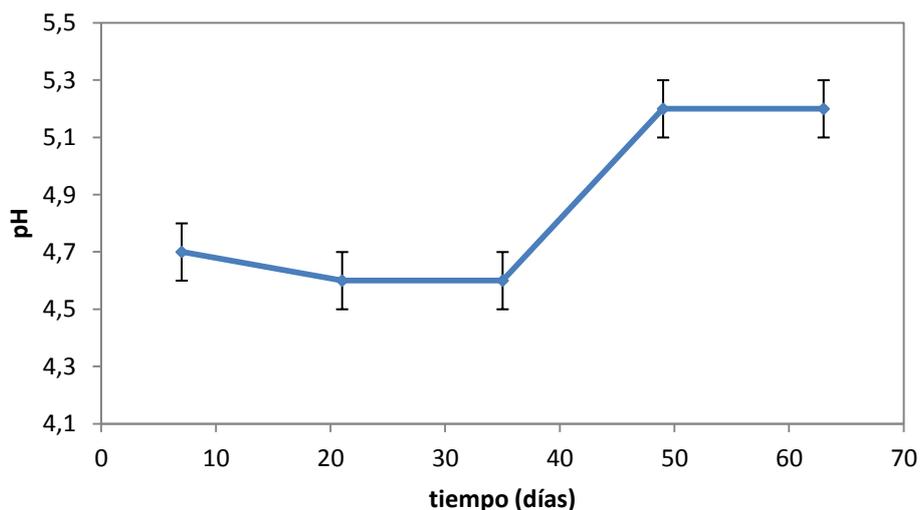


Figura 25. Evolución del pH en el trapu roxu

También se midió el pH del pimentón, el cual es de 4.33.

A la vista de los resultados experimentales se puede observar que en el trapu blanco hay una adificación causada por la ausencia de pimentón. Por otra parte se observa, que el trapu roxu se estabilizan el pH, esto seguramente es debido por el efecto regular del pimentón.

4.4. Cenizas

Los datos experimentales obtenidos según la metodología del apartado 3.5, se muestran en la siguiente tabla. El contenido en cenizas se midió únicamente en la variedad trapu blanco para tiempos de maduración de 0 y 35 días. Para el cálculo de ceniza en base seca, se dividió la cantidad de ceniza en base húmeda entre la cantidad de extracto seco de cada muestra. Los datos de la cantidad de extracto seco se muestran en la tabla 3 del capítulo 4.2.

Tabla 7: cantidad de cenizas, expresado en %, en base húmeda y base seca.

Tiempo(días)	0	35
Base húmeda	1,49 ± 0,03	2,45 ± 0,11
Base seca	3,45	3,65

Se puede observar que el contenido en cenizas es prácticamente constante en base seca para todo el periodo de maduración.

4.5. Lípidos y grasas.

Los resultados de la cantidad de grasa determinados según el método descrito en el apartado 3.6, se muestran continuación. Para el cálculo de grasa en base seca, se dividió la cantidad de grasa en base húmeda entre la cantidad de extracto seco de cada muestra. Los datos de la cantidad de extracto seco se muestran en la tabla 3 del capítulo 4.2. Para la determinación de grasa se utilizó muestra de trapu blanco y trapu roxu de tiempo de maduración 0, 35 y 49 días. También se determinó la grasa en la leche y en la masa blanca.

Tabla 8: Porcentaje de grasa en leche y masa blanca, expresado en %, en base húmeda y base seca.

muestra	Leche	masa blanca
Base húmeda	3,54 ± 0,04	10,14 ± 0,58
Base seca	29,23	32,1

Tabla 9. Porcentaje de grasa en la fase de maduración, expresado en %, en base húmeda y base seca para trapu blanco.

Tiempo (días)	0	35	49
Base húmeda	21,05 ± 0,1	35,18 ± 0,13	42,57 ± 0,53
Base seca	52,41	52,12	55,95

Tabla 10. Porcentaje de grasa en la fase de maduración, expresado en %, en base húmeda y base seca para trapu roxo.

Tiempo (días)	0	35	49
Base húmeda	20,34 ± 0,06	34,51 ± 0,30	42,16 ± 1,10
Base seca	50,64	51,13	55,41

4.5.1. Cromatografía de gases

Siguiendo la metodología del apartado 3.6.1 los cromatogramas obtenidos en las muestras de trapu blanco y trapu rosu para los tiempos de maduración 0 y 63 días se muestran a continuación.

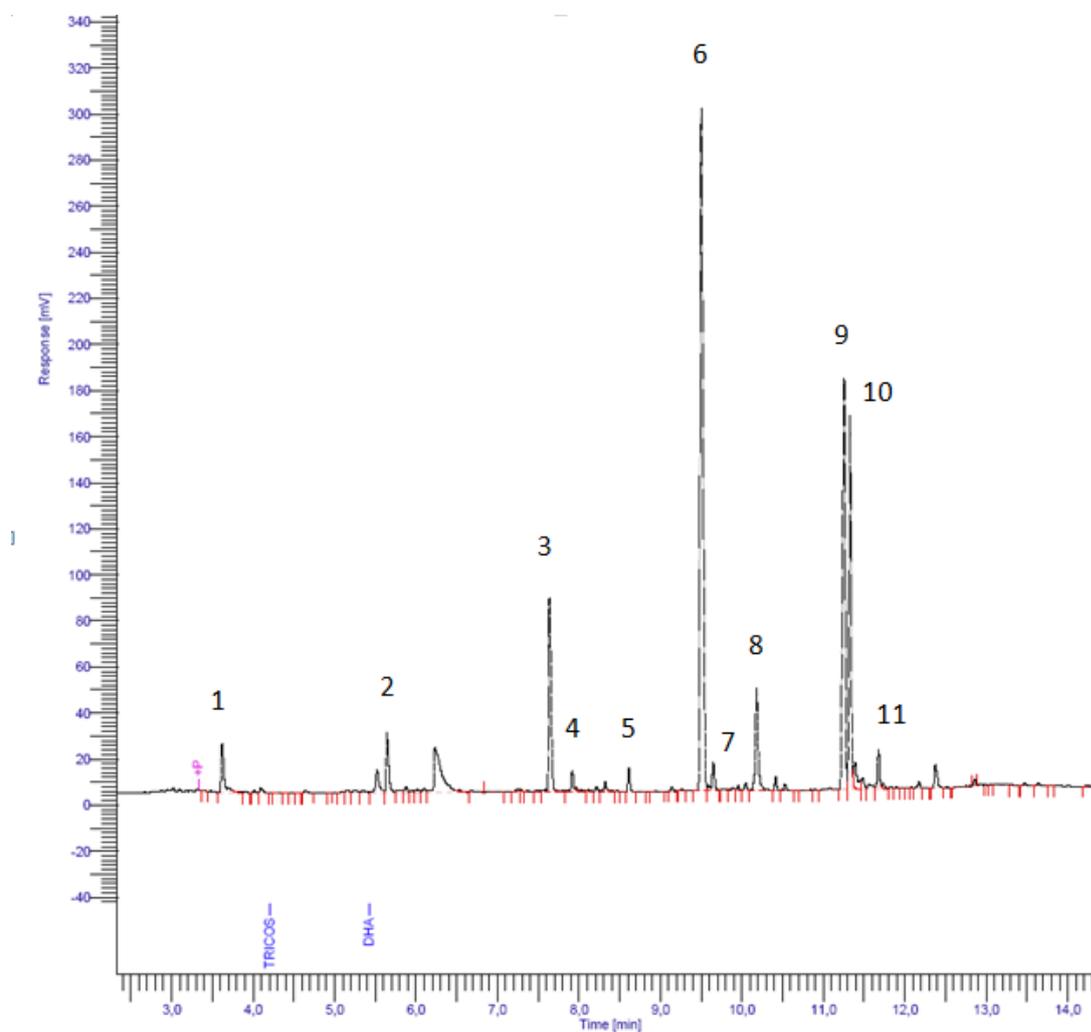


Figura 26: Cromatograma de gases de ácidos grasos para el trapu blanco a tiempo de maduración 0 días.

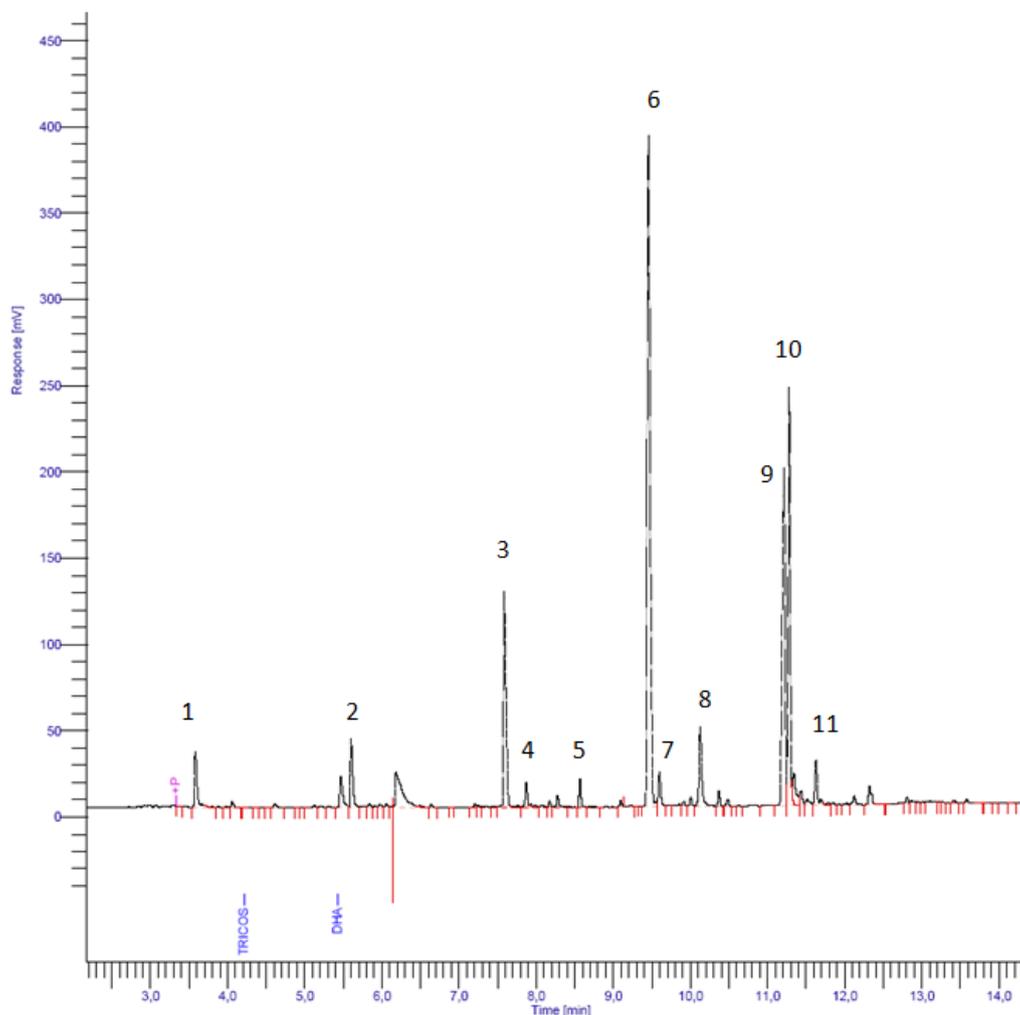


Figura 27: Cromatograma de gases de ácidos grasos para el trapu blanco a tiempo de maduración 63 días.

Tabla 11: Valores del área bajo la curva correspondiente con los ácidos grasos del cromatograma para tiempo de maduración 0 y 63 días de trapu blanco.

Tiempo de maduración(días)	0	63	
Número	Área (uV*sec)	Área (uV*sec)	% incremento
1	52803,23	76796,95	45,44
2	30843,30	51737,46	67,74
3	175019,08	277840,27	58,75
4	22042,84	31279,63	41,90
5	17351,35	27752,44	59,94
6	729143,50	1004969,83	37,83
7	30067,15	41738,07	38,82
8	107017,72	112776,94	5,38
9	420397,36	498274,85	18,52
10	273487,27	450340,43	64,67
11	34215,58	62806,29	83,56

Se observa que hay un incremento en el tamaño de los picos marcados entre la muestra de queso trapu blancu de 0 días y la de 63 días de maduración, entre ellos los que mayor aumento han experimentado son el 2, 5, 10 y 11. Este incremento en el área de los picos coincide con el proceso de lipólisis que se da al formarse ácidos grasos a medida que aumenta el tiempo de maduración.

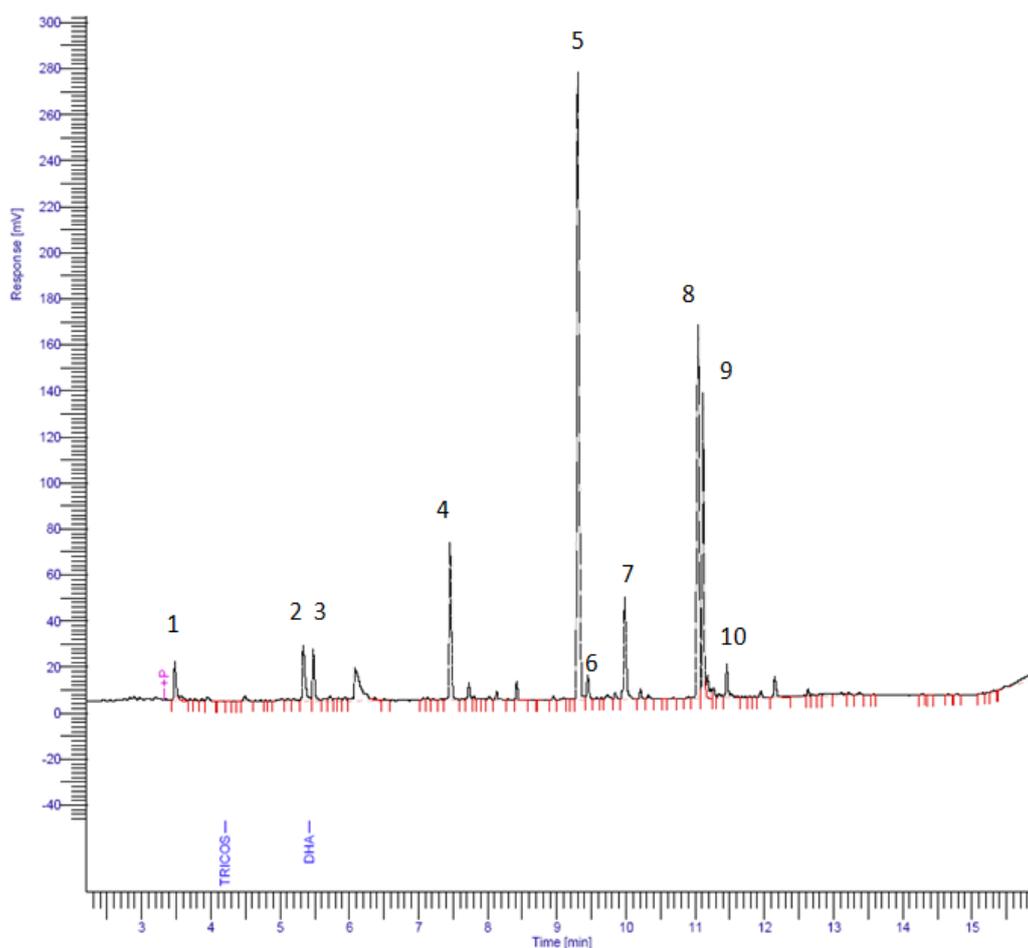


Figura 28: Cromatograma de gases de ácidos grasos para el trapu roxu a tiempo de maduración 0 días.

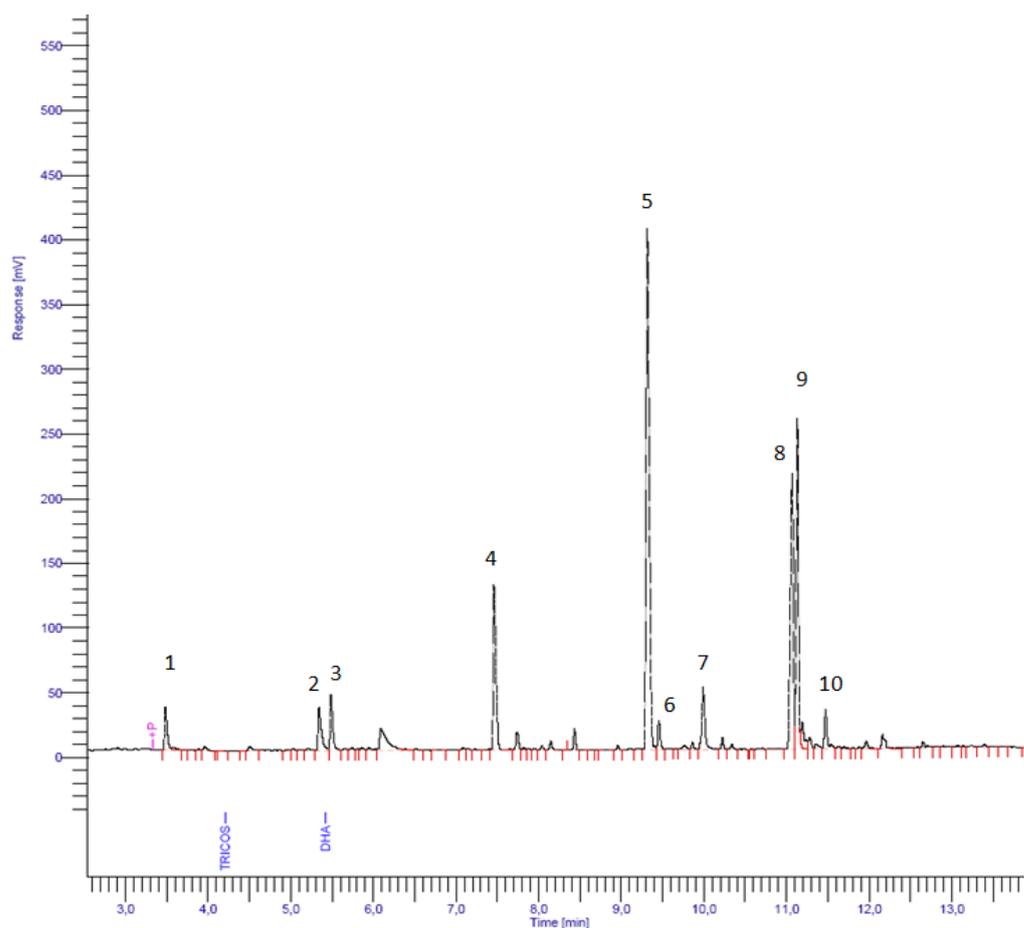


Figura 29: Cromatograma de gases de ácidos grasos para el trapu roxu a tiempo de maduración 63 días.

Tabla 12: Valores del área bajo la curva correspondiente con los ácidos grasos del cromatograma para tiempo de maduración 0 y 63 días de trapu roxu.

Tiempo de maduración(días)	0	63	
Número	Área (uV*sec)	Área (uV*sec)	% incremento
1	36981,31	73778,53	99,50
2	66547,38	93586,34	40,63
3	92898,87	109588,95	17,97
4	145050,87	289218,12	99,39
5	640769,94	1048253,07	63,59
6	24504,26	47564,84	94,11
7	105496,37	123501,98	17,07
8	389510,30	523407,23	34,38
9	219305,51	468073,49	113,43
10	35866,52	30019,72	-16,30

En este caso, también se observa un incremento del tamaño de los picos entre el tiempo de 0 días y 63 días de maduración, excepto en el pico 10 que disminuye. Los

picos que mayor aumento experimentan son 1, 6 y 9. Esto es debido al proceso de lipólisis que tiene lugar en el proceso de maduración.

4.6. Proteínas

Los resultados de cantidad de proteínas totales determinados según la metodología descrita en el apartado 3.7, se muestran a continuación. Los datos están expresados en tanto por ciento, tanto en base humedad como en base seca. Para el cálculo de proteínas en base seca, se dividió la cantidad de proteínas en base humedad entre la cantidad de extracto seco de cada muestra. Los datos de cantidad de extracto seco se muestran en la tabla 3 del capítulo 4.2.

Tabla 13. Porcentaje de proteínas totales en la fase de elaboración, expresado en base húmeda y en base seca.

	Base húmeda	Base seca
Muestra	%proteínas	% proteínas
suero	1,02 ± 0,09	15,11
leche	3,54 ± 0,27	29,20
masa blanca	11,52 ± 0,29	36,42
masa pimentón	11,97 ± 0,35	37,79

Tabla 14. Porcentaje de proteínas totales en la fase de maduración, expresado en %, en base húmeda.

Tiempo (días)	0	7	21	35	49	63
trapu blancu	16,15 ± 0,97	17,30 ± 1,47	23,18 ± 0,4	26,58 ± 0,59	29,95 ± 0,14	30,49 ± 0,14
trapu roxu	15,57 ± 0,12	18,78 ± 1,47	26,3 ± 0,15	27,28 ± 0,82	30,81 ± 0,74	32,32 ± 0,27

Tabla 15. Porcentaje de proteínas totales en la fase de maduración, expresado en %, en base seca.

Tiempo (días)	0	7	21	35	49	63	Valor medio
trapu blancu	37,37	38,06	38,54	39,38	39,3	40,19	39,03
trapu roxu	35,56	40,41	39,13	38,4	39,67	39,45	38,20

4.6.1. Electroforesis

Los resultados de electroforesis obtenidos, según la metodología descrita en el apartado 3.7.1, se muestran a continuación.

En primer lugar se realizó una electroforesis SDS-PAGE, pero no se lograron separar bien las bandas. En la figura---, se puede ver los geles para trapu blanco (A) y para trapu roxo (B), donde se hizo un seguimiento de las proteínas en la fase de maduración. En ambos geles apenas se ven diferencias en la evolución de las proteínas, pero si se pueden observar bien que proteínas hay.

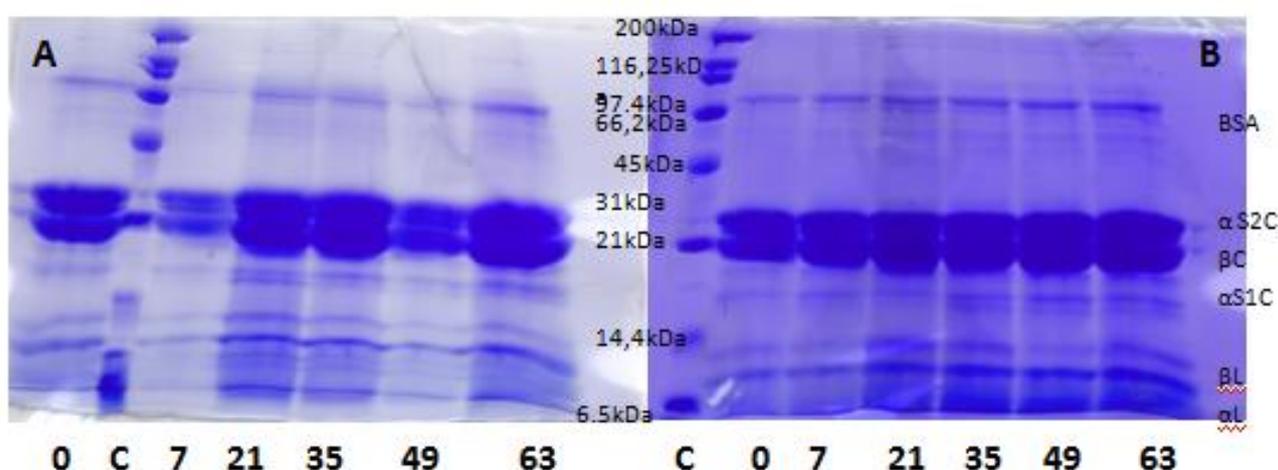


Figura 30: geles electroforesis SDS-PAGE en la fase de maduración, para trapu blanco(A) y trapu roxo (B)

Como en el gel de SDS-PAGE no se observó diferencia entre las bandas a lo largo del periodo de maduración, se hizo un gel de electroforesis UREA-PAGE para las caseínas del queso, en el que las bandas quedan más separadas, y se observa la evolución con el tiempo de maduración. Se ve que hay una mayor formación de bandas, por tanto de péptidos, por lo que tiene lugar la proteólisis. El control no se ve bien, por lo que no se puede identificar que es cada banda en este caso, pero si su evolución.

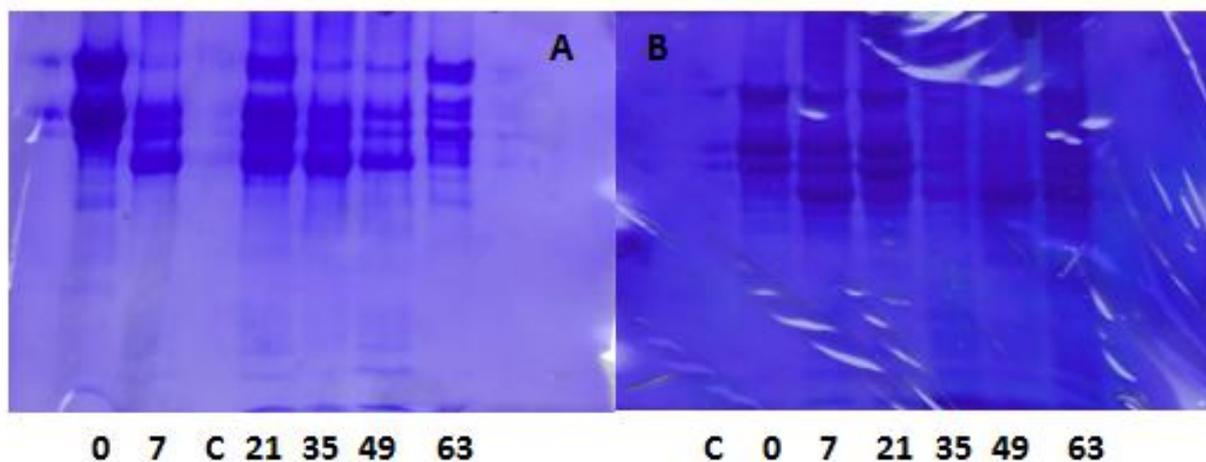


Figura 31: geles electroforesis UREA-PAGE en la, fase de maduración, de caseínas para trapu blancu(A) y trapu roxu (B)

Se hizo un gel de UREA-PAGE de sustrato liofilizado de queso tanto para trapu blancu como trapu roxu, el gel solo es de la muestra de 0 días(B0) y 63 días(B5) de maduración para trapu blancu y de 0 días(P0) y 63 días(P5) de maduración para trapu roxu. En este gel se aprecia más la formación de péptidos y por tanto, el fenómeno de proteólisis.

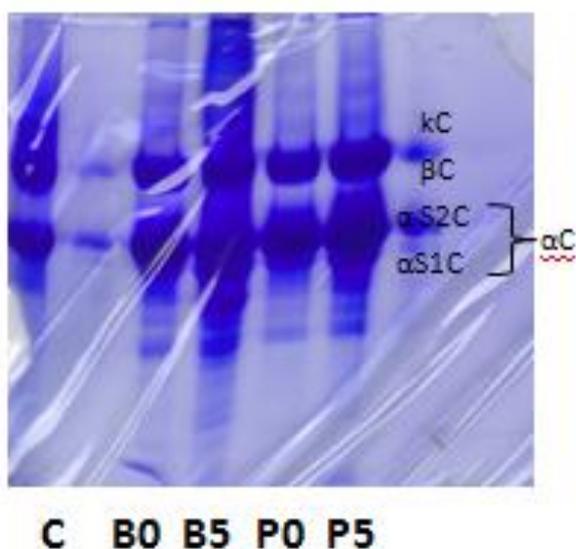


Figura 32: gel electroforesis UREA-PAGE en la, para tiempo de maduración 0 días y 63 días, de extracto de queso liofilizado para trapu blancu y trapu roxu.

4.6.2. Cromatografía FPLC

Los datos obtenidos por cromatografía FPLC según la metodología descrita en el apartado 1.8.2, se muestran a continuación.

En el siguiente cromatograma de FPLC se observa la evolución de los picos entre la muestra de trapu blanco de tiempo 0 días (rojo) y 63 días (azul), se ve que hay un claro incremento de los mismos.

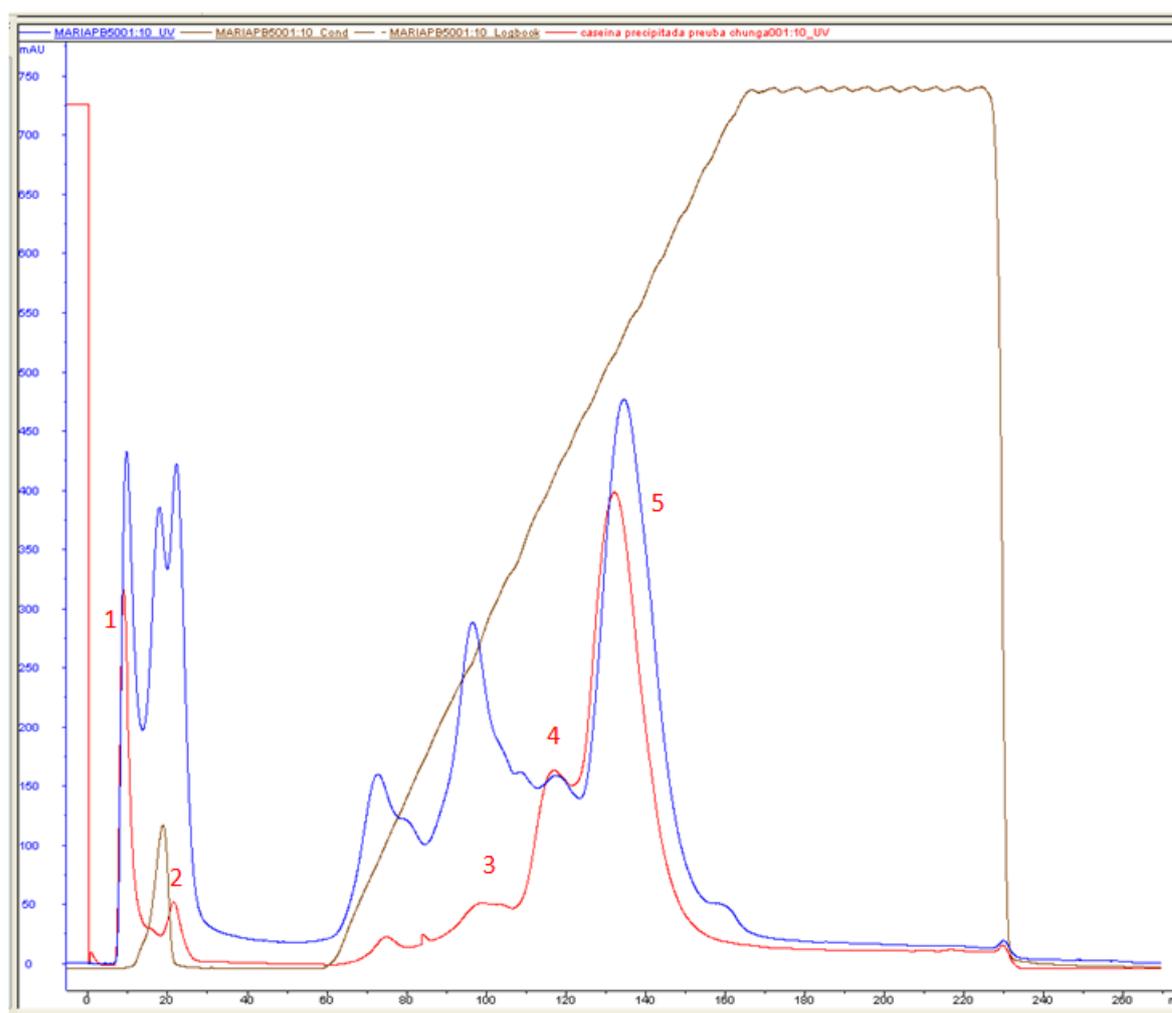


Figura 33: cromatograma de FPLC, para trapu blanco, en 0 días de maduración (color rojo) y 63 días de maduración (color azul)

Para la muestra de tiempo 0 días de maduración se hizo un gel de electroforesis con cada uno de los picos, para identificar de qué proteína se trataba.

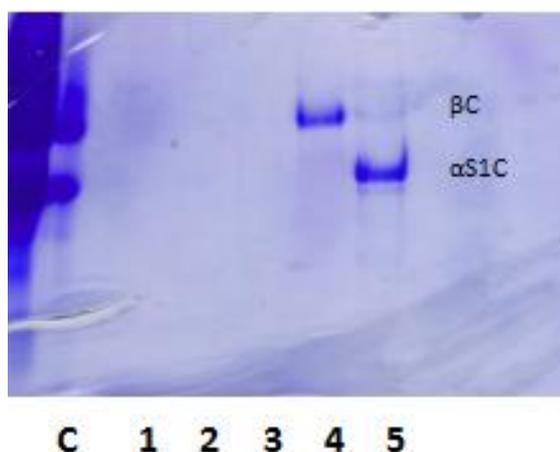


Figura 34: gel de electroforesis para el diagrama de FPLC

En el gel solo se pueden identificar dos picos, el 4 y 5, para el resto puede que la concentración no fuera lo suficientemente alta para la aplicación de electroforesis.

4.7. Lactosa

Según la metodología del apartado 3.8, los datos experimentales de lactosa se muestran en la siguiente tabla. En este caso, solo se analizó la muestra a tiempo 0 días de maduración y a 63 días de maduración para cada variedad.

Tabla 16: Porcentaje de lactosa en base seca para trapu blanco y trapu roxu.

Tiempo(días)	0	63
Trapu blanco	7,58	3,71
Trapu roxu	4,44	4,31

4.8. Seguimiento microbiológico

Los resultados experimentales para el seguimiento microbiológico de mesófilos totales, lactobacillus y lactococcus, obtenidos mediante la metodología descrita en el capítulo 3.9 se muestran a continuación.

Tabla 17. Seguimiento microbiológico para trapu blanco en la fase de maduración

Tiempo(días)	0	7	21	35	49	63
mesofilos totales	6,00E+07	7,00E+08	9,00E+08	3,00E+08	5,00E+07	8,00E+07
lactobacillus	2,00E+07	2,00E+08	4,00E+08	2,00E+08	2,00E+07	4,00E+07
lactococcus	5,00E+07	6,00E+08	7,00E+08	1,00E+08	2,00E+07	4,00E+07

Tabla 18. Seguimiento microbiológico para trapu roxu en la fase de maduración

Tiempo (días)	0	7	21	35	49	63
mesofilos totales	1,00E+08	1,00E+09	4,00E+08	6,00E+08	6,00E+07	6,00E+07
lactobacilus	6,00E+07	5,00E+08	2,00E+08	4,00E+08	3,00E+07	5,00E+07
lactococcus	7,00E+07	8,00E+08	3,00E+08	3,00E+08	2,00E+07	2,00E+07

En las gráficas siguientes se puede observar la tendencia que siguen estos resultados

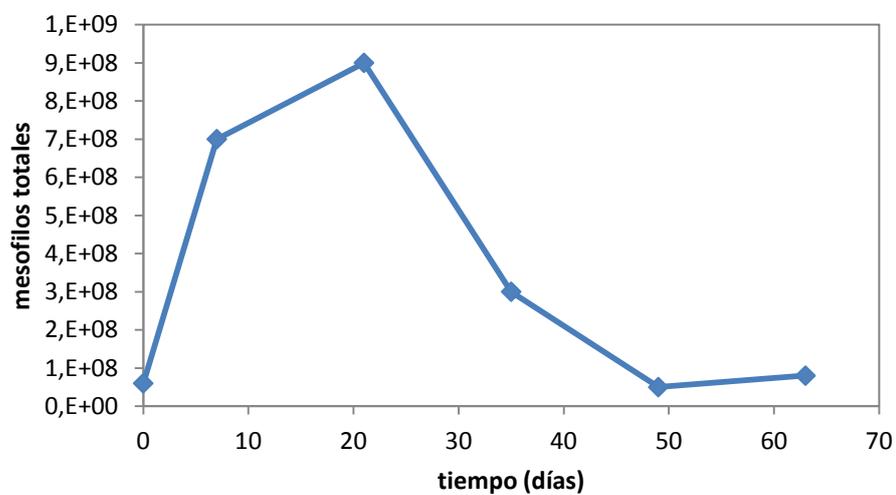


Figura 35. Evolución de los mesófilos totales en el trapu blanco en la fase de maduración

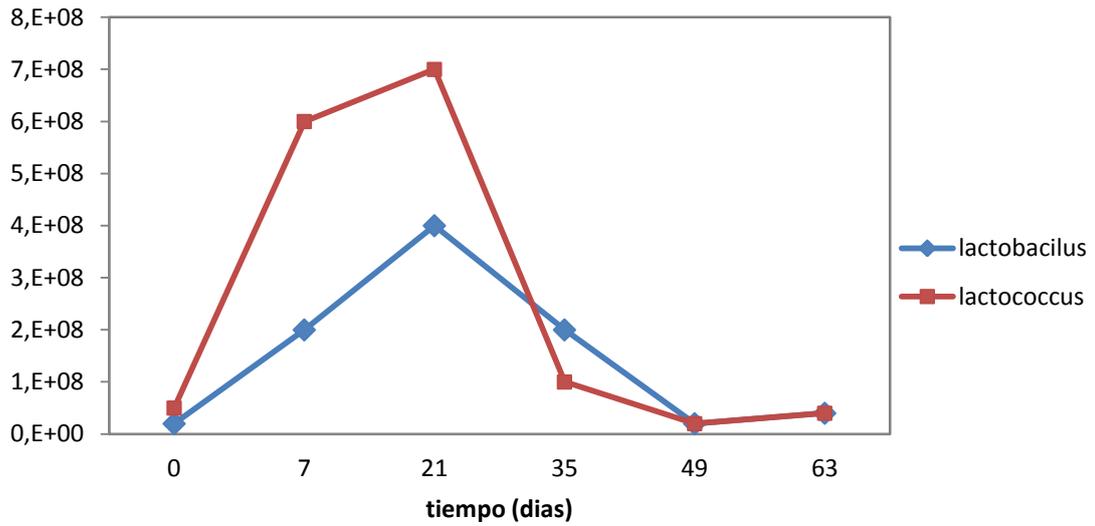


Figura 36. Evolución de los lactobacillus y lactococcus en el trapu blancu en la fase de maduración

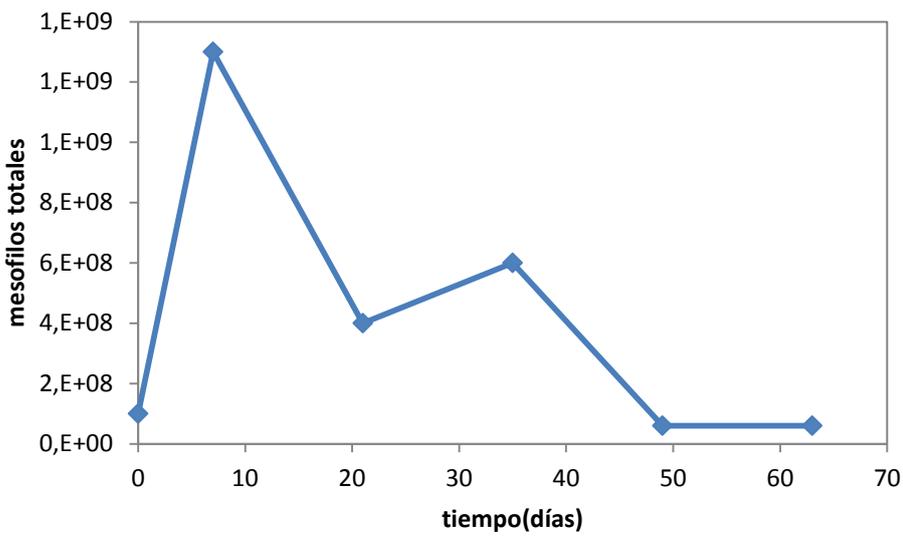


Figura 37. Evolución de los mesofilos totales en el trapu roxu en la fase de maduración

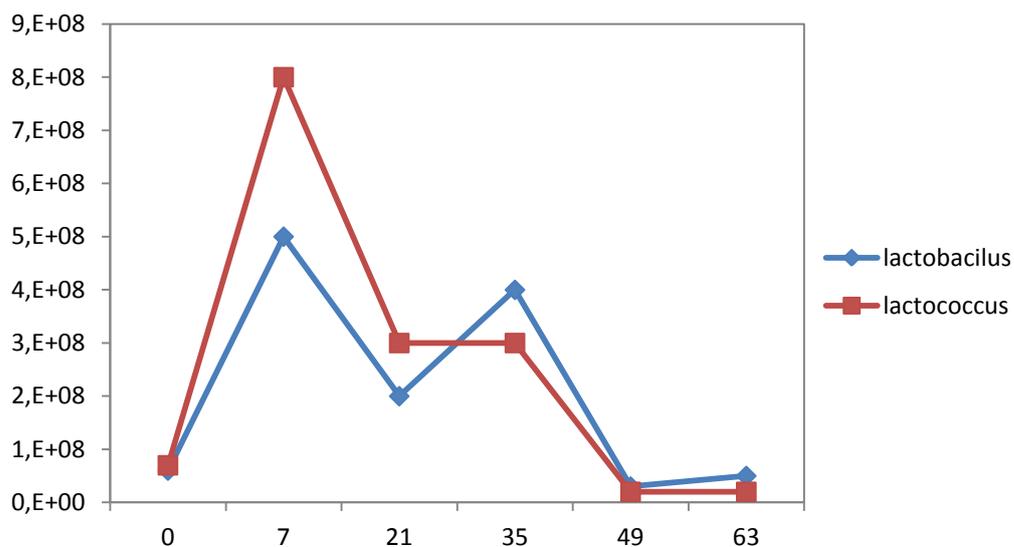


Figura 38. Evolución de los lactobacillus y lactococcus en el trapu roxu en la fase de maduración

Mientras se hicieron estos cultivos se observó la aparición de un hongo, el hongo *Geotrichum Candidum*. El cual era más abundante en el trapu blanco que el trapu roxu.

En las siguientes imágenes se puede observar la diferencia de cantidad de hongo entre las dos variedades, para una muestra de igual dilución.

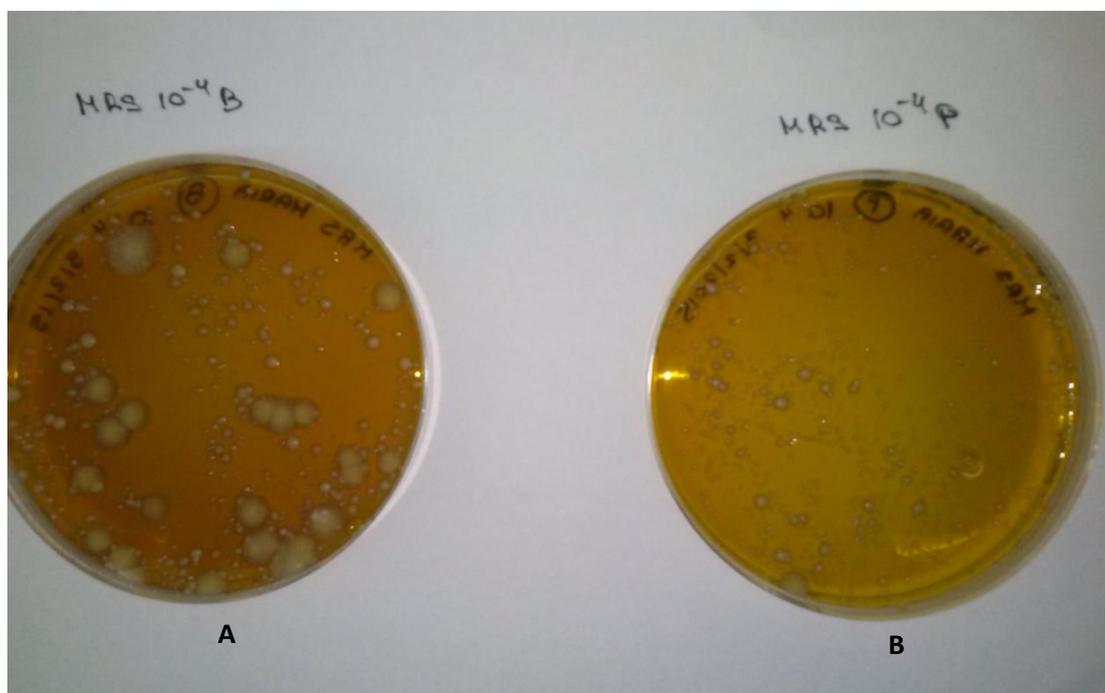


Figura 39: Diferencia en la cantidad de hongo *Geotrichum Candidum* entre las dos variedades

Como se puede observar en la imagen cultivando en el mismo medio y a la misma concentración, en la placa A, que pertenece a una muestra de trapu blancu hay más concentración de hongo que en la B que es de trapu roxu. Esto se puede atribuir a las propiedades fungicidas del pimentón. También se observó que la concentración del hongos disminuye con el tiempo, seguramente porque disminuye la cantidad de humedad del queso y por tanto su actividad del agua.

En las gráficas se observa que la mayor concentración de bacterias es en el trapu blancu a los 21 días mientras que en trapu roxu a los 7 días. Esto puede ser debido a que en el trapu blancu hay más concentración de hongos que compiten por el sustrato, por ello se retarda su crecimiento. En el trapu roxu, la concentración de hongos es menor debido al efecto fungicida de la capsaicina, componente del pimentón²⁰ por ello el desarrollo de las bacterias tiene lugar primero.

También se puede ver que después de que la concentración de bacterias alcanza un máximo su tendencia es al disminuir hasta un valor constante aproximadamente.



Figura 40. Hongo Geotrichum candidum

4.8.1. Citometría

Según la metodología seguida en el capítulo 3.9.1, se obtienen las siguientes gráficas, donde A es el queso en un periodo inicial de maduración de 0 a 5 días y B es el queso a 63 días de maduración.

- **Trapu blanco**

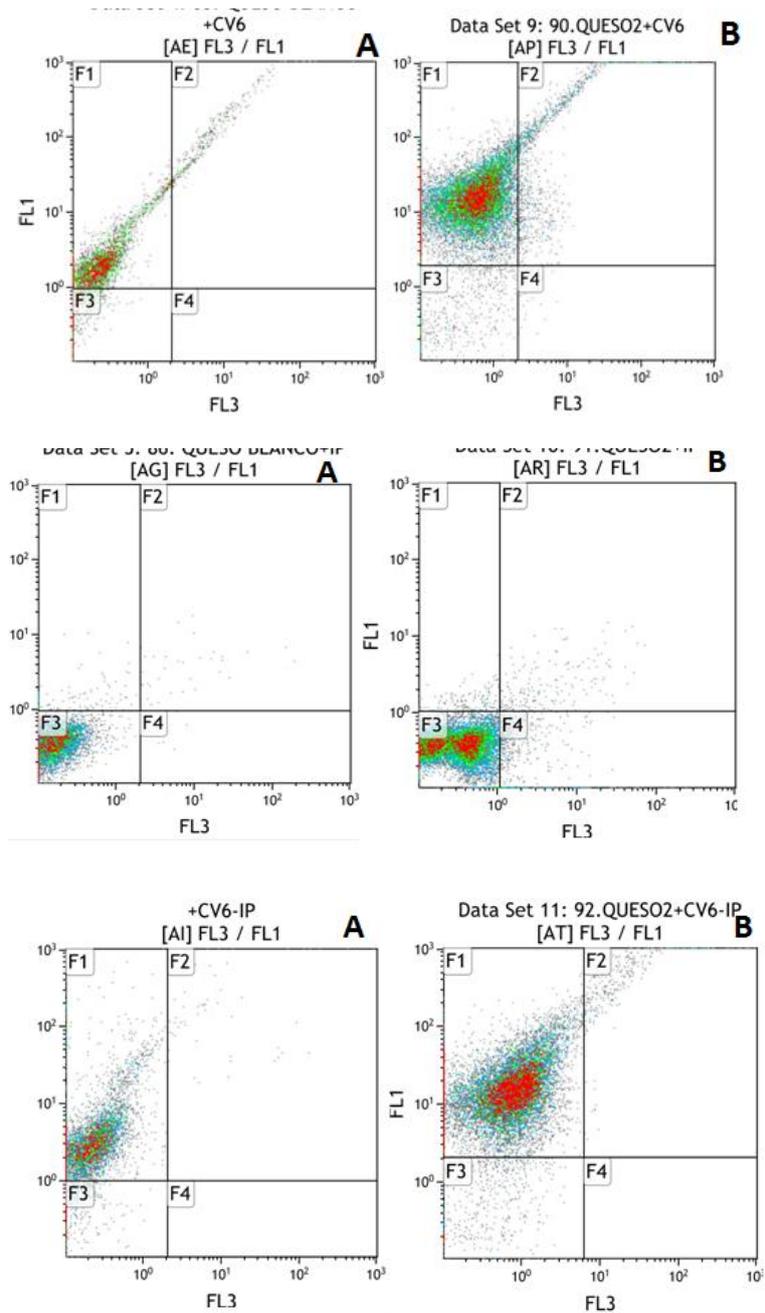


Figura 41: citometría trapu blanco

- Trapu roxu

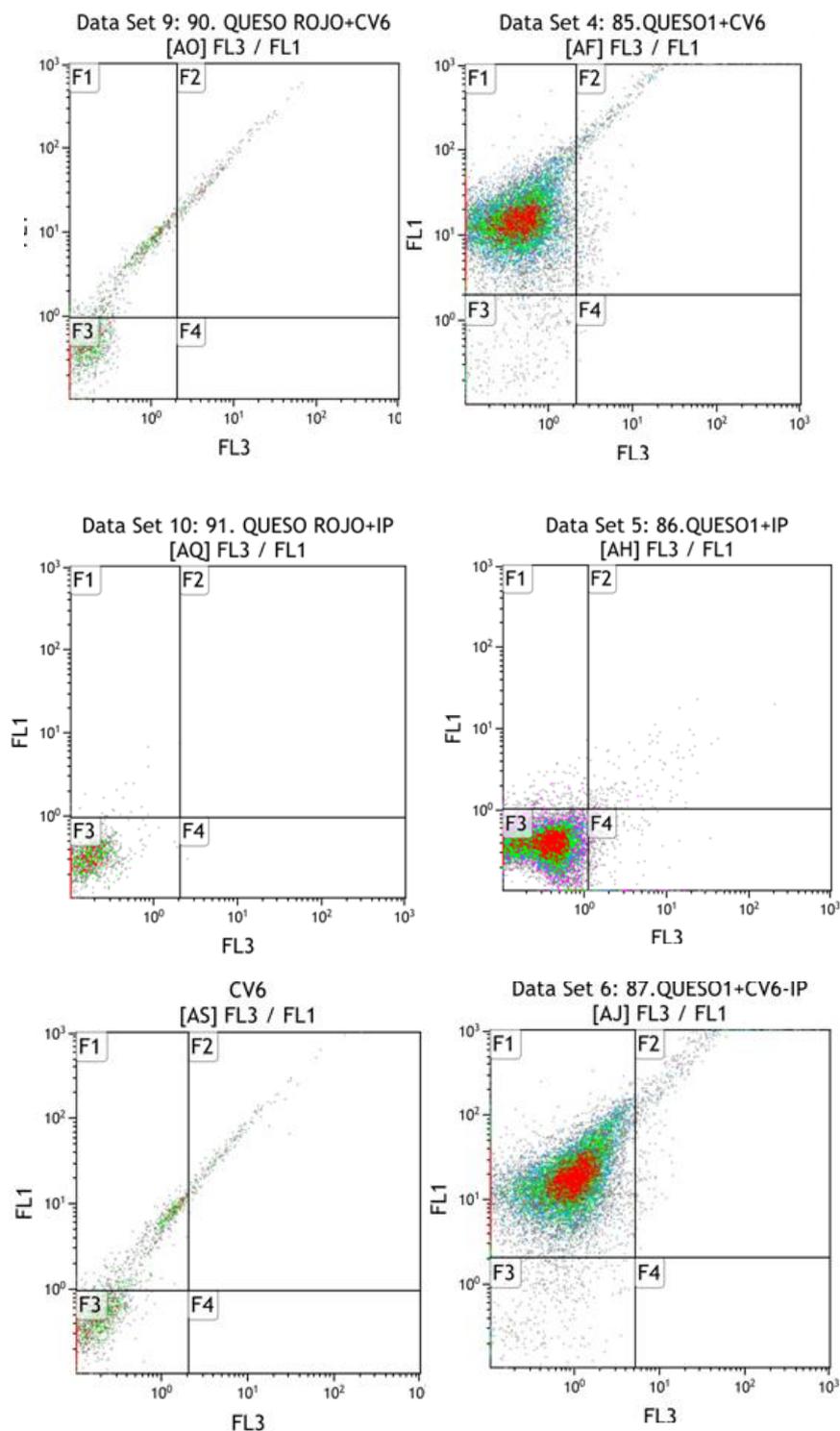


Figura 42: citometría trapu roxu

Tanto para el trapu roxo como para el trapu blanco se observan que las bacterias continúan activas a 63 días de maduración.

4.9. Análisis y evolución textural

Según la metodología descrita en el apartado 3.10, los datos de textura obtenidos para la etapa de maduración se muestran en las siguientes gráficas. Cada dato es la media de 10 medidas distintas. Y se ha realizado la medida tanto en el interior del queso como en la corteza. En la corteza se comenzó a medir a partir de los 7 días de maduración, que es cuando se comenzó a observar su formación.

En todos los casos se observa que la dureza aumenta con el tiempo mientras que la adhesividad disminuye. Ambos parámetros presentan una tendencia polinómica.

- **Trapu blanco**

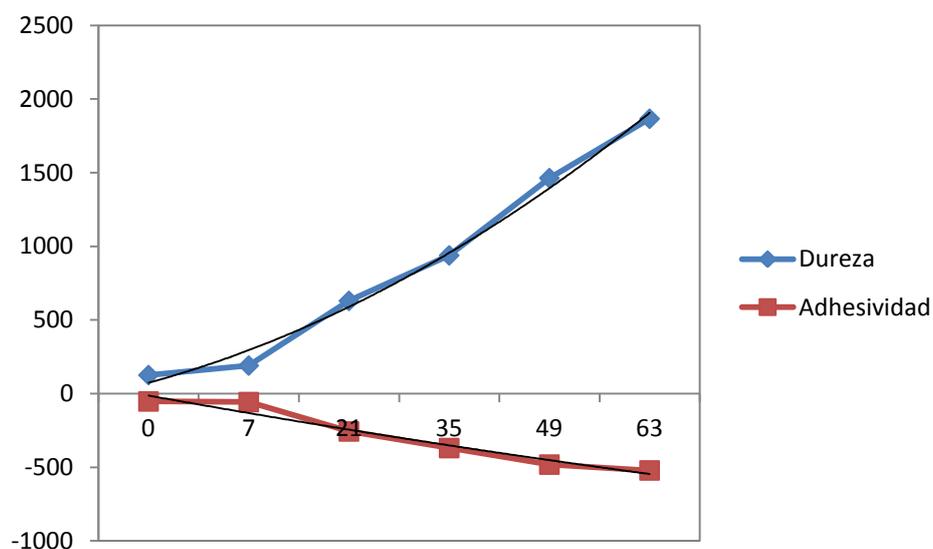


Figura 43: Evolución textural en el interior de trapu blanco.

Los datos de la dureza se ajustan a la siguiente ecuación con un coeficiente de correlación, $R^2 = 0.9909$

$$\text{Dureza} = 36,322t^2 + 112,24t - 74,535$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

La evolución de la adhesividad se corresponde con la ecuación que se muestra a continuación, presentado un coeficiente de correlación, $R^2 = 0,9561$

$$Adhesividad = 3,0674t^2 - 127,99t + 111,77$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

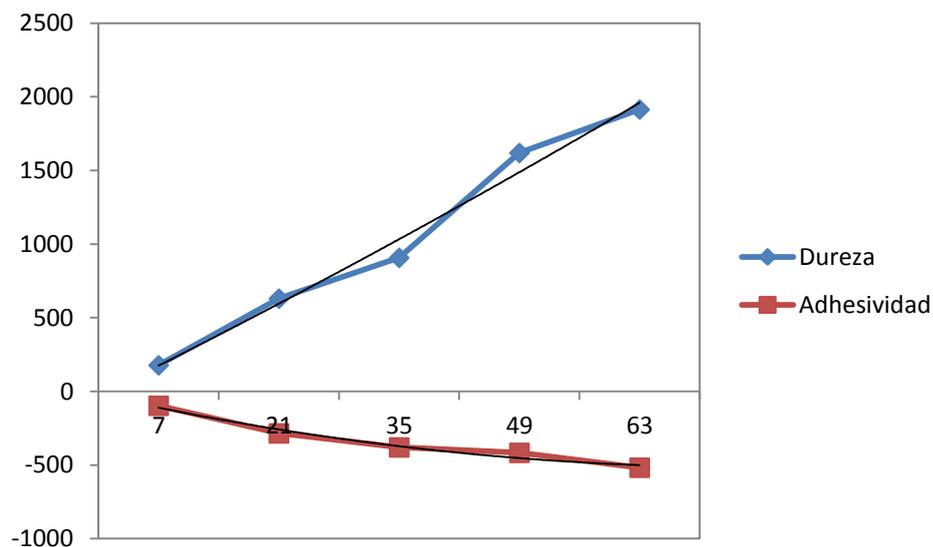


Figura 44: Evolución textural en la corteza de trapu blanco.

La dureza se corresponde con la siguiente ecuación, con un $R^2 = 0,9821$

$$Dureza = 8,5215t^2 + 394,97t - 228,88$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

Mientras que la adhesividad se ajusta a la ecuación mostrada a continuación, con un $R^2 = 0,9746$

$$Adhesividad = 16,557t^2 - 196,62t + 68,819$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

- **Trapu roxu**

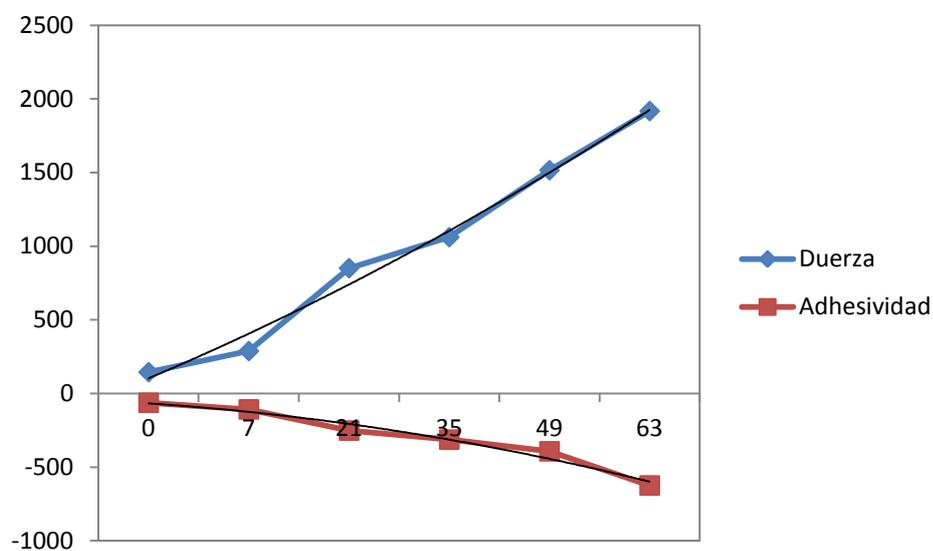


Figura 45: Evolución textural en el interior de trapu roxu.

La dureza se ajusta a la ecuación siguiente, con un coeficiente de correlación, $R^2 = 0.9872$

$$Dureza = 15,308t^2 + 257,23t - 169,63$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

La adhesividad corresponde a la siguiente ecuación, con $R^2 = 0,9732$

$$Adhesividad = -12,12t^2 - 21,431t - 33,316$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

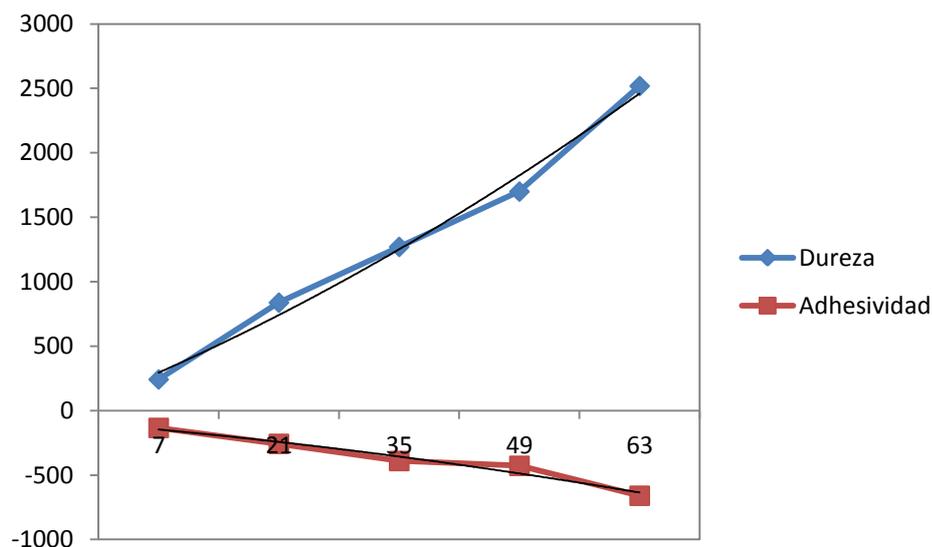


Figura 46: Evolución textural en la corteza de trapu roxu.

La dureza se ajusta a la siguiente curva con un coeficiente de correlación, $R^2=0,9895$

$$Dureza = 31,601t^2 + 351,79t - 88,903$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

La adhesividad sigue una tendencia que se muestra en la siguiente ecuación con $R^2=0,9638$

$$Adhesividad = -8,6156t^2 - 70,614t - 66,987$$

Donde,

t, es el tiempo expresado en días

4.10. Análisis organoléptico

Los resultados obtenidos del análisis organoléptico descrito en el apartado 3.11 se muestran a continuación. Como referencia en cada uno de los casos se tomo un queso de trapu, hecho en las mismas condiciones, con 3 días de maduración. La referencia para cada parámetro se muestra en la tabla 19. Para los parámetros de textura (dureza, fracturabilidad y adhesividad), de sabor (salado, amargo, picante y ácido) y de aroma la valoración se hace de 0 a 9. Mientras que para la aceptabilidad general se hace de 1 a 5, siendo 1 muy poca aceptabilidad y 5 muy buena.

Tabla 19. Referencias de los parámetros valorados

Dureza	3	Ácido	5	Amargo	5
Adhesividad	6	Salado	5	Aroma	5
Fracturabilidad	3	Picante	5		

- Queso trapu blancu.

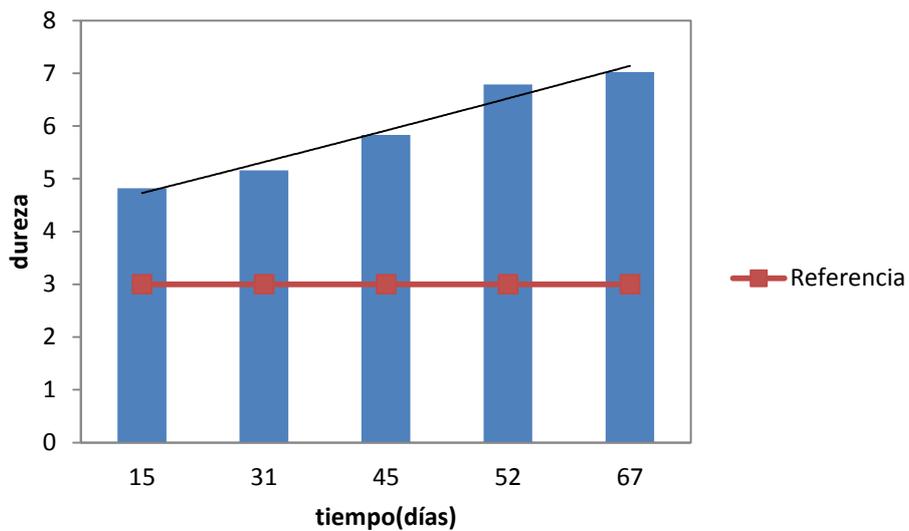


Figura 47. Evolución sensorial de la dureza en la fase de maduración para trapu blancu.

Los datos obtenidos del análisis sensorial de la dureza pueden ajustarse a la curva polinómica:

$$Dureza = 0.0051t^2 + 0.5723t + 4.1512$$

Con un coeficiente de correlación de 0.9674

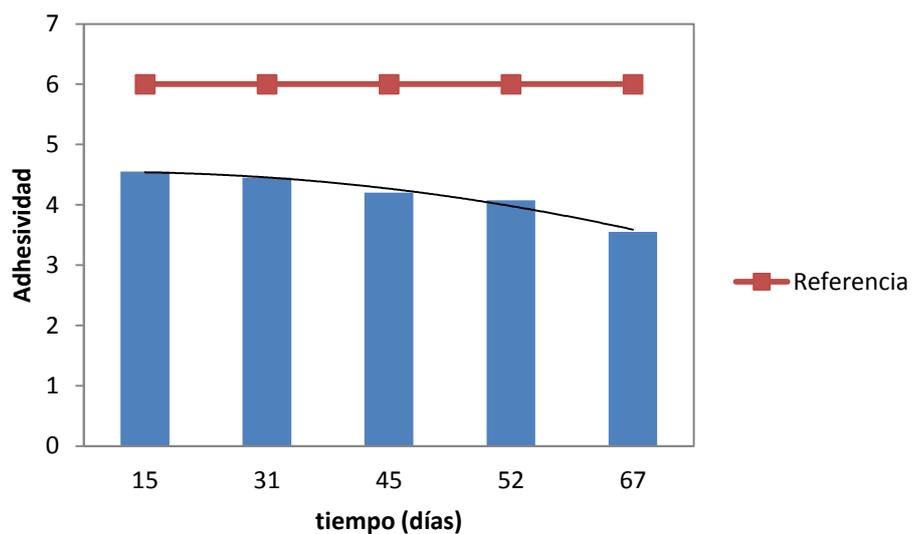


Figura 48. Evolución sensorial de adhesividad en la fase de maduración trapu blanco.

Los datos obtenidos se ajustan a la curva polinómica:

$$Adhesividad = -0.0511t^2 + 0.069t + 4.5203$$

Con un coeficiente de correlación 0.9758

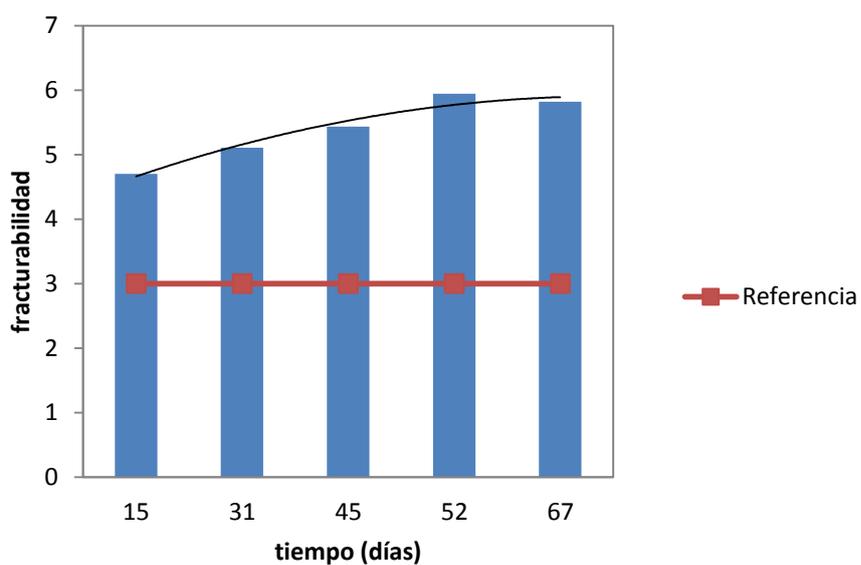


Figura 49. Evolución sensorial de la fracturabilidad en la fase de maduración trapu blanco.

Los datos se ajustan a la curva:

$$Fracturabilidad = -0.0625t^2 + 0.6827t + 4.0411$$

Con un coeficiente de correlación 0.956.

Se observa que la dureza y la fracturabilidad aumentan con el tiempo mientras que la adhesividad disminuye.

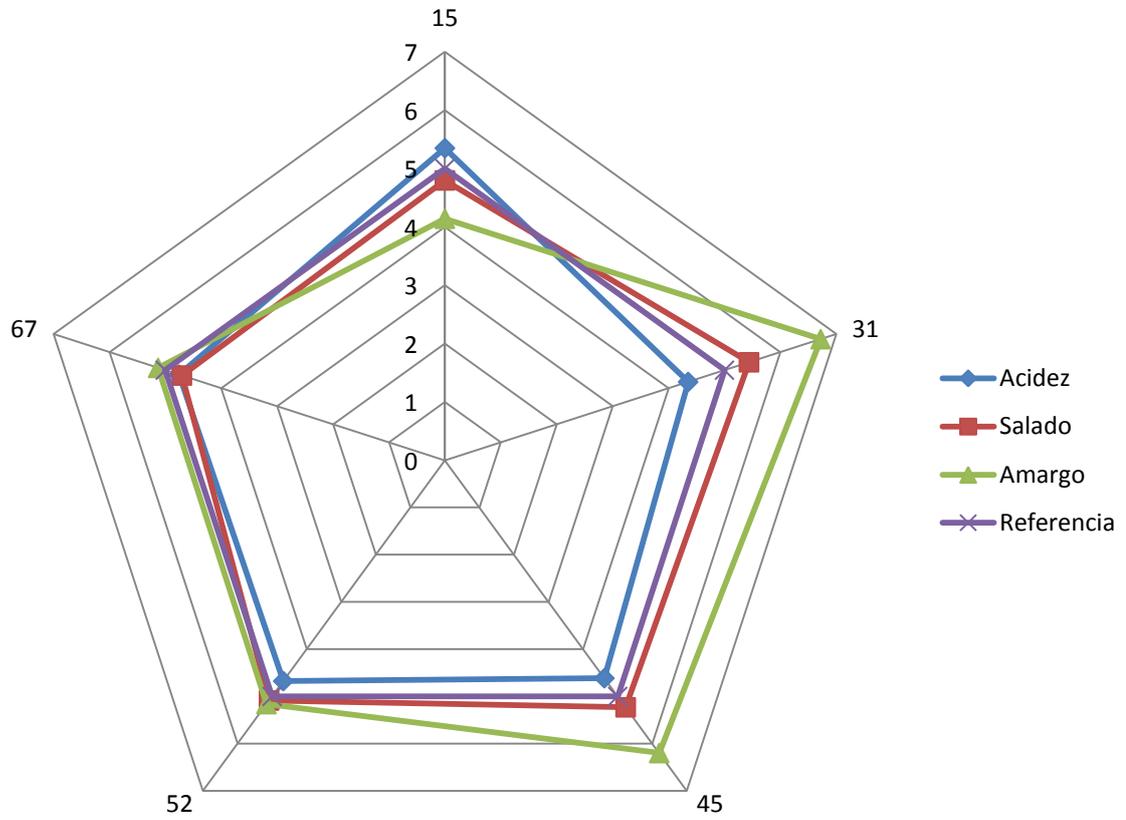


Figura 50. Evolución sensorial de los distintos sabores en la fase de maduración trapu blanco.

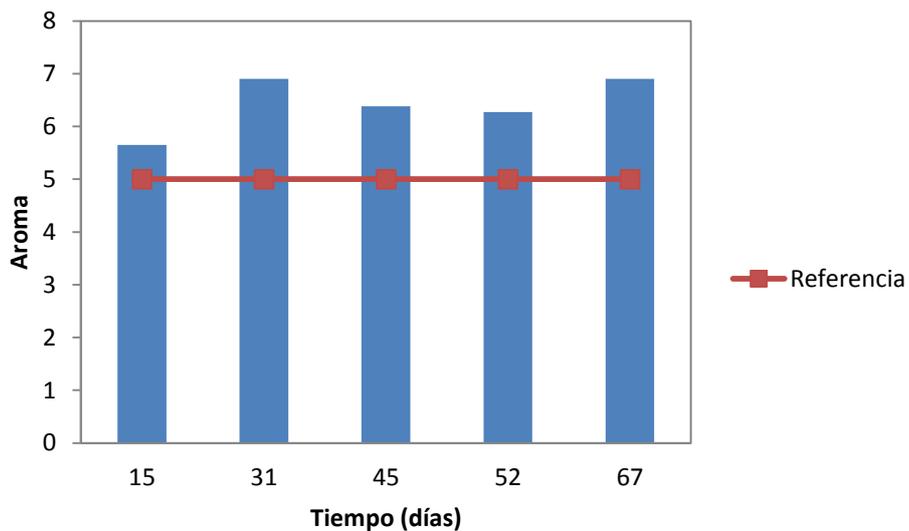


Figura 51. Evolución sensorial del aroma en la fase de maduración trapu blanco.

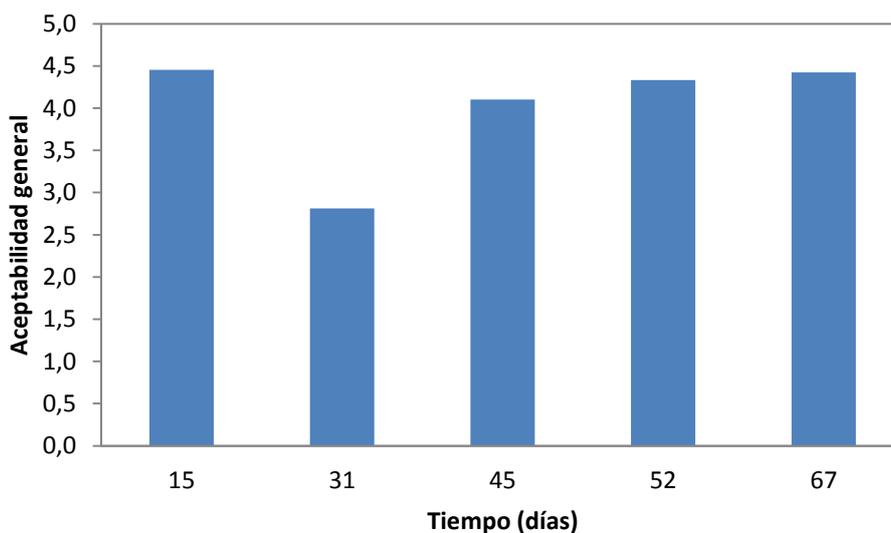


Figura 52. Evolución sensorial de la aceptabilidad general en la fase de maduración trapu blanco.

Se observa que cuando tiene menor aceptabilidad es cuando el sabor amargo es más predominante, que es a un tiempo de maduración de 31 días.

- Queso trapu roxu

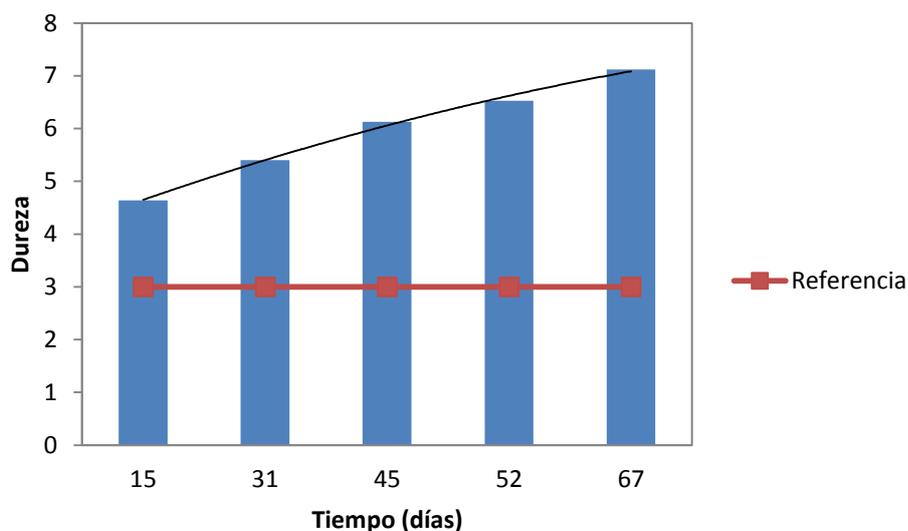


Figura 53. Evolución sensorial de la dureza en la fase de maduración para trapu roxu.

Los datos obtenidos del análisis sensorial de la dureza pueden ajustarse a la curva polinómica:

$$Dureza = -0.0478t^2 + 0.896t + 3.8$$

Con un índice de correlación de 0.9959

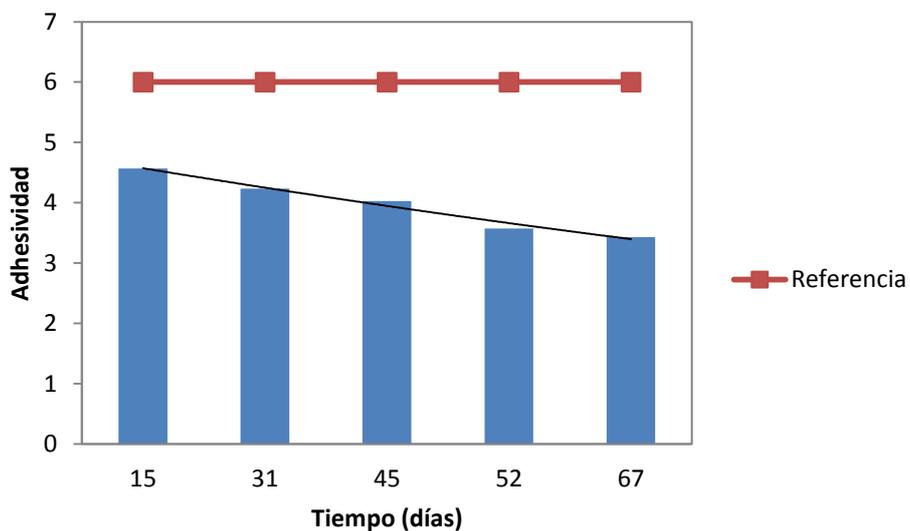


Figura 54. Evolución sensorial de la adhesividad en la fase de maduración trapu roxu.

La adhesividad presenta una tendencia polinómica, siguiendo la ecuación:

$$Adhesividad = 0.0094t^2 - 0.3501t + 4.9125$$

Con un coeficiente de correlación 0.9824

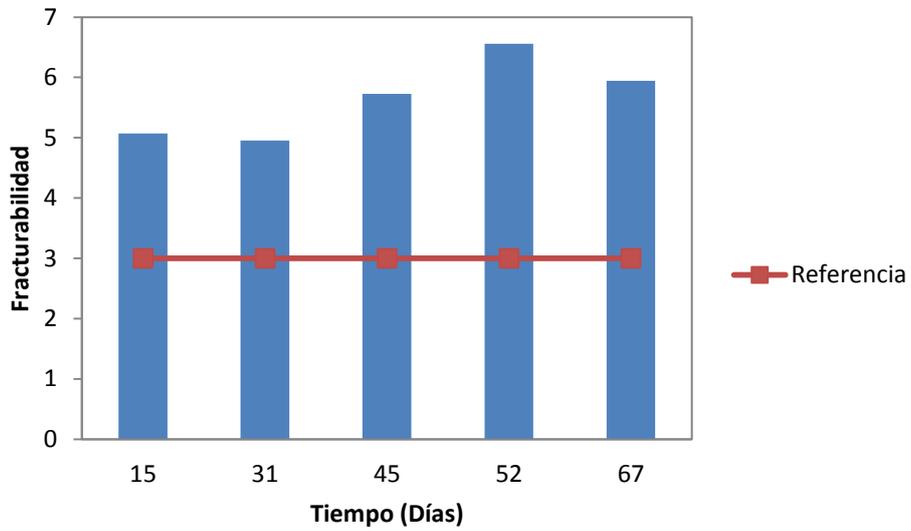


Figura 55. Evolución sensorial de la fracturabilidad en la fase de maduración trapu roxu.

Se puede observar claramente que la dureza aumenta con el tiempo de maduración mientras que la adhesividad disminuye.

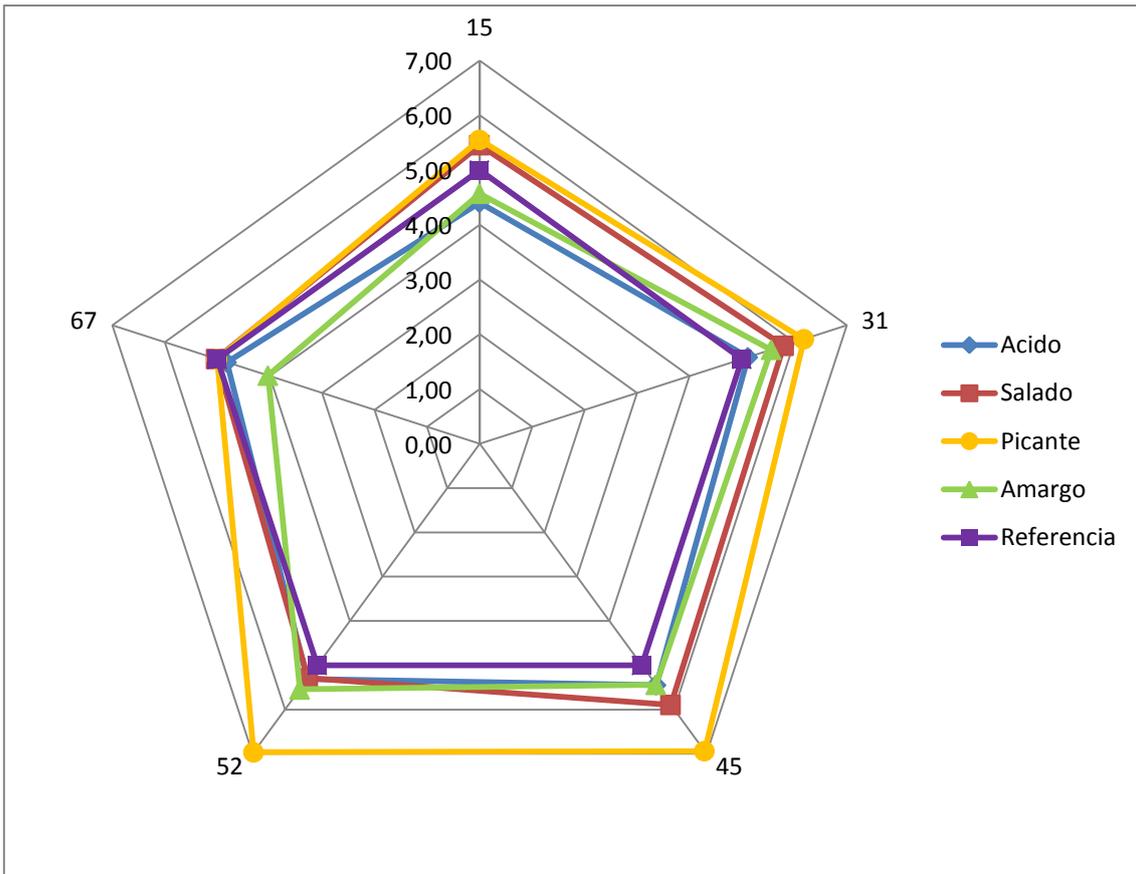


Figura 56. Evolución sensorial de los distintos sabores en la fase de maduración trapu roxu.

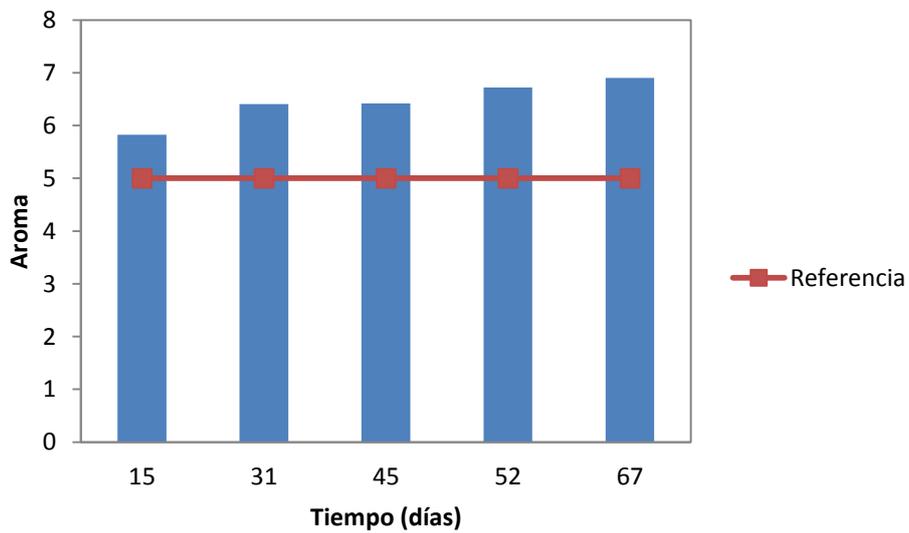


Figura 57. Evolución sensorial del aroma en la fase de maduración trapu roxu.

Se observa que la intensidad del aroma se incrementa con el tiempo.

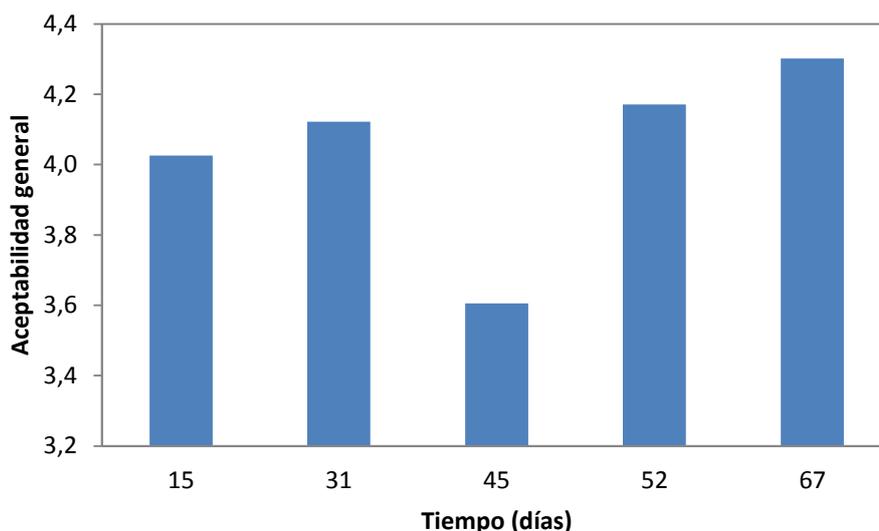


Figura 58. Evolución sensorial de la aceptabilidad general en la fase de maduración trapu roxu

A los 45 días de maduración tiene peor aceptabilidad, lo cual coincide con el predominio de un sabor amargo y resulta más salado. Pero también a los 52 días predomina este sabor pero presenta muy buena aceptabilidad.

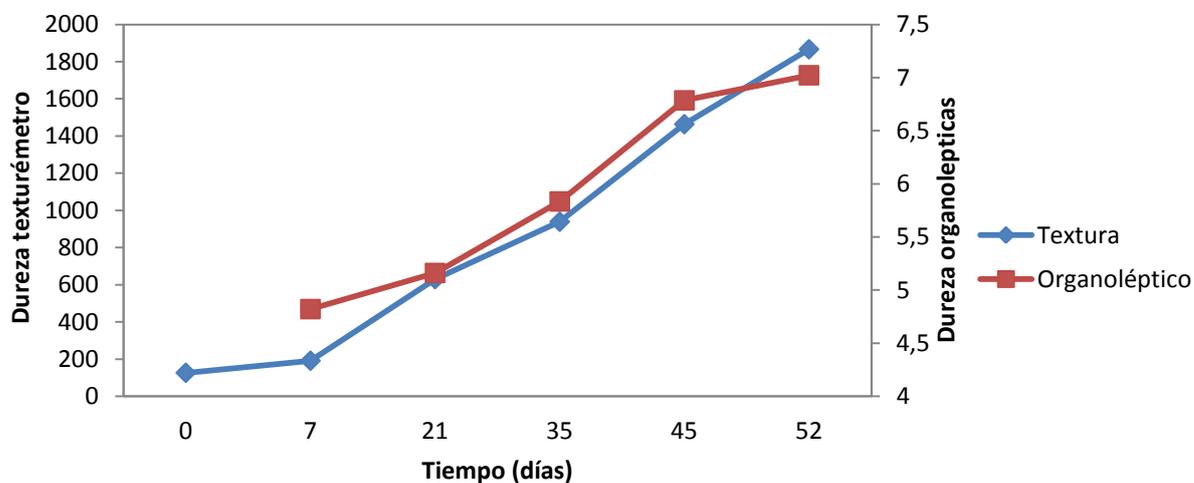


Figura 59: comparación de dureza entre análisis de textura y análisis organoléptico para trapu blancu

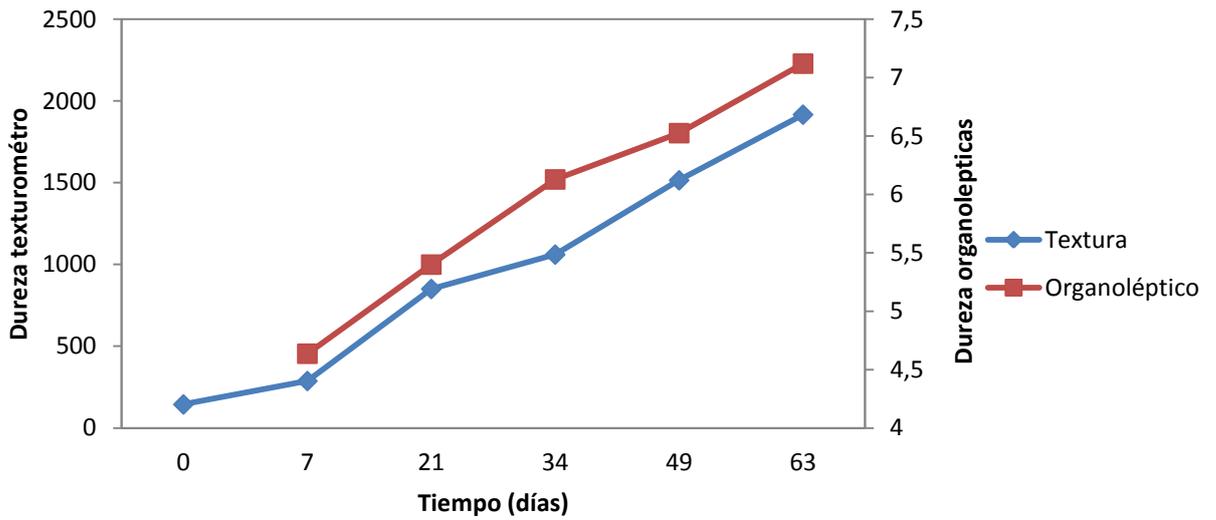


Figura 60: comparación de dureza entre análisis de textura y análisis organoléptico para trapu roxu.

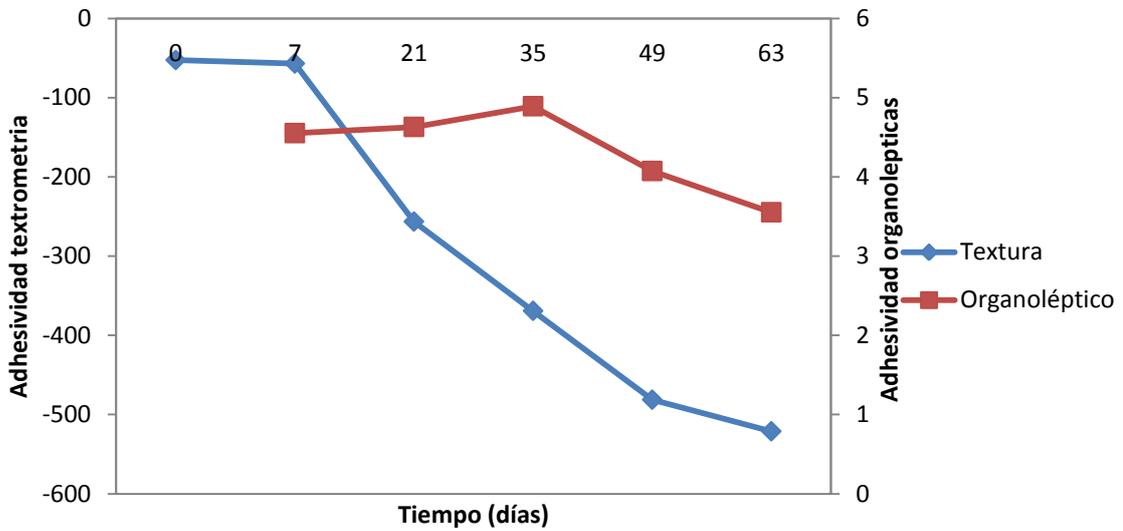


Figura 61: comparación de adhesividad entre análisis de textura y análisis organoléptico para trapu blancu

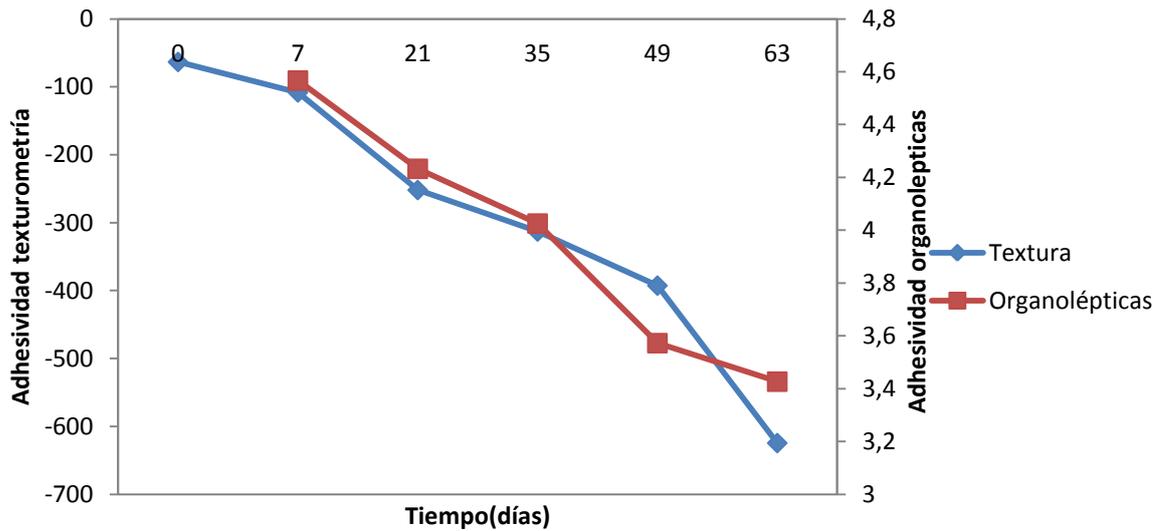


Figura 62: comparación de adhesividad entre análisis de textura y análisis organoléptico para trapu roxu

Cruzando los datos obtenidos en el análisis de texturometría con los del análisis organoléptico que en ambos casos las tendencias coinciden. En el caso de la dureza a aumentar con el tiempo de maduración, y en la adhesividad a disminuir con el tiempo de maduración. No lo hacen en las mismas proporciones, y en el caso de trapu roxu se observa que la tendencia es más clara en ambos casos.

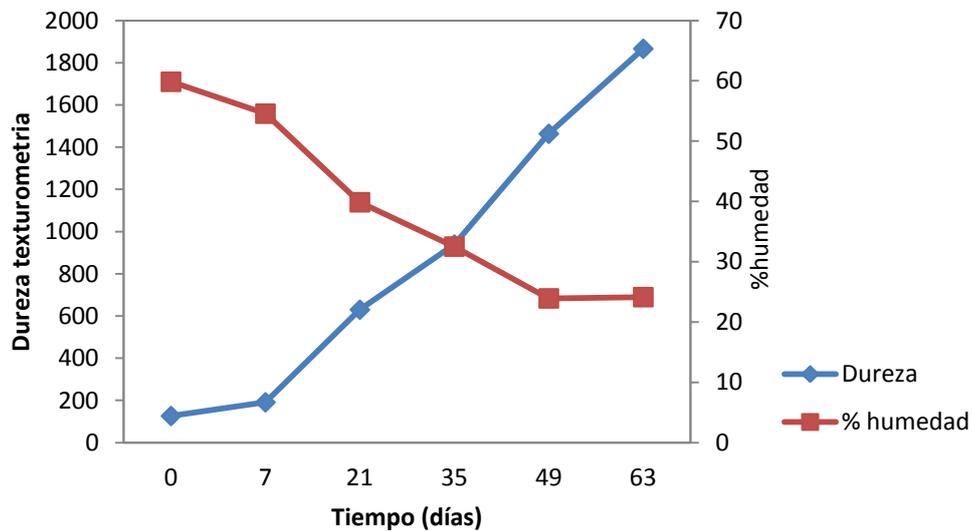


Figura 63: comparación entre dureza y % humedad para trapu blancu

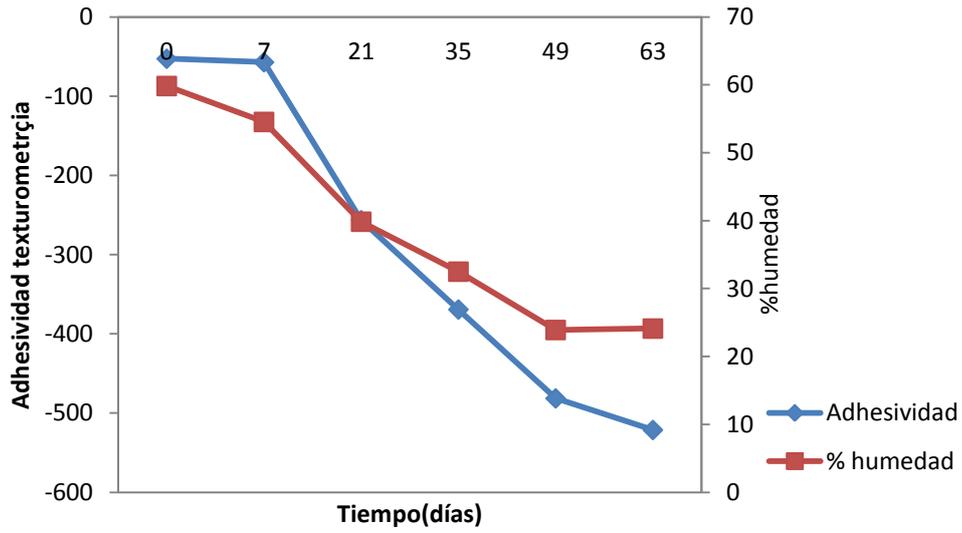


Figura 64: comparación entre adhesividad y % humedad para trapu blanco

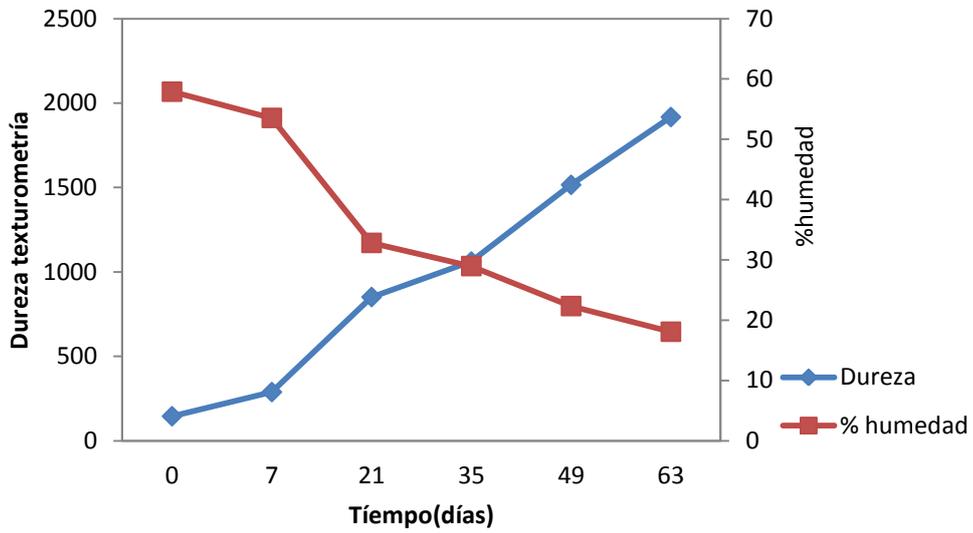


Figura 65: comparación entre dureza y % humedad para trapu roxo

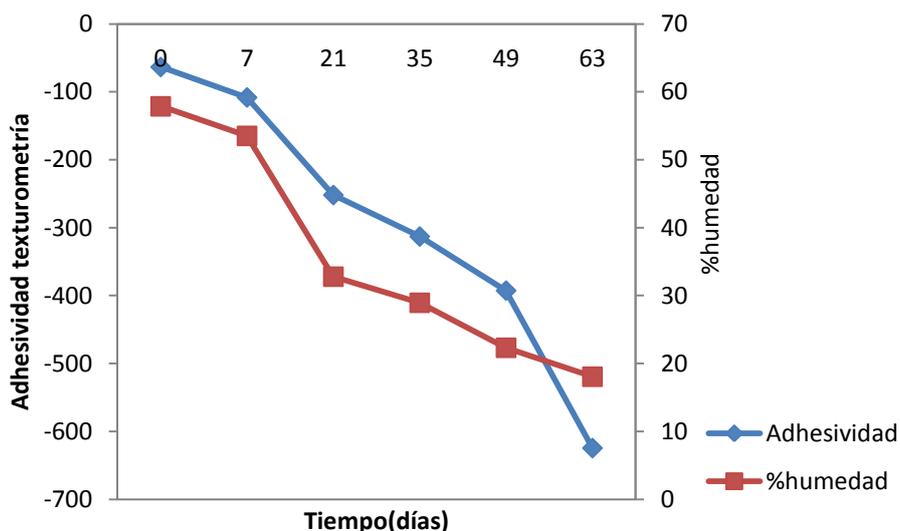


Figura 66: comparación entre adhesividad y % humedad para trapu roxu

Se puede observar que en el trapu blanco como en el trapu roxu a medida que el porcentaje en humedad disminuye la dureza (análisis texturometría) aumenta, lo contrario que ocurre con la adhesividad, que disminuye a la par que el porcentaje en humedad en la fase de maduración

Formación de la corteza en la fase de maduración

Durante en proceso de maduración, se midió el grosor de la corteza, esta no distinguió hasta los 31 días de maduración, y a partir de ese momento sus evolución se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20: Evolución de la formación de la corteza, medida en milímetros, para trapu blanco y trapu roxu en la fase de maduración.

Tiempo(días)	31	45	52	63
Trapu blanco	1	2	2,5	3
Trapu roxu	1-2	2-2,5	3	3,5



Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo han permitido llevar a cabo de forma adecuada el seguimiento del proceso de maduración del queso Afuega l'pitu en sus variedades de Trapu Blancu y Trapu Roxu durante 63 días. Del estudio realizado se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Durante el proceso de maduración de 63 días el queso experimenta una disminución del 50% de su peso, debido a la pérdida de humedad. En el caso de Trapu Roxu de 58% a 18% de humedad, y en el Trapu Blancu de 60% a 24 %. Existen en el queso una relación directa entre la humedad, la dureza y la adhesividad medidas por vía texturométrica. A menor humedad, mayor dureza y menor adhesividad.
- Se observa que las proteínas durante el tiempo de maduración se rompen dando lugar a péptidos, produciéndose el fenómeno de proteólisis, lo que corresponde con un aumento del amargor de queso, debido a que las primeras roturas dan lugar a péptidos con sabor amargo, esto empieza a suceder a los 30 – 35 días de maduración, que es cuando comienza a formarse la corteza del queso. También el pH aumenta a partir del comienzo de la proteólisis, ya que esta da lugar a sustancias amoniacales.
- Se produce un aumento de los ácidos grasos durante la maduración, lo que da lugar a la lipólisis, por lo que se produce un aumento del aroma del queso.
- El desarrollo microbiológico se produce antes en la variedad de Trapu Roxu que en la de Trapu Blancu, esto puede ser debido a que se observó la presencia del hongo *Geotrichum Candidum*, el cual compite en crecimiento con las bacterias. Por ello, en la variedad de Trapu Roxu, el efecto fungicida del componente capsaicina del pimentón inhibe el crecimiento del hongo, permitiendo que las bacterias se desarrollen. Por otra parte, el pimentón tienen un efecto regulador sobre el pH.
- El análisis de los resultados obtenidos ha permitido establecer relaciones que vinculan distintos parámetros físico, texturométricos y organolépticos para cada una de las variedades en particular.
- Según el análisis organoléptico, se determina que la aceptabilidad de los quesos es menor cuanto más amargo es su sabor. En cambio, al principio de la maduración, a los 15 días, o al final del estudio, 63 días, es cuando el queso presenta mayor aceptabilidad. Por ello, se recomienda explotar más estas dos etapas de maduración de cara a su venta.

- Después del análisis de todos los parámetros, se llega a la conclusión que a los 2 meses el queso se estabiliza en su proceso de maduración, observándose mayor aceptabilidad. Por tanto, sería perfectamente consumido con este tiempo de maduración.



Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

1. "Fabricación de queso". R. Scott. Acribia, S.A. 1991
2. "Lactología industrial". E. Spreer. Acribia. 1995
3. "Implantación de un análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) en una línea de producción de queso Afuega'l pitu". Mónica Blanco. Universidad de Oviedo. 2004
4. "Cuarenta quesos, cuarenta platos" LLuis Nel Estrada Alavrez. Picu Urriellu. 2006
5. "Ciencia de la leche: principios de técnicas lechera" Reverte, 1985
6. "Guía de los queso" Sandy Carr. Folio. 1983
7. "Crece el consumo de queso en los hogares españoles". Profesor de la Universidad Complutense de Madrid: Victor Martin Cerdeño. Revista: Distribución y consumo. Nov – Dic 2012
8. "Pliego de condiciones e Afuega'l pitu" Registro de la Comisión Europea
9. "Los quesos artesanales de Asturias" Servicio de publicaciones del principado.
10. "Leche, quesos y otros derivados lacteos para el consumo en Asturias" Conserjería de Servicios Sociales. Principado de Asturias.
11. "El queso" Adré Eck. OMEGA. 1190
12. "Biotecnología Alimentaria" García Garibay Quintero, Ramiro López. Limusa Noriega Editores. 2004
13. Oschi, T.G., Bendini, A., Ricci, A. y Lercker, G. (2003). Pressurized solvent extraction of total lipids in poultry meat. *Food Chemistry*, 83(4), 551-555.
14. "Food energy – methods of analysis and conversion factors" FAO, 2003
15. Mayer HK, Rokenbauer C, Mlcak H. Evaluation of proteolysis in Parmesan cheese using electrophoresis and HPLC. *Le Lait* 1998; 78:425-38.
16. Petruzzi, I., Malvessi, E., Mata, V.G., Silva, E.A.B., Silveira, M.M., Rodrigues, A.E., 2007. Quantification of lactobionic acid and sorbitol from enzymatic reaction of fructose and lactose by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1145, 128-132.
17. "Microbiología de los alimentos para el consumo humano y animal. Metodo horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30°C" Norma Europa EN ISO 4833, feb. 2003
18. Saúl Alonso, Mónica Herrero, Manuel Rendueles, Mario Diaz. Physiological heterogeneity in *Lactobacillus casei* fermentations on residual yoghurt whey. Departamento de Ingeniería de la Universidad de Oviedo. 2014
19. "Sensory evaluation of food" Harry T. Lawless. KA/PP.1999
20. Efecto antifúngico de capsaicina y extractos de chile(piquín) sobre el crecimiento in vitro de *Aspergillus flavus*. S. Moreno Simon,S.M. Salcedo-Martinez. *Polibotanica*, Méjico nº34,. 2012

Web

1. www.turismoasturias.es (mayo 2015)
2. www.fao.com (julio 2015)
3. www.poncelet.es (julio 2015)
4. www.sadei.es (junio 2015)
5. www.doafuegalpitu.com (junio 2015)
6. www.rutadelaplata.com (junio 2015)
7. www.queseros.com (julio 2015)
8. www.bedri.es (junio 2015)
9. www.csgastronomia.edu.mx (junio 2015)



ANEXO

- HOJA DE TRABAJO PARA LOS PANELISTAS

TEXTURA

	Puntuación del 0 al 9	Observaciones
Dureza		
Elasticidad		
Adhesividad		
Fracturabilidad		
Masticabilidad		

SABOR

	Puntuación del 0 al 9	observaciones
Ácido		
Salado		
Picante		
Amargo		

OLOR

	Nulo	medio	intenso
Aroma			
Amoniacal			
Rancio			

Aceptabilidad general (valoración del 1 al 5) _____

Observaciones: