TESIS DOCTORAL

Caracterización del queso de Cameros

Evolución de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante su maduración

Carmen Olarte Martínez

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TESIS DOCTORAL

Caracterización del queso de Cameros

Evolución de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante su maduración

Carmen Olarte Martínez

Universidad de La Rioja
Servicio de Publicaciones
2010

Esta tesis doctoral, dirigida por las doctoras Dª. Susana Sanz Cervera y Dª. Paloma Torre Hernández, fue leída el 17 de abril de 1999, y obtuvo la calificación de Sobresaliente Cum Laude.

© Carmen Olarte Martínez

Edita: Universidad de La Rioja
Servicio de Publicaciones

ISBN 978-84-693-6031-6

CARACTERIZACIÓN DEL QUESO DE CAMEROS. EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DURANTE SU MADURACIÓN

Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas, presentada por:

Carmen Olarte Martínez
Licenciada en Ciencias Biológicas
Pamplona, Enero de 1999

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna forma han contribuido en la realización de este trabajo.

A la Doctora Susana Sanz Cervera, directora de esta Tesis, su constante estímulo, sus horas de dedicación, su optimismo en la superación de dificultades y su absoluta disponibilidad, han tenido un valor inestimable en el desarrollo de esta Tesis y me han permitido descubrir sus inmensas cualidades científicas y humanas y en la que he encontrado a una gran amiga.

A la Doctora Paloma Torre, directora de este proyecto, por su colaboración en la redacción del trabajo y por sus valiosos consejos.

A Juan Hidalgo por su aportación artística en el diseño de tablas y gráficos, por su inmensa paciencia y el tiempo invertido desinteresadamente en este trabajo.

A Ana Rosa Gutiérrez por su incondicional y desinteresada ayuda y por el ánimo constante que me ha transmitido.

A Doña Amparo Gil-Albarellos, del Laboratorio Regional Agrario “La Grajera”, por su buena disposición y la ayuda prestada en la realización de algunas determinaciones analíticas.

A Maria Pilar Santamaría y Rosa López por su inestimable ayuda en el tratamiento estadístico de los datos, por sus muestras de apoyo y ánimo.

A la Universidad de La Rioja que me ha permitido realizar esta Tesis en el Departamento de Agricultura y Alimentación, y que colaboró económicamente en su financiación.

A la Consejería de Agricultura y Alimentación de la Comunidad Autónoma de La Rioja que financió parte de este trabajo.

Y en especial a mi marido y a mis padres que han estado siempre a mi lado.

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN

I. REVISIÓN HISTÓRICA 12

II. LOS QUESOS TRADICIONALES EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVAS TENDENCIAS 16

II.1. Situación mundial de la producción láctea 16
II.2. El sector lácteo español 19
II.3. La producción de leche de cabra 22
II.4. El subsector quesero. Producción, comercio y consumo 25
II.5. Los quesos tradicionales en España 30
II.6. Quesos españoles de leche de cabra 36

III. EL QUESO DE CAMEROS. NECESIDAD DE UNA CARACTERIZACIÓN 40

IV. MADURACIÓN DE QUESO. UTILIZACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES 44

IV.1. Clasificación de los fermentos lácticos 46
IV.2. Utilización de cultivos seleccionados en queso de cabra 50

OBJETIVOS 53

MATERIAL Y MÉTODOS

I. MATERIAL 61

I.1. Encuestas orales 61
I.2. Toma de muestras para la caracterización fisicoquímica microbiológica y sensorial del queso de Cameros 66

I.2.1. Muestras de leche 66
I.2.2. Muestras de queso de diferentes queserías 66

II. ELABORACIÓN DE QUESOS DE CAMEROS DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN 68

II.1. Materias primas 68
II.2. Proceso de elaboración de quesos en planta piloto 69
II.2.1. Queso elaborado con leche cruda sin cultivos iniciadores 72
II.2.2. Queso elaborado con leche cruda con cultivos iniciadores 73
II.2.3. Queso elaborado con leche pasteurizada con cultivos iniciadores 74
II.3. Toma de muestras 76

III. MÉTODOS ANALÍTICOS 77

III.1. PARÁMETROS QUÍMICOS Y FISICOQUÍMICOS 77

III.1.1. Extracto seco 77
III.1.2. pH 78
III.1.3. Materia grasa 78
III.1.4. Índice de acidez de la grasa 79
III.1.5. Contenido en cloruro sódico 81
III.1.6. Nitrógeno total 82
III.1.7. Nitrógeno no proteico 84
III.1.8. Determinación de leche de vaca en quesos de cabra por métodos electroforéticos 85
III.1.9. Prueba de la fosfatasa 87
III.1.10. Acidez de la leche 88

III.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS 89

III.2.1. Determinación de contaminación microbiana en superficies y equipos 89

III.2.2. Control microbiológico en muestras de leche y queso.....90
III.2.2.1. Tratamiento de las muestras.....90
III.2.2.2. Homogeneización y dilución de la muestra.....91
III.2.2.3. Determinación de parámetros microbiológicos.....91
III.2.2.4. Identificación de las bacterias lácticas.....97

III.3. ANÁLISIS SENSORIAL.....109

III.3.1. Caracterización sensorial del queso de Cameros.....109
III.3.2. Análisis sensorial del queso maduro.....110

III.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....113

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. RESULTADOS EN QUESO FRESCO.....115

I.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....119

I.2. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ELABORACIÓN TRADICIONAL Y ACTUAL DEL QUESO DE CAMEROS.....121

I.2.1. Método tradicional de elaboración.....121
I.2.2. Tecnología actual de elaboración.....122

I.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA LECHE DE CABRA.....126

I.3.1. pH.....126
I.3.2. Acidez.....127
I.3.3. Materia grasa.....127
I.3.4. Contenido en proteína.....128
I.3.5. Variaciones estacionales en la composición de la leche.....128

I.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE QUESO FRESCO 132

I.4.1. Comprobación del origen animal de la leche utilizada en la elaboración del queso de Cameros 132
I.4.2. pH 134
I.4.3. Extracto seco 134
I.4.4. Contenido en cloruro sódico 135
I.4.5. Materia grasa 135
I.4.6. Fracciones nitrogenadas 136
I.4.7. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración sobre los parámetros fisicoquímicos 138

I.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE QUESO FRESCO 140

I.5.1. Resultados obtenidos 140
I.5.2. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración sobre los parámetros microbiológicos 145

I.6. DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN SUPERFICIES Y EQUIPOS DE UNA INDUSTRIA ELABORADORA DE QUESO DE CAMEROS 148

I.7. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL QUESO DE CAMEROS 154

II. RESULTADOS EN QUESO DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN 159

II.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS 160

II.1.1. pH 160
II.1.2. Extracto seco 164
II.1.3. Contenido en cloruro sódico 167

II.1.4. Materia grasa e índice de acidez de la grasa 171
II.1.5. Fracciones nitrogenadas 176

II.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS 188

II.2.1. Evolución de los grupos microbianos durante la maduración 188
II.2.1.1. Quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores 188
II.2.1.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores 194
II.2.1.3. Efecto de la pasteurización y la adición de cultivos iniciadores 196
II.2.1.4. Comparación de los resultados obtenidos 201

II.2.2. Identificación de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración 213
II.2.2.1. Quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores 214
II.2.2.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores 219
II.2.2.3. Efecto de la pasteurización y la adición de cultivos iniciadores 223

II.3. ANÁLISIS SENSORIAL 230

CONCLUSIONES 233

BIBLIOGRAFIA 239

Índice de tablas

Tabla I.1. Distribución de la producción mundial de queso en 1996 18
Tabla I.2. Producción de leche en España 19
Tabla I.3. Estructura del sector lácteo en la U.E. en 1994 20
Tabla I.4. Evolución del sector productor de leche de vaca en España 20

Tabla I.5. Distribución de la producción de leche en España por Comunidades Autónomas y por especies de origen en 1994 21
Tabla I.6. Evolución de la producción mundial de la leche de cabra entre 1977 y 1994 23
Tabla I.7. Distribución en España de queserías por Comunidades Autónomas 26
Tabla I.8. Producción y comercio exterior de queso 27
Tabla I.9. Producción anual de queso en España según los diferentes tipos 28
Tabla I.10. Consumo de queso "per capita" 29
Tabla I.11. Consumo de queso por tipos en España y Francia 30
Tabla I.12. Denominaciones de Origen de queso. Registros de ganaderías 31
Tabla I.13. Quesos tradicionales de España 31
Tabla I.14. Producción anual de queso de cabra en algunos países de Europa 36
Tabla I.15. Quesos españoles de leche de cabra..... 39
Tabla I.16. Principales microorganismos utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración de quesos o inoculados con posterioridad 49
Tabla MM.1. Distribución de la toma de muestras de leche y queso de Cameros..... 67
Tabla MM.2. Condiciones de elaboración de quesos de 60 días de maduración 75
Tabla MM.3. Identificación de *L. monocytogenes* mediante las pruebas contenidas en el sistema API *Listeria*..... 95
Tabla MM.4. Criterios aplicados para la identificación de las bacterias Lácticas presentes en los quesos de 60 días de maduración..... 104
Tabla MM.5. Pertenecientes al género *Lactobacillu*s 105
Tabla MM.6. Relación de azúcares fermentables por las bacterias pertenecientes al género *Lactococcus* 106
Tabla MM.7. Relación de azúcares fermentables por las bacterias pertenecientes al género *Enterococcus* 107
Tabla MM.8. Relación de azúcares fermentables *por Leuconostoc mesenteroides ssp mesenteroides* 108
Tabla RD.1. Resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de catorce muestras de leche de cabra 130
Tabla RD.2. Composición de la leche de cabra en diferentes países..... 131

Tabla RD.3. Parámetros obtenidos en el análisis fisicoquímico de dieciocho muestras de queso de Cameros 137

Tabla RD.4. Comparación de los resultados obtenidos en aquellos parámetros físicoquímicos para los que se detectan diferencias significativas entre las distintas épocas de elaboración 138

Tabla RD.5. Comparación de los resultados obtenidos en aquellos parámetros fisicoquímicos para los que se detectaron diferencias significativas entre las diferentes queserías 139

Tabla RD.6. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico de dieciocho muestras de queso de Cameros (log ufc/g). El símbolo (*) indica los valores superiores a los establecidos en la actual legislación 144

Tabla RD.7. Comparación de los recuentos de microorganismos para los que existen diferencias significativas entre las distintas épocas de elaboración 145

Tabla RD.8. Comparación de los recuentos de *Staphylococcus aureus* en cada una de las queserías 146

Tabla RD.9. Recuento de microorganismos Mesófilos, Enterobacterias y *S. aureus* (log ufc/cm^2) en superficies y utensilios de una industria elaboradora de queso de Cameros 153

Tabla RD.10. Correcciones aplicadas durante la puntuación del queso de Cameros para aquellos parámetros cuya situación óptima no se corresponde con el valor 7 de la escala de medición utilizada 155

Tabla RD.11. Definición sensorial del queso de Cameros 157

Tabla RD.12. Ficha de cata para la evaluación sensorial del queso de Cameros 158

Tabla RD.13. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE C 183

Tabla RD.14. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE CA 184

Tabla RD.15. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE PA 185

Tabla RD.16. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE CB 186

Tabla RD.17. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE PB 187

Tabla RD.18. Medias y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE C. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso 208

Tabla RD.19. Medias y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE CA. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso 209

Tabla RD.20. Medias y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE PA. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso 210

Tabla RD.21. Medias y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE CB. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso 211

Tabla RD.22. Medias y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE PB. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso 212

Tabla RD.23. Distribución del total de colonias aisladas estudiadas, en función del lote del que proceden y el género al que pertenecen 213

Tabla RD.24. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C 214

Tabla RD.25. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA 219

Tabla RD.26. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB 220

Tabla RD.27. Distribución de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C 226

Tabla RD.28. Distribución de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA 227

Tabla RD.29. Distribución de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB 228

Tabla RD.30. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE PA 229
Tabla RD.31. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE PB 229
Tabla RD.32. Valores medios y desviaciones estandar de las características sensoriales evaluadas en los quesos elaborados en planta piloto a los 60 días de maduración 230

Índice de figuras

Figura MM.1. Esquema de elaboración en Planta Piloto de los cinco lotes de queso..... 71
Figura RD.1. Mapa de la Comunidad Autónoma de La Rioja, Sierra de Cameros 119
Figura RD.2. Diagrama de flujo del proceso actual de elaboración del queso de Cameros..... 123
Figura RD.3. Representación esquemática del resultado obtenido en la electroforesis efectuada con muestras de queso de Cameros..... 133
Figura RD.4. Evolución del pH durante los 60 días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados 160
Figura RD.5. Evolución del pH durante los primeros diez días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados..... 161
Figura RD.6. Representación y datos medios del valor de pH durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indica diferencias significativas 163
Figura RD.7. Evolución del extracto seco durante los 60 días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados..... 164
Figura RD.8. Representación y datos medios del extracto seco durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indica diferencias significativas 166
Figura RD.9. Evolución del contenido en cloruro sódico durante los 60 días de maduración de los cinco lotes de queso estudiados 167

Figura RD.10 Representación y datos medios del contenido en cloruro sódico durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indica diferencias significativas 170

Figura RD.11. Evolución del contenido en materia grasa durante los 60 días de maduración de los cinco lotes de queso estudiados 171

Figura RD.12. Representación del porcentaje de MG/ES durante los 60 de maduración de los cinco lotes de queso estudiados..... 172

Figura RD.13. Representación y datos medios de MG/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas 173

Figura RD.14. Evolución del índice de acidez de la grasa durante los 60 días de maduración en los cinco lotes de queso estudiados 174

Figura RD.15. Representación y datos medios del índice de acidez de la grasa durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas 176

Figura RD.16. Representación del porcentaje de NT/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados..... 177

Figura RD.17. Representación y datos medios del contenido en NT/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados 178

Figura RD.18. Evolución, en porcentaje, del contenido en NNP/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados 179

Figura RD.19. Evolución, en porcentaje, del contenido en NNP/NT en los cinco lotes de queso estudiados 180

Figura RD.20. Representación y datos medios del contenido en NNP/NT de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras misma línea indican diferencias significativas 182

Figura RD. 21. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE C durante los 60 días de maduración..... 189

Figura RD.22. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE CA durante los 60 días de maduración..... 194

Figura RD.23. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE CB durante los 60 días de maduración..... 194

Figura RD.24. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE PA durante los 60 días de maduración 196

Figura RD.25. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al Lote PB durante los 60 días de maduración 197

Figura RD.26. Representación y datos medios de los recuentos de Enterobacterias durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas 201

Figura RD.27. Representación y datos medios de los recuentos de *Staphylococcus Aureus* durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas 202

Figura RD.28. Representación y datos medios de los recuentos de Micrococáceas durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas 203

Figura RD.29. Representación y datos medios de los recuentos de bacterias lácticas durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas..... 204

Figura RD.30. Representación y datos medios de los recuentos de Mohos y Levaduras durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas..... 205

Figura RD.31. Evolución del grupo de Bacterias Lácticas y Enterobacterias en el lote de queso elaborado con leche cruda (LOTE C) y los lotes de queso elaborados con cultivos iniciadores A (LOTES CA y PA) 206

Figura RD.32. Evolución del grupo de Bacterias Lácticas y Enterobacterias en el lote de queso elaborado con leche cruda (LOTE C) y los lotes de queso elaborados con cultivos iniciadores B (LOTES CB y PB) 207

Figura RD.33. Distribución, en porcentajes, de los géneros identificados en los cinco lotes de queso elaborados 213

Figura RD.34. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C..... 214

Figura RD.35. Distribución, por géneros, de las bacterias aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA..... 220

Figura RD.36. Distribución, por géneros, de las bacterias aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB 220

RESUMEN

RESUMEN

El queso de Cameros es un queso fresco de coagulación enzimática que se elabora con leche de cabra en la Sierra de Cameros, en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Las ayudas concedidas a la Sierra riojana, fundamentalmente de fondos europeos destinados a la recuperación del medio rural, han permitido la implantación de pequeñas industrias semiartesanas en las que este queso, cuya elaboración había sido prácticamente abandonada en los últimos años, vuelve a ser fabricado y comercializado.

Se han comparado los métodos de elaboración tradicionales y actuales del queso de Cameros, mediante la realización de encuestas orales a los habitantes de varios municipios de la Sierra de Cameros que en algún momento de su vida han elaborado de forma regular este tipo de queso, y cumplimentando una ficha técnica de fabricación en todas las industrias queseras que se dedican actualmente a la elaboración de queso de Cameros. De este modo se ha podido comprobar como se ha conseguido adaptar el proceso tradicional de elaboración a las nuevas tecnologías y requerimientos higiénico-sanitarios, lo que ha permitido conservar las características propias de este producto.

Se ha llevado a cabo la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de este queso, para establecer los parámetros objetivos que caracterizan al queso de Cameros, así como los límites de variabilidad de cada uno de sus componentes. En esta caracterización se utilizaron muestras de queso procedentes de todas las queserías elaboradoras de queso de Cameros y obtenidas en diferentes épocas del año.

Los parámetros fisicoquímicos determinados fueron: extracto seco, pH, materia grasa, nitrógeno total, nitrógeno no proteico y contenido en cloruro sódico. Con la información obtenida se concluye que el queso de Cameros es un queso fresco, graso, cuya composición química (expresada en tanto por ciento) es: Agua: 57,4±4,6; Proteína: 31,7±5,4; NNP/NT: 2,2±1,4; MG/ES: 54,1±6,5; pH: 6,3±0,1.

La caracterización microbiológica del queso de Cameros permitió comprobar que se trataba de un queso con buena calidad higiénico-sanitaria, por tratarse de un queso elaborado con leche pasteurizada, siendo detectadas esporádicas contaminaciones postpasteurización, sobre todo en épocas de elevadas temperaturas, atribuidas a incorrectas prácticas de elaboración. Destacar la identificación de Listeria monocytogenes en uno de los lotes analizados.

La caracterización sensorial permitió realizar una descripción minuciosa de las características que conforman este producto, para poder definirlo y diferenciarlo de quesos similares. Sensorialmente es un queso fresco de sabor suave y ligeramente salado, con débil gusto ácido y olor poco intenso. Se presenta en piezas de forma cilíndrica troncocónica, de color blanco homogéneo, con superficie brillante y húmeda, sin grietas apreciables. Carece de corteza y su superficie aparece grabada con el dibujo del molde utilizado en su elaboración.

También se diseñó una ficha de cata que puede constituir, para un panel de catadores entrenado, una herramienta eficaz en el control de calidad organoléptica de este producto.

Para poder estudiar las posibilidades de maduración que presenta este queso, se elaboraron en planta piloto y por duplicado, cinco lotes de queso de 60 días de maduración, en los que se ensayaron dos parámetros: (1) el efecto del tratamiento térmico de pasteurización sobre la leche de partida; (2) el efecto de la adición de cultivos iniciadores. Los cultivos iniciadores estudiados fueron dos cultivos comerciales designados como A y B. El cultivo iniciador A estaba formado por: Lactococcus lactis ssp. lactis; Lactococcus lactis ssp. cremoris; Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis (< 15%); Streptococcus thermophilus (< 5%). El cultivo iniciador B estaba formado por: Lactococcus lactis ssp. lactis y Lactococcus lactis ssp. cremoris.

Los cinco lotes de queso elaborados fueron: LOTE C: elaborados con leche cruda sin adición de cultivos inicaidores; LOTE CA y LOTE CB: elaborados con leche cruda con adición de cultivos iniciadores A y B, respectivamente; LOTE PA y LOTE

PB: elaborados con leche pasteurizada con adición de cultivos iniciadores A y B, respectivamente.

En cada lote de queso se realizó un estudio de los parámetros de control fisicoquímico, microbiológico y sensorial. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se efectuaron en distintas etapas del proceso de maduración determinándose cada uno de ellos por duplicado. El análisis sensorial se realizó sobre el producto final.

En el análisis fisicoquímico se determinó el extracto seco, el pH, la materia grasa, el índice de acidez de la grasa, el nitrógeno total, el nitrógeno no proteico y el contenido en cloruro sódico.

El tratamiento térmico de pasteurización y la adición de cultivos iniciadores influyeron en la evolución de los siguientes parámetros: pH, índice de acidez de la grasa y en la relación nitrógeno no proteico sobre nitrógeno total. Las principales diferencias se encontraron entre los quesos elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C) y el resto de los lotes (LOTES CA, PA, CB y PB). Así, los quesos del lote C presentaron un descenso de pH menos acusado que el resto de los quesos, mientras que presentaron los mayores valores de índice de acidez de la grasa y relación NNP/NT.

En el análisis microbiológico se estudió la evolución de los principales grupos microbianos presentes durante la maduración, atendiendo especialmente a los microorganismos indeseables y a las bacterias responsables de la maduración. En todos los lotes se produjo una reducción de Enterobacterias y Staphylococcus aureus en los primeros quince días de maduración, en estos momentos las principales diferencias existentes en la evolución de estos microorganismos se encontraron entre los lotes elaborados con leche cruda (LOTES C, CA y CB) y los elaborados con leche pasteurizada (LOTES PA y PB). A partir de los primeros quince días de maduración las diferencias observadas en la evolución de estos microorganismos se deben a la inoculación de cultivos iniciadores.

En todos los lotes estudiados las bacterias lácticas fueron los microorganismos presentes en mayor proporción, si bien existieron diferencias entre los géneros predominantes en cada lote. En los quesos elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C), Lactobacillus fue el género de bacterias lácticas predominante, siendo las especies Lactobacillus plantarum seguido de Lactobacillus casei las especies presentes en mayor proporción. Lactococcus presentó niveles importantes en las primeras etapas de la maduración, pero no fue detectado a partir del trigésimo día de maduración. Enterococcus y Leuconostoc fueron detectados durante todo el proceso de maduración pero en bajas proporciones.

En los quesos elaborados con leche cruda y adición de cultivos iniciadores (LOTES CA y CB), Lactococcus fue el género de bacterias lácticas presente en mayor proporción durante las primeras etapas de la maduración, si bien sus recuentos fueron disminuyendo progresivamente hasta desaparecer. Lactobacillus presentó una evolución inversa, experimentando un crecimiento continuo hasta convertirse en el género dominante al final del proceso de maduración. Enterococcus y Leuconostoc sólo fueron detectados y en muy bajas proporciones a partir del octavo día de maduración.

En los quesos elaborados con leche pasteurizada más cultivos iniciadores Lactococcus fue el único género de bacterias lácticas presente en el proceso de maduración. Lactococcus presentó un rápido crecimiento durante las primeras etapas de maduración y fue disminuyendo progresivamente hasta el final de la maduración.

En general, las bacterias lácticas presentes en los cultivos iniciadores estudiados, mostraron buenas aptitudes para adaptarse a las condiciones reinantes en el queso al inicio de la maduración, pero no fueron capaces de sobrevivir en las etapas finales del proceso, mientras que las bacterias lácticas propias de la leche de partida, que no fueron eliminadas por tratamiento térmico, mantuvieron unos niveles apreciables hasta el final de la maduración.

En la evaluación sensorial de los quesos de 60 días de maduración se comprobó que los quesos elaborados a partir de leche cruda más cultivos iniciadores (LOTES CA y CB) fueron los que alcanzaron mayores puntuaciones, seguidos de los quesos

elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C) y por último los quesos elaborados con leche pasteurizada y adición de cultivos iniciadores.

En síntesis, la maduración del queso de Cameros aumenta las posibilidades comerciales de las empresas que actualmente se dedican a su elaboración, siendo los quesos elaborados con leche no sometida a tratamiento térmico, en los que la maduración está dirigida por su propia flora láctica reforzada mediante la adición de cultivos iniciadores acidificantes, los que suponen la alternativa de elaboración que proporciona mejores resultados. Los cultivos iniciadores existentes en el mercado no son capaces de adaptarse a las condiciones existentes en las etapas finales de la maduración, por lo que, en caso de elaborar quesos a partir de leche tratada térmicamente, sería necesario desarrollar un cultivo iniciador específico para este tipo de queso.

INTRODUCCIÓN

I. REVISIÓN HISTÓRICA

II. LOS QUESOS TRADICIONALES EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVAS TENDENCIAS

II.1. Situación mundial de la producción láctea

II.2. El sector lácteo español

II.3. La producción de leche de cabra

II.4. El subsector quesero. producción, comercio y consumo

II.5. Los quesos tradicionales en España

II.6. Quesos españoles de leche de cabra

III. EL QUESO DE CAMEROS. NECESIDAD DE UNA CARACTERIZACIÓN

IV. MADURACIÓN DE QUESO. UTILIZACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES

IV. Clasificación de los fermentos lácticos

IV. Utilización de cultivos seleccionados en queso de cabra

I. REVISIÓN HISTÓRICA

El queso lleva varios milenios formando parte de la dieta humana. Desde su supuesto origen en el neolítico hasta nuestros días, muchas y muy diversas transformaciones se han sucedido en los sistemas de elaboración de este producto lácteo que pasa de ser una forma de conservar más tiempo un líquido fácilmente alterable como la leche, a tener una entidad propia como elemento gastronómico insustituible en algunas civilizaciones. Así en los países ribereños del Mediterráneo empezaron tempranamente a explotar el ganado doméstico productor de leche: hacia el año 7.000 a.C. hay constancia de la presencia de cabras en Palestina, ovejas en Anatolia y vacas en Tesalia (Woolley y Hall, 1931).

El descubrimiento casual de la coagulación de la leche dio paso posteriormente a la incorporación, entre las prácticas pastoriles más o menos rutinarias, de una cierta técnica quesera que precedió a lo que ya desde el final de la Revolución Francesa podemos considerar el arte de fabricar quesos.

Parece seguro que los primeros animales productores de leche que el hombre domesticó fueron ovejas y cabras, y más tardíamente las vacas. Desde la aparición del pastoreo, el hombre aprovecha los primeros recursos derivados del ganado: la piel, la carne y la leche. La leche sobrante de las necesidades familiares era destinada a la producción de bebidas lácticas acidificadas para alargar su conservación.

Posteriormente se inicia la elaboración de los primeros quesos mediante el sistema más sencillo: las pastas blandas. La leche que se dejaba en vasijas de madera coagulaba espontáneamente o inducida por la acción del jugo de la higuera, y después se dejaba escapar la parte líquida (suero) y se retenía la gelificada, que adquiría una cierta consistencia y la forma y las marcas del recipiente (Scott, 1991).

El queso fue alimento básico en la dieta de los campesinos y pastores griegos, cuyo principal recurso era la cría de cabras y ovejas, ganado capaz de adaptarse a un medio hostil y pobre en pastos, por lo cual no se elaboraban quesos de vaca en la Grecia

clásica. Utilizaban como coagulante no sólo el jugo de la higuera, sino también la flor de cardo y el cuajo de cabrito lechal que, por tener un alto poder coagulante, daba una cuajada más compacta en un tiempo más breve y, por tanto, más rendimiento. Además ya elaboraban distintos tipos de quesos, no sólo de pasta blanda, sino también duros para rallar, y consumían importantes cantidades de quesos condimentados con miel, hierbas aromáticas, etc, empleando el queso como ingrediente en la elaboración de diversas recetas, como numerosas salsas a base de queso, que eran muy apreciadas, y tartas y pasteles cubiertos de queso. De la palabra griega *formos* (cesto de mimbre donde se moldeaba el queso) deriva el nombre italiano, francés y catalán del queso ("fromaggio","fromage" o "formatge"). Entre los más renombrados quesos de la época, cabe citar los de Lesbos, Gallipolli, Creta y Sicilia, todos de cabra. (Eekhof-Stork, 1976).

Los romanos perfeccionaron considerablemente las técnicas queseras, controlando para cada queso el tipo de cuajo, la temperatura de coagulación o las condiciones de salado, como queda recogido en el capítulo ocho del libro VII de la obra de Columella (1945) "De Res Rustica", que detalla las fases de elaboración de varios tipos de queso: frescos, blandos, prensados, de pasta dura y ahumados.

En Roma el consumo de queso, sobre todo de cabra y de oveja y algo el de vaca, se extiende a todas las clases sociales y es esencial en la dieta de las clases menos pudientes, ya que la carne, al ser muy cara, estaba reservada a los días de fiesta o a los ricos, conociéndose hasta dieciocho variedades de quesos de muy diversa procedencia, tanto en la península Itálica, como en Galia, las islas mediterráneas y Asia Menor.

También era gran consumidor de queso el legionario romano, debido a su fácil transporte y buena conservación permitían disponer económicamente de una reserva de alto poder energético, siendo, sin duda alguna, uno de los vectores de difusión del producto a lo largo y ancho del Imperio. La gastronomía romana concedía igualmente gran importancia al queso, tanto consumido directamente como en la elaboración de numerosas recetas y salsas.

Según San Isidoro (1580), la denominación latina de queso "caseum" viene de la contracción de "carere serum", carente de suero, derivando de él los nombres en castellano ("queso"), portugués ("queijo"), gallego ("queixo") o alemán ("käse").

En los primeros siglos de la Edad Media, se produce un retroceso en las prácticas queseras, como consecuencia de la destrucción y saqueos de las invasiones bárbaras.

La importancia de los monasterios en la recopilación, conservación, mejora y transmisión de las técnicas agrícolas y ganaderas no tiene discusión, y en la quesería su aportación es, desde luego, esencial. Muchos de los actuales quesos nacieron en monasterios: "Münster", "Livarot", "Pont l'Eveque" y "Saint Paulin" en Francia; "Tête de Moine" en Suiza; "Bel Paesse" en Italia, etc.

Durante la dominación árabe de la Península Ibérica se sigue elaborando queso, aunque con técnicas rudimentarias y el consumo no era muy alto, basándose fundamentalmente en el queso fresco y dulces confeccionados con queso y miel. Parece que en esta época ya se elaboraba el Picón en la zona de los Picos de Europa.

Las expediciones vikingas, y en especial la de Knut el Grande (1016), extendieron el consumo de los quesos escandinavos por todas las rutas de sus continuos viajes, desde los países Bálticos, Inglaterra y Normandía, hasta el área del Volga, Mar Negro y Constantinopla.

Durante los siglos XI y XII las expediciones de los cruzados dieron a los europeos la posibilidad de conocer los quesos del Mediterráneo Oriental (Grecia y Turquía), que empleaban técnicas de elaboración más avanzadas y perfeccionadas que las occidentales.

En Holanda ya se elaboraba un queso de pasta dura semicocido, el Edam, que se exportaba a otros países nórdicos y a Venecia, que tras la caída de Bizancio se había convertido en el principal centro de comercio.

Durante el Renacimiento se produce en Europa, junto a un esplendor en el campo artístico, un desarrollo importante de las técnicas agrícolas y de elaboración, que no afectó en igual medida a España, donde la emigración a América y determinadas prácticas proteccionistas de la aristocracia ganadera, deja a nuestro país fuera de la corriente de progresos y mejoras en cultivos, producción de pastos y explotación de ganado, que en

otros países dieron lugar a un aumento notable de la producción acorde con el desarrollo demográfico y urbanístico del momento. En esta época la lista de quesos que se consumían en las grandes urbes europeas era ya bastante amplia.

En el siglo XVII existe un cierto comercio internacional de quesos, importándose a Francia desde Suiza, Holanda e Italia.

Hasta pasado el siglo XVIII, probablemente debido a la influencia de los médicos seguidores de las teorías de Galeno que era amigo del queso, no es considerado en general un producto recomendable para la salud: bástenos como muestra las afirmaciones del médico de Carlos V, Luis de Lobera de Avila, contenidas en sus dos libros: en "Banquetes de nobles caballeros" (1539), asevera "....las cosas de leche, queso, mantecas, natas, no son buenos manjares, salvo muy poco queso y pocas veces", y en "Libro del régimen de la salud" (1551), reitera "...todo lo que es de leche o con leche se hace es dañoso, todo queso es dañoso y grueso de digestión, pero si es de un día y blanco y dulce, es bueno y sano".

Por tanto no es frecuente en las mesas de reyes y de las aristocracias europeas encontrar queso hasta bien entrado el siglo XVIII, aunque su consumo estaba extendido tanto entre los campesinos como entre los habitantes de las ciudades de la época.

No es hasta pasado el 1700 cuando la tecnología quesera adquiere carácter científico como consecuencia del progreso resultante del descubrimiento del microscopio.

A mediados del siglo XIX cambian radicalmente los viejos sistemas con la introducción de maquinaria en el tratamiento de la leche y sus productos derivados. El proceso tecnológico va convirtiendo la originaria quesería artesanal, primitiva y de escasa dimensión, en floreciente industria que va aumentando paulatinamente su tamaño. La invención del refrigerador en 1865 y el empleo de la pasteurización desde finales de siglo, contribuyen a la difusión de la leche para uso alimentario, lo que unido al progreso de la microbiología de principios del siglo XX, permite aynebtar considerablemente las producciones de leche en determinadas áreas del mundo, al disponer de métodos para asegurar su conservación y diversificar enormemente sus productos derivados, proceso que aún sigue dinámico en nuestros días (Herrero, 1993).

II. LOS QUESOS TRADICIONALES EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVAS TENDENCIAS

II.1. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA

Actualmente la producción mundial de leche es de unos 580 millones de toneladas por año (Anuario de Producción. FAO, 1996), comprendiendo las cuatro especies principales productoras de leche: vaca, búfala, oveja y cabra. Según la FAO (Agriculture and Food Organization), la producción mundial de leche aumentará regularmente de aquí al año 2000, aunque éste aumento afectará de forma esencial a los países en vías de desarrollo. Si los intercambios se mantienen prácticamente estables, la Unión Europea podrá verse afectada negativamente por los acuerdos del GATT (Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio), que obligan a reducir las subvenciones a la exportación de la U.E. (Unión Europea) en un 36% respecto a las concedidas en el período 1988-90, lo que recrudecerá la competencia interna para dar salida a la producción, ya que será más difícil el acceso al mercado mundial cuyos precios, son generalmente inferiores a los de la Europa comunitaria (Calcedo, 1997).

La valoración que la EDA (Asociación de Industrias Lácteas de la U.E.) ha realizado de las repercusiones de dos de los compromisos de los acuerdos del GATT, concretamente del incremento del acceso al mercado de productos de otros países y la reducción de las exportaciones, no son optimistas, al considerar que esto supondría que deberían dejarse de producir unas 4.600 Tm de leche o encontrar salidas sin subvenciones fuera de la UE a precios de mercado mundial (Herrero, 1996).

La tendencia hacia alimentos saludables, dará lugar a importantes transformaciones en la oferta, para atender la demanda de alimentos suplementados y fortificados (principalmente con vitaminas y sales minerales), y con cultivos activos. Así, en Reino Unido, el mercado de la leche semidesnatada se ha incrementado del 24% al 40%, entre 1990 y 1994, y en Francia ya representa el 72,6 %. Obviamente el consumo de leche entera y mantequilla sigue descendiendo tanto en estos dos países como en Alemania (European Commission, 1997).

En el caso particular del queso, la producción mundial de queso viene creciendo de forma constante en las últimas décadas, habiéndose más que duplicado en los últimos 30 años, al pasar de 6 millones de Tm en 1961 a 7,6 millones en 1970 y casi 14 millones en 1990 (Herrero, 1993) contándose por cientos las variedades de queso producidas en el mundo, además se espera un aumento de la producción y el consumo de aquí al año 2000. Este incremento se ha venido produciendo en los últimos años en todo el mundo, excepto en la antigua URSS y países del Este de Europa, a raíz de los cambios políticos operados entre 1989 y 1990 (FAO, 1994). Esta evolución ascendente de la producción de queso se debe en parte a que cada vez es mayor la proporción de leche que se destina a la elaboración de quesos, ya que era de un 15% en 1965 y actualmente es de un 30% (Herrero, 1996).

En la Unión Europea, que es la mayor potencia quesera mundial, el incremento anual ha sido menor en el quinquenio 90-94 (2,2%), que el de los 70 (4,1%), debido fundamentalmente a la introducción de los sistemas de cuotas a partir de los 80. Sin embargo, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, han mantenido para el mismo período un crecimiento anual más estable, precisamente por la inexistencia de cuotas de producción, habiendo pasado de una participación en el mercado mundial del 29% al 35% durante el último decenio (FAO, 1994).

Según el último informe de la FIL (Federación Internacional de Lechería, 1995), el incremento de la producción mundial de queso hasta el año 2000 será muy notable en Australia y Nueva Zelanda (40%), y más moderado en el resto de la OCDE (Organización Europea de Cooperación Económica): USA (20%), Canadá (15%) y UE (10%).

El aumento del consumo en la OCDE se prevé del 20%, consecuencia del crecimiento económico general de esta área, así como de Asia y Sudamérica. Los mayores crecimientos en el consumo se operarán en Norteamérica y Japón, y en menor medida en la U.E. y países de Europa del Este (European Commission, 1997).

El tipo de queso que más ha aumentado en el decenio 1985-1994 ha sido el fresco, un 48%, por lo que ha pasado a representar un 35% del total producido, frente al 29% de partida. Los quesos duros y semiduros, han crecido en menor medida, un 12%, habiendo

descendido su proporción en el global del 57% en 1995 al 51% en 1994. La producción de queso de pasta azul se mantiene estacionada, y la de queso de pasta blanda ha crecido un 23% (Herrero, 1996).

La tabla I.1 muestra la distribución de la producción quesera mundial según los datos del "Anuario de Producción" FAO 1996.

Tabla I.1. Distribución de la producción mundial de queso en 1996

	(x 1000 Tm)	**(%)**	
MUNDO	17.139	100	
ÁFRICA	4.835	28,20	
AMÉRICA	4.235	24,70	
ASIA	866	5,05	
EUROPA	6.847	39,95	
OCEANÍA	356	2,10	**(%)**
U.E.	5.642	32,73	100
ALEMANIA	910	7,49	22,87
BÉLGICA-LUXEMBURGO	58	0,44	1,35
DINAMARCA	290	1,88	5,75
ESPAÑA	160	1,15	3,51
FRANCIA	1.585	8,92	17,25
GRECIA	195	1,23	3,78
HOLANDA	688	3,68	11,26
IRLANDA	90	0,53	1,64
ITALIA	945	5,16	15,77
PORTUGAL	71	0,33	1,01
REINO UNIDO	355	1,89	5,77

Fuente: FAO, Anuario de Producción 1996

II.2. EL SECTOR LÁCTEO ESPAÑOL

Como consecuencia del ingreso de España en la U.E., el sector lácteo ha experimentado profundas transformaciones, unas debidas a su propia estructura y dinámica anterior, que obligaban a una adaptación necesaria para competir en un mercado más grande y más abierto y otras a las limitaciones impuestas por la reforma de la PAC (Política Agraria Comunitaria) y la implantación del Mercado Único, a lo que hay que añadir la influencia de los cambios operados en el sistema de distribución. Por todo ello el sector industrial lácteo, se encuentra en estos momentos amenazado por diversos problemas:

- Disminución de la producción de leche debido a las cuotas marcadas por la U.E.
- Fuerte competencia de la industria comunitaria.
- Posición de fuerza de la distribución (pagos aplazados, ofertas de leche líquida a bajos precios).

La producción de leche en España (Tabla I.2) se sitúa en los últimos años en torno a los 6,6 millones de litros, correspondiendo el 89% a la de vaca, el 5% a la de oveja y el 6% a la de cabra, siendo la importancia relativa de estas dos últimas de las más elevadas de la U.E., exceptuando Grecia y Francia (MAPA, 1994).

Tabla I.2. Producción de leche en España (Millones de Tm)

	86	**87**	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**
VACA	5972	5831	5618	5626	5650	5473	5998	5974	5849
OVEJA	245	233	263	276	320	307	305	334	295
CABRA	366	390	401	413	472	290	354	394	377

Fuente: MAPA, Anuario de Estadística Agraria, 1994

En la Tabla I.3 se reflejan los datos sobre la estructura de la producción de leche de vaca (ILE, 1995)). La primera observación es que existen demasiadas explotaciones y éstas son de pequeñas dimensiones, representando el estrato de establos de hasta 9 vacas el 71,3% de las explotaciones. Uno de los problemas fundamentales de este sector es el déficit estructural existente de más de un millón de toneladas, razón por la cual el Gobierno español está demandando ante las autoridades de la Unión Europea un

incremento de la actual cuota láctea asignada a España en un millón de toneladas (Calcedo, 1997).

Tabla I.3. Estructura del sector lácteo en la U.E. en 1994

	Vacas lecheras **x 1000**	**Explot. x 1000**	**Vacas por establo**	**Cuota media por explot. (Tm)**	**Cuota nacional (Mill. de Tm)**
ALEMANIA	5.192	236	22,7	121.025	27.665
BÉLGICA	721	25	28,3	133.163	-
DINAMARCA	700	18	39,8	292.494	4.455
ESPAÑA	1.369	148	9,3	39.732	5.567
FRANCIA	4.428	169	27,3	151.990	24.236
GRECIA	206	39	5,6	24.422	631
G. BRETAÑA	2.712	40	69,4	354.148	14.540
HOLANDA	1.752	40	41,8	260.250	11.075
IRLANDA	1.274	47	27,3	109.052	5.246
ITALIA	2.275	147	15,6	96.735	9.930
LUXEMBURGO	50	2	32,9	183.060	-
PORTUGAL	372	99	3,8	25.423	1.873
U.E. 12	21.022	1.013	21,3	111.765	-

Fuente: ILE, Anuario Lácteo 1994

Desde la adhesión ha habido en España una importante reestructuración, como queda reflejado en la Tabla I.4, con disminución del número de vacas (-28%) y de productores (-48%), que han elevado ligeramente el tamaño medio de la explotación de 7,03 a 9,68, cifra aún lejos de la medida de los países de Europa (excepto Francia) que es de 11,75 vacas por explotación, y desde luego muy lejos de la media comunitaria de 21,3 vacas por establo (Herrero, 1996).

Tabla I.4. Evolución del sector productor de leche de vaca en España

	1987	**1995**	**%**
Censo de vacas lecheras	1.783.000	1.272.000	-28,6
Nº de productores con entregas de leche	253.650	131.441	-48,2
Media de vacas por explotación	7,03	9,68	-

Fuente: Herrero, 1996

En cuanto a la distribución geográfica de la producción láctea de las tres especies (vaca, oveja y cabra), la Tabla I.5 muestra claramente el desequilibrio regional, al concentrarse fundamentalmente en la franja norte peninsular la leche de vaca, 54,6% en la cornisa cantábrica, que se eleva al 69,17% si consideramos además Navarra, Aragón y Cataluña. En leche de oveja la concentración es máxima en Castilla y León, con 66,15% del total nacional, seguida por Castilla-La Mancha con el 24,0 % mientras que las restantes quince Comunidades Autónomas, representan porcentajes muy bajos, no obstante existen en algunas de ellas denominaciones muy importantes, como Idiazabal, y Roncal en el País Vasco y Navarra (MAPA, 1994).

Tabla I.5. Distribución de la producción de leche en España por Comunidades Autónomas y por especies de origen en 1994. (miles de litros)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	VACA	%	OVEJA	%	CABRA	%
ANDALUCÍA	460.263	7,86	2.687	0,91	196.318	52,10
ARAGÓN	87.533	1,49	121	0,04	1.565	0,41
ASTURIAS	644.433	11,01	112	0,03	344	0,09
BALEARES	100.844	1,72	329	0,11	857	0,22
CANARIAS	37.361	0,64	3.305	1,12	51.901	13,77
CANTABRIA	493.425	8,43	151	0,05	380	0,10
CASTILLA-LA MANCHA	145.282	2,48	61.632	20,92	55.248	14,66
CASTILLA Y LEÓN	791.642	13,53	196.582	66,75	16.193	4,29
CATALUÑA	574.895	9,83	--	--	4.126	1,09
EXTREMADURA	68.616	1,17	3.365	1,14	16.362	4,34
GALICIA	1.900.242	32,5	117	0,03	300	0,07
MADRID	84.970	1,45	9.505	3,22	4.030	1,06
MURCIA	18.128	0,30	--	--	18.163	4,82
NAVARRA	144.741	2,47	6.149	2,08	256	0,06
LA RIOJA	18.751	0,32	373	0,12	688	0,18
C. VALENCIANA	40.189	0,68	299	0,10	9.601	2,54
PAÍS VASCO	237.369	4,05	9.774	3,31	449	0,12
TOTAL ESPAÑA	5.848.684	100	294.501	100	376.781	100

Fuente: MAPA, Anuario de estadística Agraria, 1994

En lo que respecta a la leche de cabra, existe igualmente una fuerte concentración en el centro y sur de la península y el archipiélago canario, aunque sin llegar al extremo de lo que ocurre con la oveja, destacando Andalucía con el 52% del total, seguido de Castilla-La Mancha (14%) y Canarias (13%).

II.3. LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA

Comparada con la producción mundial de leche de vaca (533 millones de toneladas), la leche de cabra, con 10,5 millones de toneladas, no representa más que una contribución modesta a la producción lechera mundial, ya que ocupa el cuarto lugar después de las de vaca, búfala y oveja (FAO, 1996).

Entre las razones que justifican el bajo nivel de producción de leche de cabra, merecen citarse la capacidad de adaptación del ganado caprino a las condiciones desfavorables de lugares casi desérticos o con escasos forrajes, lo que da lugar a alimentaciones deficientes que originan una baja producción de leche. Se ha calculado que con una alimentación suficiente, los mismos animales podrían doblar o triplicar su producción, (MAPA, 1989). Por otra parte, las explotaciones caprinas actuales están orientadas a la producción de carne, que es el objetivo fundamental de la mayor parte de las explotaciones ganaderas.

Además, el bajo consumo de leche de cabra y las dificultades de su industrialización, a gran escala, en muchos países con escasos medidos tecnológicos y una gama reducida de productos fabricados con este tipo de leche (fundamentalmente queso elaborado de forma artesanal), limitan igualmente la expansión y desarrollo de este sector de producción (Corcy, 1993).

Del total de la producción mundial de leche de cabra, un 20,9% corresponde a Europa, siendo España el tercer país productor de Europa con 377 millones de litros, después de Francia (418) y Grecia (475) (MAPA, 1994). Si se analiza la evolución de la producción mundial de la leche de cabra en los últimos años, puede apreciarse que ha experimentado un aumento progresivo, pasando de 6,548 millones de toneladas en 1970 a 10,5 en 1994. En Europa la tónica ha sido similar, con aumentos del 10% de la producción

en los últimos 15 años. En España el aumento en la producción de leche de cabra en este mismo periodo de tiempo ha sido espectacular, alcanzando la cifra del 30% (MAPA, 1994). (Tabla I.6).

Tabla I.6. Evolución de la producción mundial de la leche de cabra (x 1000 toneladas) entre 1977 y 1994

	PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA					
	1977	**1980**	**1981**	**1987**	**1992**	**1994**
África	1.271	1.413	1.434	1.625	1.864	2.003
Asia	3.023	3.552	3.655	3.669	5.960	6.135
Europa	1.491	1.578	1.606	1.681	1.695	1.633
España	287	290	296	401	354	376
Mundial	6.548	7.386	7.559	8.048	10.192	10.480

Fuente: MAPA; Anuario de Estadística Agraria, 1994

En España, la producción de leche de cabra ha experimentado ligeras fluctuaciones en los últimos años, pasando de una producción estacionada en la década de los años 70 a un aumento importante en la década de los 80, con incrementos sostenidos de la producción hasta alcanzar la cota máxima de 473 millones de litros en 1990. Ésta es la década más importante para el ganado caprino lechero en España, puesto que se inició en esta época un proceso de tecnificación en muchas explotaciones y una progresiva industrialización de la leche. Entre 1990 y 1994 se produce una intensa sequía que originó la irregularidad en la producción de leche, importantes altibajos en el censo caprino, pero en general se puede considerar que la producción de leche de cabra en España presenta buenas perspectivas para el futuro (Herrera, 1996).

El ligero incremento observado en la producción de leche de cabra en nuestro país puede atribuirse a que se están intensificando las explotaciones de cabras dedicadas a la producción de leche en sistemas intensivo y mixto; asimismo, por parte del Ministerio de Agricultura, se están introduciendo constantes mejoras con núcleos de control, celebración de Jornadas de estudio y promoción de los quesos elaborados a partir de leche de cabra. Por otra parte, la leche de cabra no está sometida a las limitaciones de producción establecidas por la U.E. para la leche de vaca, lo que supondrá un aumento considerable de la importancia y producción del sector de leche de cabra (Juárez et al., 1991 y 1992 a).

Paralelamente, la importante dedicación durante la última década, por parte de destacados grupos de investigación de diferentes países, Anifantakis y Kandarakis (1980), Jennes (1980), Grappin et al. (1981, 1986), García-Olmedo et al. (1979 a y b, 1980 a y b), Loewenstein et al. (1980), Juárez (1985, 1986 y 1989), Martín-Hernández et al. (1984 y 1988a), Grandpierre et al. (1988), Robinson y Vlahopoulou (1988), Espie y Mullan (1990), Le Jaouen y Toussaint (1993), Cerutti et al. (1992) dirigida a completar la información disponible sobre la evaluación nutricional y características de composición de la leche de esta especie, han conducido a un conocimiento más profundo de la misma y son una prueba evidente del aumento en la popularidad de la leche de cabra en la línea de mejorar su producción y la calidad de los productos elaborados.

Se considera, de acuerdo con los citados autores, un material rico en nutrientes y de extraordinarias características organolépticas.

La composición de la grasa es semejante a la de la leche de vaca, aunque los glóbulos de grasa de diámetro inferior a 3 micras son más frecuentes en la leche de cabra (65% frente a 43%), lo que explica por qué la separación de la nata en la leche de cabra es más lenta que en la de vaca (Juárez et al., 1991). En cuanto a la composición en ácidos grasos de la grasa, la leche de cabra es más rica en ácidos grasos de cadenas entre 6 y 10 carbonos (Cerbulis et al., 1983; Astrup et al., 1985), siendo la acción de las lipasas endógenas más intensa que en la leche de vaca, lo que incrementa la concentración de ácidos grasos libres, infiriendo de forma notoria en las características organolépticas (Jennes, 1980).

En cuanto se refiere a las fracciones nitrogenadas, se observa similitud cuantitativa con la leche de vaca, y una concentración y propiedades semejantes en la fracción proteica soluble (Grappin, 1986), cabe destacar el contenido algo más alto de nitrógeno no proteico, caseína soluble y una proporción más baja en proteína coagulable que la leche de vaca.

Las caseínas, cuyo estudio ha sido exhaustivo en los últimos años, presentan gran variabilidad genética, que afecta fundamentalmente a las alfa-caseínas (Boulanger y Grosclaude, 1984), así como concentraciones muy diferentes de esta proteína en función

del individuo, incluso de la misma raza. Además, las micelas contienen mayor cantidad de minerales (Ca, P, K y Cl) y se encuentran menos hidratadas que en la leche de vaca, aunque se encuentran variaciones debidas a factores genéticos y estacionales (Remeuf et al., 1989; Juárez et al., 1991 y 1992a).

La leche de cabra tiene gran importancia a pesar de los bajos niveles de producción, corto período de lactación y amplias variaciones estacionales en el contenido en grasa y proteínas. En general, este tipo de leche se utiliza esencialmente para la fabricación de quesos en la propia explotación ganadera, con o sin tratamiento térmico. No obstante en algunos países parte de la leche de cabra se utiliza para elaboración de yogur y otras leches fermentadas y una parte se dedica también al consumo como leche líquida pasteurizada (Martín-Hernández et al., 1984)

Es difícil calcular las cantidades de queso industrial fabricado únicamente a partir de leche de cabra, porque suele ser mezclada con leche de oveja y/o vaca. La comercialización de queso fabricado con leche de cabra representa una alternativa interesante en los mercados de los países desarrollados y, de hecho, las pequeñas explotaciones ganaderas de rumiantes son uno de los objetivos de programas de ayuda de la Comunidad Económica Europea en países desarrollados (Le Jaouen y Toussaint, 1993).

II.4. EL SUBSECTOR QUESERO. PRODUCCIÓN, COMERCIO Y CONSUMO

Aunque no existe una estadística muy precisa del número de queserías que funcionan en España, el Plan estratégico elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en 1992 da la cifra de 917 con una mayor implantación en Castilla-León (164 que representan el 19%), Castilla-La Mancha (156 que representan el 17%) y Cataluña (102 que suponen el 11%).

En la localización de la industria quesera tiene enorme importancia tanto el carácter perecedero de la materia prima como el bajo grado de capitalización de gran parte de ellas, que en buena medida están ligadas a pequeñas empresas agrarias. Por ello se aprecia una mayor concentración en las zonas productoras de leche, concentrándose en la franja norte la mayoría de las destinadas a elaborar queso de vaca, en ambas mesetas las

de queso de oveja y en la franja mediterránea, Andalucía y Canarias las de cabra (Herrero, 1996; Ayuso, 1997).

Los datos reflejados en la Tabla I.7 demuestran que no existe coincidencia entre los datos aportados por las distintas fuentes, hasta tal punto que en ciertas Comunidades Autónomas (Asturias, Galicia), sólo los queseros artesanos son mucho más numerosos que el total que teóricamente reflejaría el dato del Plan Estratégico del MAPA, si bien muchos de ellos elaboran para autoconsumo y venta directa en granja.

Tabla I.7. Distribución en España de queserías por Comunidades Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA	**QUESERÍAS**		
	(1)	**%**	**(2)**
ANDALUCÍA		8	-
ARAGÓN	13	1	15
ASTURIAS	68	7	400
I. BALEARES	16	2	320
CANARIAS	23	3	2.200
CANTABRIA	41	4	-
CASTILLA-LA MANCHA	156	7	17
CASTILLA Y LEÓN	164	19	43
CATALUÑA	102	11	38
EXTREMADURA	44	5	-
GALICIA	70	8	700
MADRID	45	5	3
MURCIA	19	2	-
NAVARRA	37	4	27
LA RIOJA	4	1	2
PAÍS VASCO	12	1	90
C. VALENCIANA	30	3	-
TOTAL	917	100	

(1) Datos del Plan Estratégico del MAPA 1992
(2) Datos de Consejerías de varias CC.AA. y Asociaciones de queseros artesanos.
Fuente: Herrero, 1996

Desde finales de los años 80 se asiste a un importante desarrollo de las queserías artesanales que obedece a diversas causas: inestabilidad de precios de venta de la leche, búsqueda de un incremento del valor añadido de la producción de leche y en algunos casos de un destino para la misma ante el abandono de ciertas rutas de recogida, sin olvidar los apoyos que han aportado las Comunidades Autónomas para la adecuación de las queserías artesanas a la normativa, de forma que se pueda legalizar su situación, y el retorno al medio rural de gentes procedentes de las zonas urbanas, muchos de los cuales ha centrado su nueva actividad en la elaboración artesana de quesos (Herrero, 1996; Ayuso, 1997)).

Nuestra industria quesera presenta un mayor grado de atomización que la de otros miembros de la U.E., ya que un 70% de queserías estaría por debajo de 100 toneladas anuales, pero apenas representan el 3% de la producción total, mientras que poco más de media docena de empresas producen el 50% del total nacional .

La producción oficial de queso en los últimos años (Tabla I.8) supera las 270.000 Tm (Herrero, 1996), si bien en ella no estaría considerada buena parte de la producción artesanal. Se observa una clara tendencia creciente en el último decenio, con una subida del 54,57% entre 1985 y 1995.

Tabla I.8. Producción y comercio exterior de queso (Tm)

	1986	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**
PRODUCCIÓN (1)	162915	160848	166396	170734	173026	259300	258700	268500	271000	284000
IMPORTACIÓN (2)	19668	19741	20691	26417	30540	32404	38551	43114	60815	62773
EXPORTACIÓN (2)	1545	2717	4199	5947	7436	8612	10153	11651	17071	17861

(1) Producción: Fuentes: ANUARIO LÁCTEO ILE (1990) Y FENIL (de 1991 a 1995).
(2) Comercio Exterior (Península y Baleares). Fuente: Departamento de Aduanas.
Fuente: Herrero, 1996

De igual modo, el comercio exterior ha experimentado un espectacular incremento en dicho período. Las importaciones se han multiplicado por cuatro y las exportaciones casi por treinta, si bien en este último caso se partía casi de la nada, por lo que aun siendo

un avance muy espectacular, estamos todavía en una cifra de queso exportado (17.861 Tm) muy baja (MAPA, 1995).

El aumento de las importaciones de queso ha sido notable a partir de la adhesión de España a la U.E., en especial en quesos de vaca procedentes de Francia y Holanda, que supusieron en 1995 el 80% de las 62.700 Tm. de queso importadas.

En cuanto al desglose de la producción por tipos (Tabla I.9), se mantienen casi estables los mayoritarios: queso de mezcla en torno al 50%, fresco de vaca cerca del 17% y fundido 14,5%; mientras que hay pequeñas oscilaciones al alza en quesos de oveja y cabra (Herrero, 1996).

Tabla I.9. Producción anual de queso en España según los diferentes tipos (datos en t)

	1991		**1992**		**1993**		**1994(*)**		**1995(*)**	
		%		%		%		%		%
De vaca										
Fresco	48.400	18,6	38.500	14,9	40.000	14,9	45.000	16,6	46.000	17,4
Blanco pasteurizado	3.500	1,3	3.800	1,4	4.000	1,5	5.000	1,8	5.000	1,9
Blando, semi y duro	32.100	12,4	29.900	11,5	27.600	10,3	20.000	7,4	19.000	7,2
De oveja	10.000	3,8	12.000	4,6	14.000	5,2	15.000	5,5	16.000	6,0
De cabra	5.000	1,9	6.000	2,3	7.000	2,6	7.500	2,7	8.000	3,0
De mezcla	123.100	47,5	132.300	51,2	134.000	49,9	139.300	51,4	132.000	50,0
Fundidos	37.300	14,4	36.200	14,0	41.900	15,6	39.200	14,4	38.200	14,5
TOTAL	259.400	100	258.700	100	268.500	100	271.000	100	264.000	100

* Datos estimados.
Fuente: Herrera, 1996

Los datos de consumo de queso *per cápita* en España vienen mostrando un permanente incremento en los últimos años. Partiendo de 2,8 Kg en 1974, diez años después había ascendido a 4,2 Kg y en 1993, se situaría entre 7 y 8 Kg/habitante y año. No obstante, como puede apreciarse en la Tabla I.10, aún nos encontramos situados en la parte baja del ranking de países comunitarios en consumo de queso, y es dentro del segmento de derivados lácteos el que viene experimentando un menor incremento porcentual en consumo durante la mayor parte del período considerado, y para el año

1995, especialmente crítico con descensos generalizados en el consumo alimentario, los datos del Panel de Consumo Alimentario del MAPA indican una caída del 2% en la demanda de leche líquida y de un 6% en el queso.

Tabla I.10. Consumo de queso "per cápita" (kg)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
BÉLGICA-LUXEMBURGO	15,5	15,7	15,8	16,5	17,7	18,0	19,2	19,8	19,3
DINAMARCA	12,5	12,6	12,7	14,2	14,8	15,3	15,5	15,9	16,3
ALEMANIA	15,7	16,2	16,3	16,9	17,1	17,5	18,1	18,5	19,1
GRECIA	23,0	23,0	21,3	18,0	19,7	19,8	19,5	19,4	-
ESPAÑA	5,8	6,2	6,7	7,2	7,6	7,9	8,9	9,1	8,5
FRANCIA	22,0	22,7	22,9	23,3	23,8	23,8	23,9	23,9	23,8
IRLANDA	4,8	4,9	5,0	5,3	5,4	5,4	5,7	5,9	5,9
ITALIA	15,8	16,6	16,6	16,6	16,4	16,4	16,4	16,5	16,9
PORTUGAL	4,5	4,6	5,3	5,3	6,3	6,7	6,7	6,7	6,7
HOLANDA	14,5	14,6	14,8	14,5	15,2	16,3	16,2	15,7	16,8
REINO UNIDO	7,4	7,5	8,2	8,1	6,6	8,5	8,9	9,0	9,0
EU-12	13,3	13,5	13,9	14,1	15,0	16,4	15,7	15,8	15,9

Fuente: ILE, Anuario Lácteo 1994

El menor consumo de queso en España puede achacarse a los hábitos en su empleo. Así frente a la importancia como plato relevante al menos en una de las comidas principales que pueda tener en Francia, su uso cotidiano y generalizado en ensalada, en Grecia o su empleo como condimento o ingrediente casi obligado en la cocina italiana, entre nosotros tiene su consumo muy polarizado bien en bocadillos y meriendas, bien como tapa o aperitivo y escasamente como postre.

Si comparamos los porcentajes de consumo de quesos por tipos entre España y otros países más consumidores, para el año 1991 (Tabla I.11), vemos que en el caso de Francia hay un consumo muy repartido entre grandes familias que se sitúan a un nivel más

o menos similar: duro/semiduro y fresco 31,4% y blando 28,8%, mientras que entre nosotros hay un consumo mayoritario de queso duro/semiduro, que casi triplica a su inmediato seguidor, el fresco.

Tabla I.11. Consumo de queso por tipos en España y Francia

TIPO	ESPAÑA (%)	FRANCIA (%)
Duro/semiduro	62,1	31,4
Blando	3,6	28,8
Azul	1,8	3,8
Fresco	22,4	31,4
Fundido	10,1	4,6
TOTAL	100	100

Fuente: Anuario lácteo 1994

II.5. LOS QUESOS TRADICIONALES EN ESPAÑA

Los quesos tradicionales son los que están asociados a un determinado territorio, cuyos límites y extensión pueden ser de gran variabilidad, desde un pequeño y recóndito valle cantábrico o pirenaico hasta una extensa meseta o submeseta, que puede abarcar varias provincias. Pero son también los ligados a determinadas prácticas o sistemas de producción y manejo, que como consecuencia de los movimientos trashumantes del ganado, para aprovechar mejor los diferentes recursos de pastos según épocas y zonas, pueden no tener una única identidad territorial como origen. Serían, también aquellos que por ser objeto de fuerte demanda han sido elaborados por aquí y por allá, con el objeto de atenderla. E incluiríamos, algunas elaboraciones, adaptación de antiguas fórmulas a las posibilidades actuales, tanto de suministro de materia prima como de avances tecnológicos, o que aún siendo adaptaciones de variedades de otros países, han adquirido casi carta de naturaleza y se vienen considerando como productos ligados al área actual de producción.

Una relación de estos quesos tradicionales se puede obtener a partir del "Catálogo de Quesos de España" del MAPA de 1990 y Decisión de la Comisión de 29 de julio de 1996; y contiene quesos que actualmente están protegidos por Denominación de Origen o en vías de ello, o por Denominación de Calidad regulada por la correspondiente Comunidad Autónoma (Tablas I.12 y I.13).

Tabla I.12. Denominaciones de Origen de queso. Registros de ganaderías

DENOMINACIONES DE ORIGEN	CABEZAS PRODUCTORAS REGISTRADAS					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Cabrales	5.405	5.973	3.354	3.197	4.057	4.999
Idiazabal	233.772	484.435	267.931	122.569	143.492	138.362
Mahón	7.663	7.383	7.080	7.087	7.367	4.053
Liébana(1)	4.409	4.600	5.161	5.042	-	-
Picón-Bejes-Tresviso	-	-	-	-	1.732	1.667
Queso de Cantabria	2.600	2.550	2.375	2.013	2.125	2.140
Queso Manchego	424.998	446.061	451.773	474.706	473.050	475.025
Queso de la Serena	-		-	42.203	45.734	60.656
Queso Tetilla	-		-	-	3.750	4.050
Queso Zamorano	-		-	36.000	60.000	60.000
Quesuco de Liébana	-		-	-	3.204	1.154
Roncal	39.000	51.783	48.322	62.855	62.855	57.122
TOTAL	718.047	1.002.784	785.996	754.678	807.366	808.528

(1) A partir de 1993, Liébana se divide en dos: Picón Bejes-Tresviso y Quesucos de Liébana.

Fuente: Herrero, 1996

Tabla I.13. Quesos tradicionales de España

1. ANDALUCÍA:

Queso de Alhama de Granada (1, 2)

Queso de Aracena (Sierra de Huelva) (1, 2)

Queso de Cádiz (Serranías de Cádiz) (1, 2)

Queso de La Calahorra (1, 2)

Queso de Grazalema (1, 2)

Queso de Málaga (Serranías de Málaga) (1, 2)

Queso Pedroches (1, 2)

Queso de Sierra Morena (1, 2)

Queso de los Montes de San Benito (2)

Queso de Almería (2)

Queso la Tiñosa (2)

Queso de Las Alpujarras (2)

Queso de las Serranías de Jaén (2)

Queso de Ronda (2)

Queso de oveja de Sierra María (2)

2.- ARAGÓN:

Queso de Albarracín (de la Sierra de Albarracín) (1, 2)

Queso Ansó-Hecho (1, 2)

Queso de Benasque (1, 2)

Queso Tronchón (1, 2)

3.- ASTURIAS:

Queso Afuega'l Pitu (1, 2)

Queso Beyos (1, 2)

Queso de Buelles (1, 2)

Queso Cabrales (1, 2)

Queso Casín (1,2)

Queso Gamonedo (Gamoneu) (1, 2)

Queso Genestoso (Xenestoso) (1, 2)

Queso Peñamellera (1, 2)

Queso de la Peral (Azul de La Peral) (1, 2)

Queso Porrúa (de Llanes, cuayau) (1, 2)

Queso Ahumado de Pría (2)

Queso Urbiés (de vejiga, de odre) (1, 2)

Queso Valdesano (2)

Queso Vidiago (1, 2)

Queso Bota (2)

Queso de la Fuente (2)

Queso de Miranda (2)

Queso de Tarramurdi (2)

Queso la Peña (2)

Queso Valle de Narcea (2)

4.- BALEARES:

Queso de Mahón (1, 2)

Queso de Fomentera (2)

Queso Mallorquín (1, 2)

Queso de Ibiza (2)

5.- CANARIAS:

Queso Conejero (de Lanzarote)(1, 2)

Queso Flor de Guía (1, 2)

Queso de Gran Canaria (2)

Queso de La Gomera (1, 2)

Queso Herreño (de hierro) (1, 2)

Queso Majorero (1, 2)

Queso Palmero (1, 2)

Queso de Tenerife (fresco de Tenerife) (1, 2)

Queso fresco de Canarias (2)

6.- CANTABRIA:

Queso Pasiego (1)

Queso Picón Bejes-Tresviso (1, 2)

Queso Pido (1)

Queso Cantabria (de nata de Cantabria)(1, 2)

Quesuco de Liébana (1, 2)

Queso ahumado de Ávila (1, 2)

Queso artesanal de Cantabria (2)

Quesuco (2)

7.- CASTILLA-LEÓN:

Queso Castellano (1)

Queso de León (1)

Queso de Valdeón (Picos de Europa) (2)

Queso de Valdeteja (1)

Queso Villalón (1)

Queso Zamorano (1)

Queso de Babia y de Lanciana (1)

Queso de Burgos (1)

Queso del Tiétar (1)

Queso de La Armada (1)

Queso de la Bureba (1)

8.- CASTILLA-LA MANCHA:

Queso Manchego (1, 2)

Queso de Oropesa (1, 2)

9.- CATALUÑA:

Queso Garrotxa (1, 2)

Mató (1)

Queso Serrat (1, 2)

Queso de la Selva (1, 2)

Queso de L'Alt Urgell y la Cerdanya (2)

Queso de Tupí (1, 2)

Queso del Valle de Arán (1, 2)

Queso Montsec (1,2)

Queso del Berguedá (2)

Queso del Pallars Jussá (2)

Queso artesanal de Cataluña (2)

10.- GALICIA:

Queso Cebreiro (1, 2)

Queso San Simón (1, 2)

Queso Tetilla (1, 2)

Queso de Arzúa (de Ulloa) (1, 2)

Queso país (2)

11.- EXTREMADURA:

Quesailla (merendera) (1, 2)

Queso de Acehuche (1, 2)

Queso de Cáceres (1, 2)

Queso de Gata-Hurdes (1, 2)

Queso Ibores (1, 2)

Torta del Casar (1, 2)

Queso de La Serena (1, 2)

Queso de LA Siberia (1, 2)

Queso de La Vera (1, 2)

12.- MADRID:

Queso de Campo Real (2)

Queso de cabra del Guadarrama (2)

13.- MURCIA:

Queso de Murcia (1, 2)

Queso de Murcia al Vino (1, 2)

14.- NAVARRA:

Queso Roncal (1, 2)

Queso Idiazabal (1, 2)

15.- LA RIOJA:

Queso Camerano (1, 2)

16.- PAÍS VASCO:

Gaztazarra (1, 2)

Idiazabal (1, 2)

17.- COMUNIDAD VALENCIANA:

Queso de Alicante (blanquet) (1, 2)

Queso de Cassoleta (1, 2)

Queso de La Nucía (1, 2)

Queso Servilleta (1, 2)

1) Catálogo de Quesos de España, M.A.P.A., 1990

2) Decisión de la Comisión de 29 de julio de 1996, por la que se establece la lista de productos lácteos para los que los Estados miembros se hallan autorizados a conceder excepciones individuales o generales con arreglo al apartado 2 del artículo 8 de la Directiva 92/46/CEE, así como el tipo de excepciones aplicables a dichos productos (DOCE nº L 230, de 11.9.96).

II.6. QUESOS ESPAÑOLES DE LECHE DE CABRA

La mayor parte de la producción de leche de cabra se destina a la fabricación de quesos, los países que destacan por su producción son Grecia con 40.277 Tm, Francia con 36.000 Tm, siguiendoles en importancia España y con niveles mucho menores Italia y Portugal (Tabla I.14). En España alrededor del 94% de la producción de leche de cabra se destina a la fabricación de queso (Martín-Hernández et al., 1984).

Tabla I.14. Producción anual de queso de cabra en algunos países de Europa.

PAÍS	PRODUCCIÓN (Tm)
ESPAÑA	6.352
FRANCIA	36.000
GRECIA	41.000
ITALIA	2.000
PORTUGAL	1.500

Fuente: Juárez, 1989

Existen diferencias notables entre las distintas variedades de queso de cabra existentes en cuanto a propiedades organolépticas y nutricionales, pero todos tienen características en común; en primer lugar se trata de producciones estacionales que abarcan uno 5 ó 6 meses al año. La mayoría de ellos se elaboran utilizando técnicas de coagulación lentas y moldeado sin desuerado. Son más blancos que los de leche de vaca, por los niveles muy bajos o ausencia de beta-caroteno, pigmento amarillo presente en esta última. Por otra parte, además de los atributos nutritivos comunes a los distintos tipos de quesos, debidos fundamentalmente a la alta proporción en proteínas y minerales -calcio y fósforo- hay que añadir que el aroma y sabor de los quesos maduros de la leche de cabra es característico y muy apreciado, detectándose la presencia de cantidades importantes de ácidos grasos de cadena corta, liberados por la acción de lipasas (Carretero et al., 1992), y presentan una relación proteínas/calorías elevada (Loewenstein et al., 1980).

Internacionalmente los quesos de cabra más conocidos son los franceses, sobre todo los madurados por mohos en la superficie, tales como "Saint-Maure" y "Chabichou". Unos pocos tienen mohos en el interior, los quesos azules de leche de cabra. También se

elaboran quesos con corteza entre los cuales figura el "Crottin de Chavignol" (Juárez et al., 1991 y 1992a)

En algunos países se elaboran productos resultantes de coagular las proteínas de suero con o sin adición de leche descremada, suero de mantequilla o leche entera, para mejorar la consistencia y las características sensoriales. En España a partir del suero de leche de cabra se elabora Requesón.

En ocasiones se utiliza la leche de cabra mezclada con leche de otras especies, como ocurre con el queso Feta de Grecia, que aunque tradicionalmente se elabora con leche de oveja, a veces, se utiliza mezclado con leche de cabra o incluso con leche de cabra y vaca.

En España la leche de cabra se utiliza generalmente para la elaboración de queso, si bien en casi todos los casos la fabricación de quesos de leche de cabra se ha realizado a nivel artesanal más que industrial y su tecnología de fabricación es poco conocida (Yubero, 1985), por este motivo se han desarrollado numerosas variedades que se han denominado en general por la localidad de procedencia (Juárez, et al., 1991 y 1992a). Aunque cada región tiene sus tipos de queso característicos y se han desarrollado diferentes técnicas de fabricación y condiciones de maduración, la mayoría de los quesos de leche de cabra producidos pueden incluirse en tres tipos básicos:

- Quesos frescos de coagulación enzimática o láctica.
- Quesos de pasta blanda:
    - Corteza florecida
    - Corteza lavada.
    - Azules.
- Quesos de pasta prensada no cocida semiduros o duros.

De los 81 quesos recogidos en el "Catálogo de quesos españoles", editado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1990), figuran 25 quesos puros de leche de cabra, y se citan otros 21 elaborados con mezcla de vaca y/o oveja (Tabla I.15). Esto supone que en un 57% de los quesos recogidos en el catálogo se utiliza leche de cabra para

su elaboración. Además los quesos elaborados con leche de cabra son excelentes, su aroma y sabor es característico y muy apreciado (Juárez et al., 1991 y 1992 a).

En la Tabla I.15 se recogen los quesos elaborados con leche de cabra, puros o con mezcla de otras leches, que figuran en el Catálogo de Quesos de España editado por el MAPA (1990).

Tabla I.15. Quesos españoles de leche de cabra

Especie	Familia				
	FCE/L	**PPNC**	**PBCF**	**PBCL**	**P. Azul**
Cabra	Alicante Cádiz Camerano Murcia	Acehuche Albarracín Alhama de Granada Aracena Buelles Conejero Gata-Hurdes Ibores Majorero Murcia al vino Palmero Quesaílla Serranías de Málaga La Siberia Sierra Morena Tiétar La Vera	Babia y Laciana Garrotxa Mont-Sec Valdeteja		
Cabra/vaca	Mató		La Armada	Beyos	
Cabra/oveja	Cassoleta La Nucia Servilleta	Gomera Grazalema La Calahorra Tronchón		Ahumado de Avila Peñamellera Quesuco	Cabrales Gamonedo Picón
Cabra/vaca/oveja	Pido Tenerife	Genestoso Herreño			

FCE/L: Frescos de Coagulación Enzimática/Láctica.

PPNC: Pasta Prensada No Cocida.

PBCF: Pasta Blanda y Corteza Florecida.

PBCL: Pasta Blanda, y Corteza Lavada.

P. Azul: Pasta azul.

III. EL QUESO DE CAMEROS. NECESIDAD DE UNA CARACTERIZACIÓN

La Sierra de Cameros se localiza en el sector central y oriental de la montaña riojana configurando el Valle del Leza-Jubera (Camero Viejo) y el Valle del alto Iregua (Camero Nuevo). Es la Sierra de Cameros la parte más extensa de la zona occidental del Sistema Ibérico. Se extiende al Sur, Oeste y Centro de la Comunidad Autónoma riojana, al Norte de la provincia de Soria y al Oeste de la provincia de Burgos.

La Sierra de Cameros presenta duras condiciones climáticas, escasas y mal repartidas precipitaciones, temperaturas rigurosamente frías en invierno y calurosas en verano, con primaveras y otoños cortos y frecuentes heladas tardías. Su escasa población, 3.600 habitantes, supone apenas un 1,4% de la población total de La Rioja. Los Cameros, fuente de riqueza maderera, ganadera, caza y pesca han sufrido, a lo largo de los últimos años una gran regresión. La desaparición de la ganadería transhumante y las industrias textiles de ella derivadas, así como el desmantelamiento de las actuales estructuras ganaderas, han originado, un progresivo despoblamiento de esta región. Como ejemplo de esta situación, podemos apuntar que el Camero Viejo ha pasado de 6.002 habitantes a comienzos del siglo anterior a 908 en el año 1993. El Camero Nuevo tenía en 1857, 7.236 habitantes y en 1985 tan solo 2.380 (Anónimo, 1993).

Este movimiento de población preocupa por sus evidentes repercusiones socioeconómicas, existiendo en los últimos años un intento, por parte de la Administración, de fomentar y potenciar la creación de industrias implantadas en el medio rural que puedan ofrecer un medio de vida digno a sus habitantes.

La ganadería es una de las fuentes de riqueza de esta zona, siendo el ganado caprino el más adaptado. Predominan los cruces de la denominada cabra de Avila con la Murciana que han dado lugar a la cabra serrana o montesa, buena reproductora, austera, resistente y adaptada a la vegetación de la zona, que es difícilmente aprovechable por el ganado ovino y vacuno.

La leche de estas cabras constituye la materia prima para la elaboración de un producto típicamente riojano, **el Queso de Cameros**. De los 339 tipos de queso

catalogados en España sólo 25 variedades, entre las que se encuentra este queso, se elaboran exclusivamente con leche de cabra (M.A.P.A., 1990). El Queso de Cameros ha sido citado en numerosas ocasiones en la bibliografía relacionada con la etnografía camerana, pero sus características técnicas y su proceso de elaboración son poco conocidos (Giró, 1978; Calvo, 1977; Pan, 1953). Este desconocimiento se debe, en parte, a que en las últimas décadas la elaboración de este tipo de queso ha sido paulatinamente abandonada por los riesgos de tipo sanitario que implica el modo tradicional de elaboración.

En la actualidad asistimos a una recuperación del Queso de Cameros. La elaboración artesanal de quesos de Cameros puede ser la base de industrias familiares y puede constituir una fuente de ingresos alternativa (García-Vaquero, 1989), ayudando así a paliar el éxodo rural que esta zona ha experimentado durante los últimos años. Las ayudas concedidas, fundamentalmente de fondos europeos, a la sierra camerana han dado lugar a un ligero aumento de la cabaña caprina (actualmente 20.787 cabezas, Gobierno de La Rioja, 1993) y a la implantación de pequeñas industrias elaboradoras de queso. Actualmente existen tres industrias dedicadas a la elaboración de este queso.

Sin embargo, existen algunos factores que limitan y dificultan la fabricación y comercialización de este producto. La cabaña caprina existente actualmente tiene un número de cabezas muy reducido (alrededor de 20.000 hembras; Gobierno de La Rioja, 1995) lo que supone una producción escasa de leche que además se concentra, debido al ciclo reproductor propio del animal, en unos pocos meses del año. Esto conlleva que algunos elaboradores tengan que recurrir a las mezclas con leche de otro origen, normalmente de vaca, para asegurar una producción uniforme, con lo que el producto pierde sus características propias, además, el queso de Cameros, al ser un queso fresco, tiene una vida útil muy corta, lo cual dificulta su difusión comercial y su conservación.

Por todo ello, el estudio de caracterización y promoción del queso de Cameros, tan vinculado a la Sierra riojana, resulta de gran interés tanto desde el punto de vista económico como en cuanto a la recuperación y difusión de un producto típico y de alta calidad. De hecho, la posibilidad de incorporación del queso de Cameros dentro de la denominación "La Rioja Calidad" ha sido considerada desde hace tiempo por los

organismos oficiales correspondientes, conscientes de su interés; pero se ha visto dificultada por el vacío existente en cuanto a la caracterización y definición de este producto y su proceso de elaboración.

El desarrollo y la industrialización de la tecnología quesera favorece que las producciones de quesos de todo tipo se extiendan, ya que los nuevos criterios productivos los hacen económicamente viables. Pero simultáneamente se corre el riesgo de perder el modo tradicional de elaborar cada tipo de producto y con ello sus características específicas y su personalidad.

Las Comisiones Reguladoras de Denominación de Origen están realizando un gran esfuerzo para asegurar que se conserven las peculiaridades de cada producto, manteniendo en todo momento unos criterios de calidad homogéneos. El momento actual es bueno para la explotación ganadera enfocada a la fabricación de queso, producto cada vez más consumido en España, hemos de vigilar que no se pierdan los criterios de calidad y la personalidad de cada queso en particular. Un paso obligado en la vía de la conservación de los quesos y sus tecnologías de elaboración es su caracterización profunda. Esta caracterización debe incluir un estudio de la flora microbiana, un estudio organoléptico y un análisis fisicoquímico encaminado a determinar los parámetros objetivos que caracterizan cada producto, así como los límites aceptables de variabilidad de cada componente (Compaire, 1974).

Son numerosos los trabajos de caracterización de quesos regionales españoles que contienen leche de cabra tanto desde el punto de vista fisicoquímico como microbiológico; entre los más recientes, están los estudios realizados en quesos canarios en general, Castelo et al., 1992; Fresno Baquero et al., 1992; Millán et al., 1996; y en particular, Queso Palmero (Gómez et al., 1991); Queso de Tenerife (Delgado et al., 1991; Castelo et al., 1996; Belda et al, 1997.); Majorero (Barreto, J., 1979; Fernández-Salguero et al., 1981; Gómez et al., 1989a; Fontecha et al., 1990; Requena et al., 1992; Castelo et al., 1995); Queso La Gomera (Millán et al., 1992) En quesos catalanes, Cendrat del Montsec (Carretero et al., 1992a, b y 1994; Mor-Mur et al., 1992 y 1994) y queso tipo Garrotxa (Beltrán y Rodríguez, 1993). En quesos castellanos, Valdeteja (Fresno, et al., 1988a y b; Gutiérrez et al., 1988; Carballo et al., 1994a y b); Valdeón (López-Díaz et al., 1994 y

1995); Babia-Laciana (Argumosa et al., 1992); Gredos (Medina et al., 1992); Armada (Tornadijo et al., 1993 y 1995 y Fresno et al., 1996). En quesos Asturianos (Diez Dorado et al., 1990; Moro et al, 1991, 1992a y b; Marcos et al., 1985). En quesos Vascos (Marcos et al., 1984a). En quesos extremeños, queso de los Ibores (Marcos et al., 1984b; Mas et al., 1991; Mas y González-Crespo, 1992 y 1993; González-Crespo y Mas, 1990, 1992 a y b, 1993 a y b).

A pesar de todo, comparado con los estudios sobre otros tipos de quesos, la bibliografía referente a quesos de cabra españoles es bastante escasa (Juárez y Martín-Hernández, 1989).

El queso de Cameros aparece citado en distintas publicaciones (MAPA 1973, 1990, 1996; Ortega, 1983; Madrid, 1983; Arroyo y García del Cerro, 1988; Canut, 1988), aunque en ningún caso se realiza un estudio exhaustivo de caracterización.

IV. MADURACIÓN DE QUESOS. UTILIZACIÓN DE CULTIVOS INICIADORES

La elaboración de productos lácteos optimizada y controlada por microorganismos constituye uno de los procedimientos de conservación más antiguos que se conoce, y adquiere gran importancia en la actualidad por la gran diversidad de productos a que da lugar. Aunque se ha basado fundamentalmente en conocimientos empíricos, ha proporcionado la tecnología básica que se utiliza hoy en día en la Industria Láctea, cuya importancia queda reflejada por el valor económico de los productos finales obtenidos (Gómez y Peláez, 1989).

La acidificación espontánea de la leche y su transformación en productos lácteos, puede llevar en muchas ocasiones a la obtención de un producto final de características no uniformes o con defectos y alteraciones no deseadas. Por otra parte, la posible presencia en la leche de microorganismos patógenos contaminantes de la misma, ha llevado a la utilización generalizada del tratamiento térmico de pasteurización de la leche, con el fin de reducir así el riesgo de transmisión de enfermedades. En ambos casos, con y sin tratamiento térmico de la leche, la adición de cultivos iniciadores o fermentos a la misma ha proporcionado buenos resultados, al restaurar o potenciar el desarrollo de la flora microbiana beneficiosa y proporcionar productos higiénicamente aceptables y de calidad uniforme (Ordoñez et al., 1988; Gómez y Peláez, 1990; Requena et al, 1991; Medina et al., 1991).

Los cultivos iniciadores empleados para la elaboración de quesos consisten en una o varias cepas pertenecientes a una o varias especies de bacterias deseables cuidadosamente seleccionadas que se utilizan para inocular leche cruda o pasteurizada, a la nata o a la mezcla de ambas para iniciar y llevar a cabo la fermentación deseada del queso (Sandine, 1979).

Los cultivos iniciadores han constituido en la actualidad, una parte importante de una industria plenamente desarrollada y son en muchas ocasiones condición indispensable para la fabricación de gran variedad de productos lácteos fermentados. Aunque pueden

estar constituidos por diferentes tipos de microorganismos, el grupo más importante está integrado casi exclusivamente por bacterias lácticas pertenecientes a los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc*. Además de las bacterias lácticas, en algunas ocasiones se añaden a los fermentos para la fabricación de queso, los llamados cultivos secundarios, constituidos también por bacterias o por mohos y levaduras, los cuales actúan durante la maduración de los quesos produciendo compuestos que intervienen en el aspecto, aroma y *bouquet* de los mismos.

En la fabricación de un producto lácteo fermentado tiene lugar una transformación de la materia prima por los componentes del fermento. La lactosa, la caseína y la grasa presentes en el medio son catabolizadas por los microorganismos del cultivo iniciador produciéndose metabolitos que otorgan a los productos lácteos fermentados sus cualidades organolépticas características.

La principal función de los cultivos iniciadores es la producción de ácido láctico por fermentación de la lactosa presente en la leche, creando unas condiciones favorables para:

a) Favorecer la formación de la cuajada por enzimas coagulantes.

b) Estabilizar y concentrar la cuajada favoreciendo el drenaje de suero.

c) Prevenir o inhibir el crecimiento de la flora patógena y alterante mediante la reducción del pH.

d) Contribuir a la formación de la textura y compuestos del sabor característicos.

Además de esta función primordial de producción de ácido, los cultivos iniciadores desempeñan un papel fundamental en la maduración del queso y en el desarrollo de la textura, del olor y del sabor, pudiendo contribuir en este último punto de dos formas: bien directamente, mediante la formación de diferentes compuestos como consecuencia de su metabolismo de carbohidratos y mediante sus sistemas proteolíticos y lipolíticos que actúan en el curso del afinado de los quesos degradando las proteínas y la grasa de la leche, o bien indirectamente, regulando la presencia de otros microorganismos (Ordoñez et al., 1988; Gómez y Pelaéz, 1989 y 1990; Condon, 1987; Thompson, 1987; Cogan, 1981; Rua et al., 1993; Carmona y Gómez, 1994).

En cuanto a la función de preservar el queso frente a la acción de microorganismos patógenos y/o alterantes, además de mediante la disminución del pH, algunos microorganismos ejercen su acción por medio de la producción de bacteriocinas, ácidos sin disociar, dióxido de carbono y otros compuestos de bajo peso molecular.

El cultivo iniciador debe cumplir las siguientes condiciones (Vedamuthu, 1983):

1. Debe ser viable y fisiológica y metabólicamente competitivo para dominar a la flora total en la cuba de elaboración del queso. Esto es especialmente importante cuando se usa leche cruda o termizada.
2. La flora iniciadora debe estar presente en un número suficientemente alto de células viables y no dañadas al comienzo del proceso de fabricación.
3. El cultivo iniciador debe ser elegido en primer lugar en base a su tasa de producción de ácido bajo el rango de temperaturas que vaya a ser utilizado.
4. Selecciones posteriores deben basarse en las tolerancias relativas al ácido y la sal y a su capacidad de supervivencia en las condiciones creadas por la combinación de estos factores (ácido, sal y calor).
5. También hay que tener en cuenta la susceptibilidad y resistencia de las distintas cepas a sus diferentes fagos y la relación existente entre ellos.
6. Otros factores a considerar son la posibilidad de que algunas cepas produzcan excesiva cantidad de gas, la sensibilidad extrema de algunas cepas a las aglutininas ocasionalmente presentes en la leche, la dominancia excesiva por producción de antibióticos y bacteriocinas y la producción por parte de algunos microorganismos de sabores amargos y/o afrutados.

El empleo de cultivos iniciadores posibilita un mayor control del proceso de fermentación en la elaboración de productos alimenticios, asegurando una mayor calidad higiénico-sanitaria y una standarización de la calidad de los productos obtenidos (Gómez y Peláez, 1990; Requena, 1991; Rua et al., 1993).

IV.1. CLASIFICACIÓN DE LOS FERMENTOS LÁCTICOS

Aunque los fermentos lácticos pueden clasificarse atendiendo a múltiples aspectos tecnológicos como velocidad de acidificación, producción de compuestos aromáticos o

actividad proteolítica, la clasificación más corriente se basa fundamentalmente en dos aspectos: atendiendo a la temperatura óptima de crecimiento y a su composición.

Atendiendo a la temperatura óptima de crecimiento, los fermentos pueden clasificarse en fermentos mesófilos y termófilos.

IV.1.1. Fermentos mesófilos

Poseen un óptimo crecimiento entre 22-34ºC. Son los más utilizados en la industria quesera, así como en la fabricación de crema acidificada, mantequilla, etc.

Los fermentos mesófilos en la industria láctea y fundamentalmente en la industria quesera pueden presentarse en forma de:

a) mezclas de composición desconocida (mixed strains o fermentos mixtos).

b) en forma de cepas puras únicas o en pares (single strains o fermentos de cepa única).

c) compuestos de tres, cuatro o a veces más cepas (multiplestrains o fermentos múltiples) de composición perfectamente conocida. Todos los fermentos llevan *Lactococcus lactis ssp. lactis* y menos frecuentemente *Lactococcus lactis ssp. cremoris* como bacterias acidificantes, aunque los fermentos mixtos pueden llevar también bacterias aromatizantes, clasificándose según su composición en:

FERMENTOS O: (también denominados N), integrados exclusivamente por bacterias formadoras de ácido, *Lactococcus lactis ssp. cremoris* y *Lactococcus lactis ssp. lactis* se utilizan fundamentalmente para la fabricación de quesos en los que interesa preferentemente la producción de ácido.

FERMENTOS L: Contienen además de las bacterias acidificantes (*Lactococcus lactis ssp. cremoris* y *Lactococcus lactis ssp. lactis*), especies de *Leuconostoc* como microorganismo responsable del aroma al ser productor de CO_2 y diacetilo. Las especies más comúnmente utilizadas son *Leuconostoc cremoris* y/o *Leuconostoc dextranicum.*

FERMENTOS D: Están compuestos de *Lactococcus lactis ssp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp lactis* biovar *diacetylactis* como microorganismos aromatizantes.

FERMENTOS DL: Compuestos por *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris* y/o *Leuconostoc dextranicum.*

IV.1.2. Fermentos termófilos

Las bacterias termófilas cuya temperatura óptima de crecimiento está entre 37-45ºC se utilizan en la fabricación de leches acidófilas, yogur y en la elaboración de quesos de pasta cocida, como el Emmental y el Gruyère, en los que se alcanzan temperaturas de cocción de la cuajada muy elevadas. En todos los casos la flora está compuesta por *Lb. thermophilus* y diferentes especies de lactobacilos como *Lb. bulgaricus* en el caso del yogur, y *Lb. lactis*, *Lb. helveticus* y *Lb. fermentum* además de *Lb. delbruekii ssp. bulgaricus* en el caso de leches fermentadas y quesos tipo suizo.

En pequeñas queserías de Suiza, Francia e Italia, se utilizan todavía fermentos no seleccionados procedentes de cultivos naturales de suero, aunque ya dichos cultivos se van perfeccionando en la línea de paliar problemas de hinchamiento de los quesos como consecuencia del exceso de CO_2 producido, después de la fermentación propiónica. Inicialmente se pensó que dicho defecto provenía de un incorrecto metabolismo de las bacterias del ácido propiónico (*Propionibacterium shermanii*), pero investigaciones posteriores, han demostrado que se debe al uso de un fermento de gran actividad proteolítica, que favorece el excesivo desarrollo y producción de CO_2 por parte de las bacterias propiónicas.

Tabla I.16. Principales microorganismos utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración de quesos o inoculados con posterioridad

Lactococcus lactis	Especies principales	M
Lactococcus lactis var. *hollandicus*	Quesos tipo Edam y Gouda	M
Lactococcus cremoris	Responsables del aroma	M
Lactococcus diacetylactis (*S. Lactis* subsp. *diacetylactis*)	Responsables del aroma	M
Lactotococcus thermophilus	Soportan Tª elevadas	T
Lactotococcus durans	Soportan Tª elevadas	T
Lactotococcus faecalis	Utilizado por productora de aroma y de crecer a temperaturas elevadas	
Lactotococcus citrovorum	Productor de aroma	M
Lactotococcus paracitrovorum	Productor de aroma	M
Leuconostoc citrovorum	Productor de aroma	M
Leuconostoc dextranicum	Productor de aroma	M
Lactobacillus casei	Util. en quesos que se escaldan a elevada Tª	T
Lactobacillus lactis	Util. en quesos que se escaldan a elevada Tª	T
Lactobacillus bulgaricus	Util. en quesos que se escaldan a elevada Tª	T
Lactobacillus helveticum	Util. en quesos que se escaldan a elevada Tª	T
Propionibacterium shermani	Utilizado en algunos quesos para el desarrollo de gas y aroma	T
Penicillium roqueforti	Mohos azules (internos)	M
Penicillium glaucum	Mohos azules (internos)	M
Geotrichum candidum	Mohos blancos (externos)	M
Penicillium camemberti	Mohos blancos (externos)	M

M: Mesófilos; T: termófilos.

El cultivo iniciador suele elegirse de acuerdo con la actividad que de él se espera. Cuando se trata de la elaboración de quesos que se escaldan sólo a baja temperatura se suelen elegir *Lactococcus lactis ssp lactis*, *L. lactis ssp. cremoris*, *Leuconostoc cremoris* y *L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis*. El *L. lactis ssp. lactis* produce ácido láctico con mucha rapidez, reduciendo de esta forma el tiempo de utilización, pero algunas cepas

producen nisina y otras imparten al queso sabores extraños. Por el contrario, *L. lactis ssp. cremoris*, crece más lentamente, dando lugar a quesos muy aromatizados. Un starter puede estar pues compuesto por dos cepas de *L. lactis ssp. lactis* y *L. lactis ssp. cremoris* que se complementan adecuadamente. De hecho los cultivos mezclados de starter mesófilos producen más ácido que cada una de las cepas individualmente (Scott, 1991).

El *L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis* se incluye en un starter cuando se precisa acentuar el aroma en la elaboración de un queso blando. Tanto el *L. lactis ssp. cremoris* como el *L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis* utilizan el citrato para producir diacetilo (de aroma a mantequilla) pero producen también CO_2. Leuconostoc cremoris produce asimismo diacetilo pero también grandes cantidades de CO_2. Por ello, este microorganismo no debe utilizarse para la elaboración de quesos de pasta ciega como el queso Cottage, ya que puede dar lugar a la formación de una cuajada gaseosa que flota en el suero. El *Lactococcus lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis* produce acetaldehído, lo cual puede impartir al queso un aroma rechazable. Sin embargo, la inclusión de una pequeña proporción de *Leuconostoc cremoris* convierte el acetilo en metanol, eliminando este defecto.

El CO_2 producido de lugar, conjuntamente con el diacetilo, a una estructura más abierta, que resulta beneficiosa para algunos quesos siendo también la responsable de los ojos de pequeño tamaño típicos de algunas variedades (Dutch, Gouda, etc.).

IV.2. UTILIZACIÓN DE CULTIVOS SELECCIONADOS EN QUESOS DE CABRA

Como venimos comentando, en España existen gran número de quesos tradicionales cuya producción está experimentando, en los últimos años, una progresiva industrialización. Esta industrialización, exige una serie de mejoras en las técnicas de elaboración, tales como la utilización de cultivos iniciadores, que permitan obtener productos uniformes y de buena calidad. (Gómez y Peláez, 1989; Requena et al, 1991).

Los cultivos iniciadores utilizados actualmente en la elaboración industrial de estos quesos son, en la mayoria de los casos, cultivos comerciales compuestos de bacterias mesófilas que no son específicas para la producción de quesos tradicionales (Requena et al, 1991; Rua et al, 1993). Dado el papel fundamental que los cultivos iniciadores desempeñan en la maduración del queso y en el desarrollo de sus características organolépticas, sería lógico buscar fermentos apropiados para producir un queso industrial con las carácterísticas propias de la flora presente naturalmente en la leche y en el queso artesanal (Rua et al., 1993).

Para poder obtener estos cultivos iniciadores específicos es preciso realizar inicialmente estudios de caracterización microbiológica del queso para poder conocer cuales son los principales grupos microbianos presentes. En este sentido encontramos los trabajos realizados por Castelo et al., (1992 y 1995) para el queso Majorero, Mor-Mur et al., (1992) para el queso Cendrat del Montsec, Castelo et al., (1996) para el queso de Tenerife, (Mas et al., 1991; Mas y González-Crespo, 1992) para el queso de los Ibores.

Posteriormente se han de realizar estudios para determinar la evolución de la flora microbiana durante la maduración Gómez et al., (1989a), Fontecha et al., (1990) para el queso Majorero, Belda et al., (1997) para el queso de Tenerife, Mor-Mur et al., (1994) para el queso Cendrat del Montsec, Gutiérrez et al., (1988), para el queso de Valdeteja, López-Díaz et al., (1995) para el queso de Valdeón, Medina et al., (1992) para el queso de Gredos, Tornadijo et al., (1995) para el queso Armada.

Finalmente, se realiza la caracterización de las principales bacterias ácido lácticas responsables de la maduración de cada tipo de queso, para comprender cuál es el papel que desempeñan durante el proceso de maduración y cuáles son sus mecanismos de acción para, a partir de ellas, realizar una selección de aquellas bacterias ácido lácticas que respeten en la medida de lo posible las características presentes en los quesos tradicionales. Sin embargo, son muy escasos los trabajos realizados en este sentido para quesos de cabra encontrándose tan sólo los trabajos de Mas y González-Crespo, (1992) para el queso de los Ibores, Requena et al., (1991 y 1992) para el queso Majorero que son, actualmente, los quesos de cabra españoles más importantes en cuanto a su volumen de producción..

Con otra orientación encontramos estudios sobre la aptitud de diferentes cultivos iniciadores en la elaboración a escala industrial de quesos de cabra tradicionales, Gómez et al. (1989a) utilizaron cultivos iniciadores comerciales (Hansen DVS M-3) que *contenian L. lactis ssp. lactis* y *L. lactis ssp. cremoris* en queso Majorero, También en queso Majorero, Requena et al., (1992) ensayaron como cultivos iniciadores microorganismos previamente aislados de la leche, cuajada y queso Majorero. González-Crespo y Mas (1993b) utilizaron cepas SIA 10 que contenía *Enterococcus faecalis* y cepas SIA 11 que contenían *L. lactis ssp. lactis* en queso de los Ibores y Belda et al. (1997) utilizaron cultivos Hansen R 703 en la elaboración de queso de Tenerife. Para otros quesos españoles están los trabajos realizados para el queso Manchego por Gaya et al. (1983 y 1988), para el queso de La Serena por Medina et al. (1991), para el queso Majorero por Requena et al. (1992), para el queso de los Pedroches por Carmona y Gómez, (1994) y Sánchez et al. (1995), para el queso Idiazabal por Rua et al. (1993), para el queso Casar de Cáceres por Poullet et al. (1991), y para el queso de Cabrales por Nuñez y Medina (1976).

OBJETIVOS

OBJETIVOS

1. Comparar los métodos de elaboración tradicionales y actuales del Queso de Cameros.

2. Realizar la caracterización físicoquímica de la materia prima -leche de cabra- y del producto acabado -Queso de Cameros- para determinar cuales son las propiedades específicas de este producto que permiten identificarlo y diferenciarlo de quesos similares fabricados en otras regiones.

3. Realizar la caracterización microbiológica del Queso de Cameros y detectar los puntos críticos existentes en el proceso de elaboración.

4. Realizar la caracterización sensorial y proponer un perfíl sensorial para la valoración organoléptica de este tipo queso.

5. Examinar las posibilidades de maduración del queso de Cameros, analizando las posibilidades de adaptación de distintos cultivos iniciadores al proceso.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL Y MÉTODOS

I. MATERIAL

I.1. Encuestas orales

I.2. Toma de muestras para la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial del queso de Cameros

I.2.1. Muestras de leche

I.2.2. Muestras de queso de diferentes queserías

II. ELABORACIÓN DE QUESOS DE CAMEROS DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN

II.1. Materias primas

II.2. Proceso de elaboración de quesos en planta piloto

II.2.1. Queso elaborado con leche cruda sin cultivos iniciadores

II.2.2. Queso elaborado con leche cruda con cultivos iniciadores

II.2.3. Queso elaborado con leche pasteurizada con cultivos iniciadores

II.3. Toma de muestras

III. MÉTODOS ANALÍTICOS

III.1. PARÁMETROS QUÍMICOS Y FISICOQUÍMICOS

III.1.1. Extracto seco

III.1.2. pH

III.1.3. Materia grasa

III.1.4. Índice de acidez de la grasa

III.1.5. Cloruro sódico

III.1.6. Nitrógeno total

III.1.7. Nitrógeno no proteico

III.1.8. Determinación de leche de vaca en quesos de cabra por métodos electroforéticos

III.1.9. Prueba de la fosfatasa

III.1.10. Acidez de la leche

III.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

III.2.1. Determinación de contaminación microbiana en superficies y equipos

III.2.2. Control microbiológico en muestras de leche y queso

III.2.2.1. Toma de muestra

III.2.2.2. Homogeneización y dilución de la muestra

III.2.2.3. Determinación de parámetros microbiológicos

III.2.2.4. Identificación de las bacterias lácticas

III.3. ANÁLISIS SENSORIAL

III.3.1. Caracterización sensorial del queso de Cameros.

III.3.2. Análisis sensorial del queso maduro

III.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

I. MATERIAL

I.1. ENCUESTAS ORALES

En la primera parte de este trabajo se realizaron encuestas orales a los habitantes de varios municipios de la Sierra de Cameros que en algún momento de su vida han elaborado de forma regular queso de Cameros, bien para consumo propio, bien como moneda de cambio entre los vecinos o para su venta en los mercados que semanalmente se realizaban en los municipios cabezas de partido. Gracias a las encuestas realizadas fue posible recopilar datos referentes a la situación, tipo y manejo del ganado, recogida y tratamiento de la leche, método de elaboración y destino del producto elaborado.

Para la realización de las encuestas se partió de una lista de 25 personas que reunían los requisitos comentados anteriormente. En el momento de realizar las encuestas algunas de las personas presentes en la lista habían fallecido y otras no pudieron ser localizadas, por lo que al final se llevaron a cabo un total de doce encuestas, lo que supone un 50% de las teóricamente posibles. La encuesta realizada fue la siguiente:

A) TRATAMIENTO DEL GANADO

Ganado caprino

1. Leche comprada o rebaño propio
2. Número de cabezas
3. Raza de las cabras
4. Alimentación de la cabra:
    - tipo de pasto o pienso utilizado
    - complementos alimenticios
5. Tiempo de pastoreo y tiempo de estabulación
6. Variaciones estacionales

Estabulación

8. Antigüedad de las instalaciones

9. Tipo de construcción
10. Tamaño de los establos
11. Personal empleado

Ordeño

12. Momento del día
13. Frecuencia. Variaciones estacionales
14. Modo de ordeño:
    - lugar
    - recipientes empleados
    - precauciones
15. Producción de leche
    - por cabra
    - variaciones estacionales
    - volumen
    - sabor
16. Destino de la leche
17. Medios de transporte
18. Condiciones de almacenamiento

B) ELABORACIÓN DEL QUESO

Tratamiento previo de la leche

19. Tiempo transcurrido desde el ordeño hasta el momento de la elaboración
20. Condiciones de la leche en ese intervalo de tiempo:
    - tipo de recipientes
    - temperatura
21. Tratamiento de la leche:
    - colado
    - condiciones de cocción: Lugar, recipientes utilizados, tiempo y temperatura empleado
    - subida de la leche
    - pérdida de la leche. Causas

Cuajo

22. Tipo de cuajo: animal, vegetal o industrial
    - modo de obtención: Animal, vegetal o industrial
    - preparación
    - modo de adición
    - cantidad empleada

Obtención de la cuajada

23. Adición del cuajo: Modo, recipientes y condiciones de la leche (Tª)
24. Tiempo de cuajado
25. Temperatura de cuajado
26. Métodos para comprobar la cuajada

Cortado de la cuajada

27. Cuando
28. Utensilios de corte
29. Tamaño del grano
30. Modo de corte
31. Recalentamiento

Desuerado

32. Recipientes y utensilios
33. Desuerado manual
34. Destino del suero: consumo animal, humano

Moldeado

35. Cillas
    - material de las cillas
    - lugar de compra
    - tamaño
    - tratamiento de limpieza
36. Prensado, tiempo, control

Salado

37. Modo de aplicación: salmuera, frotación
38. Cantidad de sal
39. Comprobación del correcto salado
40. Modo de volteo
41. Tiempo de volteo
42. Finalización del queso
43. Modo de conservación: temperatura, aireación
44. Tiempo transcurrido desde la fabricación al consumo

Rendimiento

45. Litros de leche empleados y kilos de queso obtenidos
46. Tamaño y peso de los quesos.
47. Cantidad de quesos elaborados cada vez.
48. Frecuencia de elaboración. Variación estacional
49. Destino de los quesos: Consumo propio o venta
50. Vida útil del alimento

En todas las industrias queseras que se dedican actualmente a la elaboración de Queso de Cameros, se realizó la correspondiente ficha técnica de fabricación, en la que se incluía datos como la procedencia de la materia prima, la tecnología de elaboración utilizada, el rendimiento obtenido. La ficha técnica utilizada para recoger toda esta información es la siguiente:

FICHA TÉCNICA DE FABRICACIÓN

1. Empresa elaboradora
2. Origen de la leche:
    - ordeño de la mañana
    - mezcla ordeños de diferentes días
    - mezcla ordeños días (número de días)
3. Leche: Acidez y pH
4. Adición de sales:
    - sales de calcio
    - dosis
5. Adición de fermento:
    - tipo
    - dosis
6. Coagulación:
    - temperatura
    - tiempo (hasta cortar)
    - tiempo de agitación (desde cortar a bloquear)
    - temperatura de recalentamiento
7. Cuajada
    - tiempo de bloqueo
    - pH de la cuajada
8. Suero
    - acidez
    - pH
9. Salmuera
    - temperatura
    - densidad
    - acidez
    - tiempo
10. Número de quesos obtenidos según formato

I.2. TOMA DE MUESTRAS PARA LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DEL QUESO DE CAMEROS

I.2.1. Muestras de leche

Se tomaron 14 muestras de leche de cabra pasteurizada utilizada como materia prima en la elaboración del queso de Cameros. Las muestras de leche se tomaron en distintas épocas de elaboración, 10 muestras correspondieron al mes de julio de 1994 y procedían de cuatro queserías distintas, las 4 muestras de leche restantes correspondieron al mes de abril de 1995 y procedían de tres queserías.

El transporte al laboratorio se llevó a cabo en condiciones de refrigeración a una temperatura de 4ºC (Anónimo,1994). Una vez en el laboratorio cada muestra de leche se congeló a –20ºC hasta la realización del análisis fisicoquímico.

1.2.2. Muestras de queso de diferentes queserías

Para la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial del queso de Cameros, se tomaron muestras del 100% de las queserías elaboradoras de este tipo de queso, estableciéndose un programa de recogida de muestras coordinado con el ritmo de elaboración de cada quesería, ya que todas ellas no tienen el mismo volumen de producción.

Las muestras de queso fresco fueron recogidas en el lugar de elaboración y transportadas en condiciones de refrigeración tal y como indican los métodos oficiales recogidos por la normativa vigente (Norma Internacional FIL-IDF 32: 1965), para evitar en lo posible la alteración de las muestras hasta el momento de ser analizadas.

Las muestras se tomaron en dos épocas de elaboración diferentes, las primeras muestras analizadas correspondieron a las elaboraciones del mes de julio, período de altas temperaturas y gran actividad quesera debido a que la producción de leche de cabra alcanza su cota máxima en esta época del año. En este periodo se recogieron 12 lotes de queso de Cameros procedentes de cuatro queserías, cada lote estaba constituido por al menos tres piezas de queso.

Posteriormente se recogieron muestras de queso elaboradas en el mes de abril, coincidiendo con el período de bajas temperaturas y con el inicio de la actividad quesera después de la obligada parada del invierno, época en la que, debido al ciclo reproductor propio del animal, la producción de leche es mínima. En este caso una de las queserías fue eliminada del muestreo porque había comenzado a elaborar sus quesos con mezcla de leche de cabra y vaca. En este periodo se analizaron 6 lotes de queso de Cameros procedentes de tres queserías, cada lote estaba constituido por al menos tres piezas de queso.

Cada lote se dividió en tres fracciones. La primera se congeló a – 20ºC hasta la realización de su análisis fisicoquímico. La segunda y tercera fracciones se conservaron a 4ºC hasta su análisis microbiológico y sensorial respectivamente, realizados en un periodo máximo de 12 horas tras su recogida.

Tabla MM.1. Distribución de la toma de muestras de leche y queso de Cameros

FECHA	PRODUCTO	QUESERÍA			
		A	B	C	D
7-7-1994	Leche	+	+	+	+
	Queso	+	+	+	+
13-7-1994	Leche	+	+	-	+
	Queso	+	+	+	+
20-7-1994	Leche	+	+	-	+
	Queso	+	+	+	+
4-4-1995	Leche	+	-	+	+
	Queso	+	-	+	+
11-4-1995	Leche	-	-	-	+
	Queso	+	-	+	+

II. ELABORACIÓN DE QUESOS DE CAMEROS DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN

II.1. MATERIAS PRIMAS

LECHE: Para la elaboración de Queso de Cameros en la planta piloto se utilizó leche cruda de cabra, que fue suministrada por una de las queserías que colaboró en este trabajo. Se adquirieron diez lotes de 40 litros de leche cada uno.

Para poder controlar el origen de la leche se eligió una de las queserías que elaboran Queso de Cameros a partir de leche obtenida de su propio rebaño de cabras. La leche recién ordeñada se conservó en un tanque refrigerado a 4ºC hasta el momento de su recogida y fue transportada en las mismas condiciones de refrigeración hasta la planta piloto.

En la planta piloto se tomaron dos muestras de cada lote de leche, una de ellas fue empleada en la determinación del pH y acidez Dornic, la otra se empleó en la realización del análisis microbiológico. La leche restante se destinó a la elaboración de queso.

CUAJO: Se utilizó cuajo líquido animal de fuerza 1:10.000, con un contenido en quimiosina superior al 70%, suministrado por laboratorios Arroyo S.A.

SALES MINERALES: Se empleó $CaCl_2$ líquido 0,5 M.

CULTIVOS INICIADORES: Se ensayaron los dos cultivos iniciadores comerciales (denominados A y B) utilizados en la actualidad por las empresas que elaboran queso madurado. Los cultivos iniciadores fueron adquiridos en su presentación habitual en el mercado:

A.- Cultivo liofilizado ARTESANAL 2D, de la marca comercial RHONE-POULENC que, según las especificaciones de la empresa suministradora, se compone de los siguientes microorganismos:

- *Lactococcus lactis subsp. lactis.*
- *Lactococcus lactis subsp. cremoris.*
- *Lactococcus lactis subsp. lactis* biovar. *diacetylactis* (< 15%)
- *Streptococcus thermophilus* (< 5%).

El número de microorganismos viables por unidad de producto acondicionado, y siempre según la información proporcionada por la empresa suministradora, sería aproximadamente 10^{10} ufc/g.

Para su utilización, el contenido de cada bolsa fue disuelto en 100 ml de leche y se adicionaron en proporción de 1 ml de disolución/1 litro de leche, tal y como especifican las indicaciones para su uso.

B.- Cultivo liofilizado HANSEN DVS O R-703 que, según las especificaciones de la empresa suministradora, se compone de los siguientes microorganismos (en proporción1:1):

- *Lactococcus lactis subsp. lactis.*
- *Lactococcus lactis subsp. cremoris.*

Cada bolsa de cultivo liofilizado tiene un peso de 2 gramos y se adicionaron directamente en proporción de 1 g/100 litros de leche, tal y como especifican las indicaciones para su uso.

II.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN PLANTA PILOTO

En la Planta Piloto del Departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja, se llevó a cabo la elaboración por duplicado de 5 lotes de queso de 60 días de maduración (Figura MM.1):

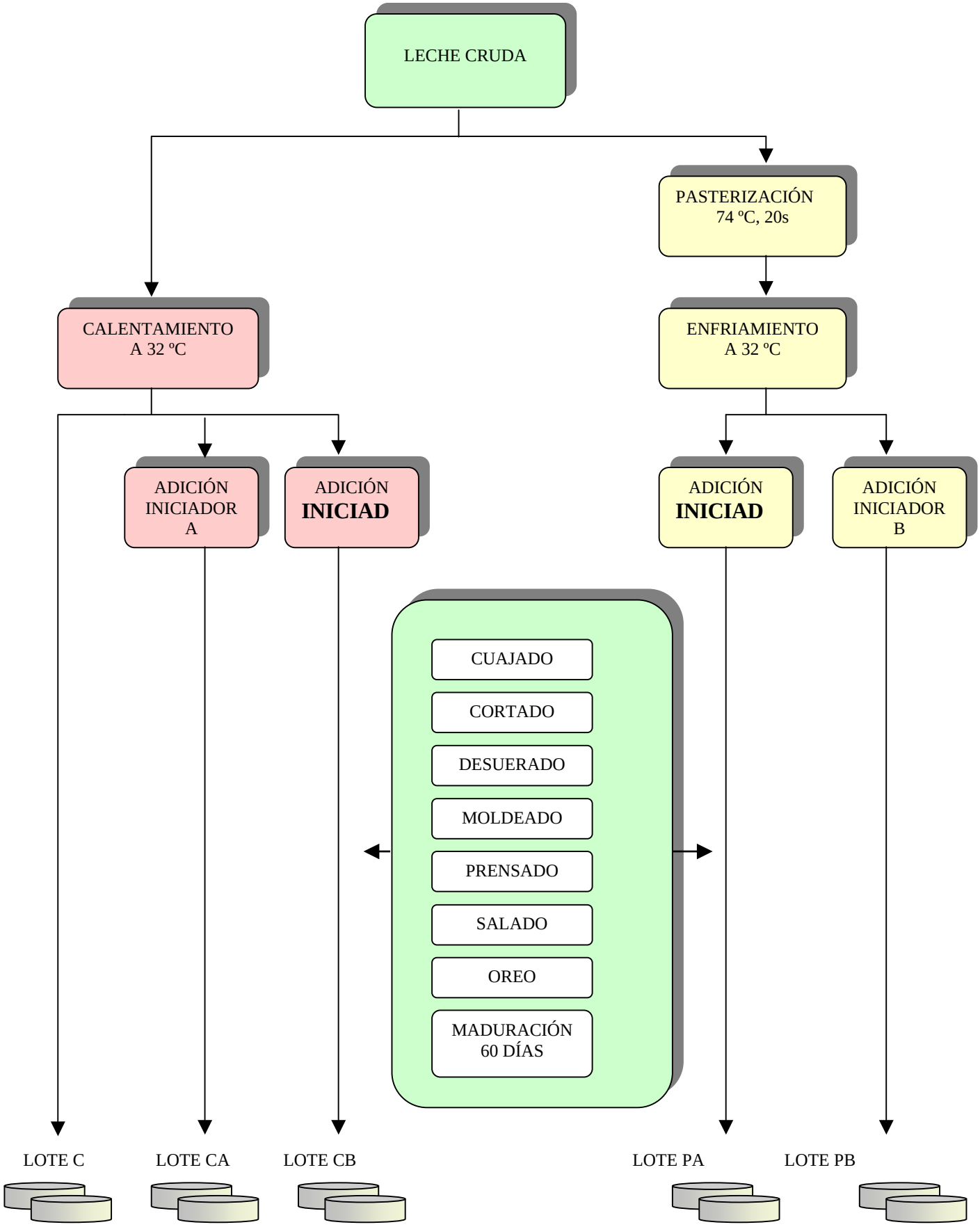
- **LOTE C:** Leche cruda de cabra y sin cultivos iniciadores.
- **LOTE CA:** Leche cruda de cabra y cultivos iniciadores A.
- **LOTE PA:** Leche de cabra pasteurizada y cultivos iniciadores A
- **LOTE CB:** Leche cruda de cabra y cultivos iniciadores B.
- **LOTE PB:** Leche de cabra pasteurizada y cultivos iniciadores B.

Las elaboraciones por duplicado de un mismo lote se realizaron en días sucesivos, y el tiempo transcurrido entre la elaboración de un lote y el siguiente fue de una semana.

La elaboración de los quesos se llevó a cabo en las siguientes etapas:

1. Preparación de la leche.
2. Coagulación de la leche.
3. Moldeado y Desuerado.
4. Salado.
5. Secado.
6. Maduración.

Figura MM.1. Esquema de elaboración en planta piloto de los cinco lotes de queso



Las diferencias existentes entre cada una de las elaboraciones realizadas estriban en el tratamiento térmico aplicado a la leche de partida y la utilización o no de cultivos iniciadores, ambas operaciones tienen lugar en la etapa de preparación de la leche, siendo el resto de las etapas idénticas en cada proceso de elaboración.

Por este motivo, solamente se detalla el proceso de elaboración de un queso de 60 días de maduración a partir de leche cruda de cabra y sin fermentos, mientras que en el resto de las elaboraciones sólo se indican las variaciones existentes en la etapa de preparación de la leche.

II.2.1 Queso elaborado con leche cruda sin cultivos iniciadores

La elaboración de queso de 60 días de maduración, a partir de leche cruda sin cultivos iniciadores, se realizó del siguiente modo:

II.2.1.1. Preparación de la leche.

La leche de cabra refrigerada a 4ºC, fue vertida en una cuba quesera de 50 litros de capacidad, provista de doble camisa. La leche se calentó hasta 32ºC, posteriormente se adicionó $CaCl_2$ en una dosis de 0,2 g/l de sal anhidra.

I.2.1.2. Coagulación de la leche.

La coagulación de la leche se consiguió mediante la adición de 1 ml cuajo de fuerza 1:10.000 por cada 4 litros de leche, agitando vigorosamente para conseguir una distribución homogénea del mismo. El cuajado de la leche se realizó a una temperatura de 32-33ºC y se prolongó durante 45 minutos. Una vez formada la cuajada, se procedió al corte de la misma con las liras hasta obtener un grano del tamaño de un guisante.

Una vez cortada la cuajada se tomó una muestra de suero para determinar el pH y el grado de acidez, el resto se eliminó parcialmente de la cuba.

II.2.1.3. Moldeado y Desuerado.

La cuajada cortada se distribuyó en moldes de 1 Kg provistos de tela y el desuerado tuvo lugar mediante prensado durante 12 horas. Se empleó una prensa

horizontal, aplicando una presión de 0,5 Kg/cm^2 durante 6 horas y 1 Kg/cm^2 durante otras 6 horas.

II.2.1.4. Salado.

Transcurrido el tiempo de prensado, los quesos se desmoldaron y salaron por frotación en superficie utilizando 40 gramos de sal fina por cada pieza de queso, dejando que fuera absorbida durante 24 horas.

II.2.1.5. Secado.

Los quesos desuerados se mantuvieron en una sala de oreo durante 5 días a temperatura de 16 – 18ºC y humedad del 75 - 80%.

II.2.1.6. Maduración.

Los quesos oreados se dispusieron en la cámara de maduración (cámara climática Taver-Instaclack, provista de humidificadores de vapor Hygromatic) hasta finalizar el proceso de maduración a 14ºC y humedad relativa de 90%.

II.2.2. Queso elaborado con leche cruda con cultivos iniciadores

II.2.2.1. Preparación de la leche.

La leche cruda de cabra refrigerada a 4ºC, fue vertida en una cuba quesera de 50 litros de capacidad, provista de doble camisa. La leche se calentó hasta 32ºC, y se procedió a la siembra de los cultivos iniciadores. Al cabo de 30 minutos se tomó una muestra de leche para determinar el pH y la acidez Dornic, y posteriormente se adicionó $CaCl_2$ en una dosis de 0,2 g/l de sal anhidra.

El resto de las etapas del proceso de elaboración se realizaron siguiendo las explicaciones del apartado anterior.

II.2.3. Queso elaborado con leche pasteurizada más cultivos iniciadores

II.2.3.1. Preparación de la leche.

La leche cruda de cabra refrigerada a 4ºC, fue sometida a un tratamiento térmico de pasteurización mediante un intercambiador de placas (A.T.A., 250 L/h) a una temperatura de 74ºC durante 20 segundos, posteriormente se enfrió hasta la temperatura de cuajado de 32ºC. La eficacia de la pasteurización se comprobó mediante el test de la fosfatasa. Una vez alcanzada esta temperatura se procedió a la siembra de los cultivos iniciadores. Al cabo de 30 minutos se tomó una muestra de leche para determinar el pH y la acidez Dornic, y posteriormente se adicionó $CaCl_2$ en una dosis de 0,2 g/l de sal anhidra.

El resto de las etapas del proceso de elaboración se realizaron siguiendo las explicaciones del apartado II.2.2.

Tabla MM.2. Condiciones de elaboración de quesos de 60 días de maduración

	LOTE C	LOTES CA y CB	LOTES PA y PB
RECEPCIÓN DE LECHE			
Temperatura (ºC)	4ºC		
PH	6,5-6,7		
Acidez (ºD)	16-19ºD		
PREPARACIÓN DE LA LECHE			
Calentamiento	32ºC	32ºC	
Pasteurización			Tª: 74ºC Tiempo: 20 segundos
Enfriamiento			Temperatura de cuajado: 32ºC
Siembra		Microorg. mesófilos acidificantes Dosis: 1 g/100 l de leche	Microorg. Mesófilos acidificantes Dosis: 1 g/100 l de leche
Acidificación		Tiempo: 30 minutos PH: 6,5-6,7	Tiempo: 30 minutos pH: 6,5-6,7
Adición de calcio	0,2 g/l de $CaCl_2$		
COAGULACIÓN			
Cuajado	1 ml de cuajo 1:10000/ 4 l 32ºC - 45 minutos		
Corte de la cuajada	Mediante liras hasta grano tamaño guisante PH: 6,5-6,7 Acidez del suero: 11ºD	Acidez del suero: 9-10ºD	Acidez del suero: 9-10ºD
MOLDEADO	Distribución de la cuajada en moldes de 1 Kg provistos de tela		
DESUERADO	Prensado en prensa horizontal. Tª: 16-18ºC Tiempo: 12 horas. Cambio de posición de los quesos a las 6h.		
SALADO	40 g de sal fina por frotación en superficie.		
SECADO	Sala de oreo Tiempo: 5 días / Tª: 16-18ºC Humedad:75-80% Volteo manual cada 24 h.		
MADURACIÓN	Cámara de maduración. Tiempo: 54 días. Tª: 14ºC.-Humedad:90%		

II.3. TOMA DE MUESTRAS

Para el control de maduración de los quesos elaborados en planta piloto, se tomaron muestras procedentes de la cuajada (0 días) y de quesos con 2, 5, 8, 12, 15, 30, 45, y 60 días de maduración.

Las muestras de queso fueron divididas en dos fracciones. La primera se congeló a – 20ºC hasta la realización de su análisis fisicoquímico. La segunda fracción se conservó a 4ºC hasta su análisis microbiológico, realizado en un período máximo de 12 horas tras su recogida. Las muestras tomadas a los 60 días de maduración también se evaluaron sensorialmente.

III. MÉTODOS ANALÍTICOS

III.1. PARÁMETROS QUÍMICOS Y FISICOQUÍMICOS

Para los análisis fisicoquímicos se prepararon las muestras de acuerdo con la Norma UNE 34 105 (1969). Para cada una de las muestras estudiadas los parámetros fisicoquímicos se determinaron por duplicado.

III.1.1. Extracto seco

Se realizó según la Norma FIL-IDF. 4 A: 1982.

Aparatos y reactivos utilizados:

- Balanza análitica de sensibilidad 0,1 mg. (Sartorius)
- Desecador.
- Estufa de desecación que permita obtener una temperatura constante hasta 110ºC. (Heraeus)
- Cápsulas de níquel o de aluminio de 2 cm de altura y de 6-8 cm de diámetro.
- Arena de cuarzo de granos gruesos o arena de mar lavada.
- Agitadores de vidrio con una extremidad plana.

Procedimiento:

Se pesaron aproximadamente 3 gramos de muestra en una cápsula con arena de mar, previamente seca y pesada. Se trituró cuidadosamente la masa de queso con la arena con ayuda de una varilla de vidrio. Posteriormente, la cápsula se llevó a una estufa a 105ºC hasta peso constante (alrededor de 24 horas).

Extracto seco (%): $100 – [(P_1-P_2)/(P_1-P_0)] \times 100$

P_0 = peso cápsula con arena de mar desecada (g)

P_1 = peso cápsula con la muestra húmeda (g)

P_2 = peso cápsula con la muestra desecada (g)

III.1.2. pH

La determinación del pH en quesos se realizó mediante un pH-metro Crison 2002 con electrodo de sólidos.

Se efectuaron dos determinaciones por muestra introduciendo el electrodo en dos zonas diferentes del interior.

La determinación del pH en leche se realizó mediante un pH-metro Crison 2002.

III.1.3. Materia grasa

La **materia grasa del queso** se determinó por el método Gerber (Norma NEN 3059, 1969).

Aparatos y reactivos:

- Balanza analítica de sensibilidad 1 mg. (Sartorius)
- Butirómetro para queso según Van Gulik, graduado de 0 a 40%
- Tapón de goma con vaso agujereado para butirómetro de queso según Van Gulik.
- Baño de agua con termostato regulable a 65ºC.
- Centrífuga para butirómetro.

- Ácido sulfúrico 90 - 91%. densidad 1,825 (Gerber) (Panreac), diluido en proporción 100 ml de ácido sulfúrico en 80 ml de agua destilada.
- Alcohol isoamílico (Gerber) (Panreac)

Procedimiento:

Se pesaron 3 gramos de muestra en el vaso de vidrio del butirómetro Van-Gulik, se fijó el vaso de vidrio junto con el tapón en el cuello del butirómetro y se añadieron 15 ml de ácido sulfúrico diluido quedando la muestra de queso totalmente sumergida en ácido.

Se introdujo el butirómetro en un baño de agua a 65ºC, del cual se retiraba con frecuencia para agitarlo vigorosamente hasta la completa disolución de la muestra.

Posteriormente, se añadió 1 ml de alcohol isoamílico y una cantidad variable de ácido sulfúrico hasta que el nivel del líquido alcanzaba el trazo 35% de la escala graduada del butirómetro. Después de agitar de nuevo, se centrifugó durante 10 minutos y se colocó en el baño durante 5 minutos, transcurrido este tiempo se procedió a la lectura.

La altura de la columna del butirómetro es el porcentaje de materia grasa presente en la muestra, expresándose el contenido en grasa sobre el extracto seco.

MG/ES (%) = (Materia Grasa/ Extracto Seco) x 100

La determinación de la **materia grasa en leche** se realizó según el método butirométrico de Gerber (FIL-IDF 105:1981).

Aparatos y reactivos:

- Butirómetro original de Gerber completo.
- Baño de agua con termostato regulable a temperatura constante de 65ºC.
- Centrífuga de butirómetro Gerber.
- Ácido sulfúrico 90 - 91%. densidad 1,825 a 20ºC (Gerber)
- Alcohol isoamílico (Gerber)

Procedimiento:

Se vertieron en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico y tras invertir el butirómetro 3 ó 4 veces se añadieron 11 ml de leche y 1 ml de alcohol isoamílico. Se agitó el butirómetro vigorosamente hasta conseguir mezclar la leche y el ácido sulfúrico y disolver las proteínas. Después de la agitación, se colocó el butirómetro al baño de agua a 65ºC durante 5 minutos, y posteriormente se centrifugó durante 10 minutos. Después de centrifugado el butirómetro se introdujo nuevamente en el baño de agua durante 5 minutos y transcurrido este tiempo de procedió a la lectura.

III.1.4. Índice de Acidez de la grasa

El índice de acidez de la materia grasa del queso se determinó según Casado (1991).

Se entiende por índice de acidez de la materia grasa, expresada en miligramos de KOH por gramo de grasa, la cantidad de álcali necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en la materia grasa de la muestra.

Aparatos y reactivos:

-Balanza análitica de sensibilidad 1 mg.
- Extractor de grasa Tecator Soxtec System.
- Estufa de desecación.
- Sulfato sódico anhídro.
- Éter de petróleo.
- Alcohol etílico.
- Alcohol dietílico.
- Hidróxido de potasio 0,1 N.
- Fenolftaleína.

Procedimiento:

Para la extracción de la materia grasa se pesaron 12 gramos de queso y se trituraron y mezclaron con 4 gramos de sulfato sódico anhidro en un mortero de porcelana limpio y seco, hasta que se obtuvo una masa granulosa. La extracción de la materia grasa se efectuó con éter de petróleo en un aparato de extracción en continuo, eliminando las últimas trazas de éter en estufa a 105ºC.

La grasa extraída se disolvió con 20 ml de alcohol etílico y 20 ml de alcohol dietílico y posteriormente se procedió a su valoración con una solución alcohólica de hidróxido de potasio 0,1 N, utilizando fenolftaleína como indicador.

Los cálculos se efectuaron como sigue:

Índice de acidez de la grasa =(V x t x 56,1)/ A

V = volumen, en mililitros, de la solución alcalina empleada.
t = normalidad de la solución alcalina.

A = masa, en gramos, de la grasa extraída.

56,1 = Peso molecular del hidróxido de potasio.

III.1.5. Cloruro sódico

Se siguió el método de propuesto por Johnson y Olson, (1985).

Aparatos y reactivos:

-Balanza anaítica de sensibilidad 0,1 mg.

- Baño de agua con termostato regulable a 80ºC.
- Electrodo de cloruros Ingold, modelo 15-213-3000.
- Electrodo de referencia Crison.
- pH-metro Crison modelo 2002.
- Ácido nítrico.
- Cloruro sódico.
- Nitrato sódico 5 M como regulador de fuerza iónica.

Procedimiento:

Primeramente se preparó una solución standard de NaCl de concentración conocida 0'1 M, a partir de la cual se prepararon soluciones con diferentes concentraciones de NaCl por dilución de la solución standard con agua destilada, desde 10^{-1} hasta 10^{-5}. A cada 100 ml de estas soluciones diluidas de NaCl se les añadió 2 ml de la solución ISA, (Ionic Strength Adjuster) solución que contiene $NaNO_3$ 5 M.

Posteriormente se procedió a calibrar el electrodo con las soluciones anteriormente preparadas determinando los niveles de cloruro desde la solución más diluida hasta la más concentrada. Con los datos obtenidos se confeccionó la recta de calibrado.

Para determinar el contenido en cloruros de cada muestra de queso, se pesó 1 gramo de queso y se sumergió en 100 ml de ácido nítrico 1 M, calentándose en un baño de agua a 80ºC durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo se enfriaron las muestras hasta temperatura ambiente, se añadieron 2 ml de solución ISA por muestra.

Los cálculos se realizaron utilizando la curva de calibrado, tal y como se muestra con la obtenida para queso fresco, y los resultados se expresan como gramos de NaCl por cada 100 gramos de muestra.

$$y = 76{,}05 - 35{,}87\ x \qquad r^2 = 0{,}998754$$

$$NaCl\ (g/100g) = [\ (10^{(76{,}05 - Y)/35{,}87} \times 58{,}5)/\ P]\ \times 100$$

y = moles Cl^-/l

P = Peso de la muestra

58,5 = Peso molecular del NaCl.

III.1.6. Nitrógeno total

El contenido en nitrógeno total (NT) en queso, se determinó mediante el método Kjeldahl (Norma Internacional FIL-IDF 25: 1964). El contenido en proteína se estableció multiplicando el valor obtenido para el NT por 6,38 y se expresó en tanto por ciento con relación al extracto seco.

Aparatos y reactivos:

- Tecator Digestion System, parte del Kjeltec System.
- Tecator Destilling System Unit, parte del Kjeltec System.
- Catalizador:
  - 80 gramos de sulfato potásico.
  - 31 gramos de sulfato de cobre pentanhidro.
  - 2 gramos de selenio.
- Ácido sulfúrico concentrado (densidad 1,84 a 20ºC)
- Solución de ácido bórico al 4 %.
- Hidróxido de sodio al 40 %.
- Verde de bromocresol.
- Ácido clorhídrico 0,1 N

Procedimiento:

Las cantidades de muestra utilizadas para la **determinación del NT en queso**

fueron distintas en función de su grado de maduración. Oscilaron entre 1 gramo de muestra en los quesos frescos, hasta 0,25 gramos en los quesos de 45 y 60 días de maduración.

Las muestras de queso se colocaron en tubos Kjeldahl, se añadieron 7,5 gramos de catalizador en cada tubo y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Los tubos se llevaron al bloque digestor calentándose a 350ºC (mineralizando la muestra). Cuando el líquido quedó transparente se dio por finalizada la mineralización.

A los tubos Kjeldahl una vez fríos, se les añadió 25 ml de agua destilada y se les sometió a una destilación por arrastre de vapor, para lo que se les hizo reaccionar con NaOH al 40% hasta pH > 9 (aproximadamente 35 ml), con lo que el nitrógeno presente en la muestra se transforma en amoniaco que es arrastrado por destilación. El destilado se recogió en un erlenmeyer con 25 ml de ácido bórico al 4% y unas gotas del indicador verde de bromocresol.

El amoniaco destilado se valoró con HCl 0,1 N hasta que el indicador tornaba a amarillo oro.

Cálculos:

Nitrógeno Total (%) = [(A - B) x 14 x N]/ P x 10

A = ml de HCl gastados en la muestra
B = ml de HCl gastados en el blanco
N = Normalidad del HCl
P = Peso de la muestra
14 = Peso atómico del nitrógeno

Proteína (%) = NT (%) x 6,38

6,38 = factor representativo de la proteína en el queso.

La determinación del contenido en **nitrógeno total de las muestras de leche** se realizó según la Norma FIL-IDF 20B:1993. Se pesaron 5 g de leche, con aproximación de mg en un tubo Kjeldhl. Se añadieron 7,5 g de catalizador y 20 ml de ácido sulfúrico. Los

tubos se llevaron al bloque digestor calentándose hasta que la solución del tubo se volvió líquido incoloro, evitando la formación de espuma (250ºC) una vez alcanzado este estado se prolongó la calefacción durante hora y media a 380ºC.

Una vez enfriado el contenido de cada tubo Kjeldahl se procedió a realizar la destilación por el mismo procedimiento explicado para las muestras de queso.

III.1.7. Nitrógeno no proteico

Aparatos y reactivos:

- Tecator Digestion System, parte del Kjeltec System.
- Tecator Destilling System Unit, parte del Kjeltec System.
- Catalizador: 80 gramos de sulfato potásico.
  31 gramos de sulfato de cobre pentanhidro.
  2 gramos de selenio.
- Ácido sulfúrico concentrado (densidad 1,84 a 20ºC).
- Ácido tricloroacético al 15 % (P/V).

Procedimiento:

El nitrógeno no proteico se determinó en el filtrado obtenido en la precipitación de proteína con ácido tricloroacético (TCA) al 15% y posterior digestión y destilación por el método Kjeldahl.

Se pesa 1 gramo de muestra en un vaso de precipitados y se añade 10 ml de solución de ácido tricloroacético al 15% y, con ayuda de una varilla de vidrio, se forma una papilla.

Se filtra la papilla con papel de filtro Whatman nº 40 y el filtrado se recoge sobre un tubo Kjeldhal, y se realiza la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl descrito en el apartado anterior.

El contenido en NNP se determinó del siguiente modo:

$$NNP\ (\%) = [(A - B) \times 14 \times N]/P \times 10$$

NNP = Nitrógeno No Proteico

A = ml de HCl gastados en la muestra

B = ml de HCl gastados en el blanco

N = Normalidad del HCl

P = Peso de la muestra

14 = Peso atómico del nitrógeno

III.1.8. Determinación de leche de vaca en quesos de cabra por métodos electroforéticos

Se siguió el procedimiento establecido en B.O.E. 30-8-1979 y 30-10-1991

III.1.8.1. Preparación de la muestra.

Se pesaron 15 gramos de queso triturado, se añadieron 5 ml de ácido acético glacial al 10% y 5 ml de solución de sodio acetato 1M, posteriormente se homogeneizó con varilla de vidrio y se ajustó el pH a 4,6 con NaOH 10N.

Se centrifugó la muestra a 3.000 rpm durante 10 minutos y se filtró el sobrenadante.

Inmediatamente antes de su aplicación en el gel se mezclaron:

- 500 microlitros de la muestra.
- 200 microlitros de solución de glicerina al 40%.
- 200 microlitros de solución de azul de bromofenol al 0,001%.

Como patrón se utilizó la mezcla "Dalton Mark VII-L" de la casa Sigma, que contiene las siguientes proteínas: seroalbúmina bovina, ovoalbúmina, gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa, anhidrasa carbónica, tripsinógeno, inhibidor de tripsina y alfa-lactoalbúmina, cuyos pesos moleculares son: 66.000, 45.000, 36.000, 29.000, 24.000, 20.100 y 14.200 daltones respectivamente.

III.1.8.2. Preparación del gel y los electrodos.

Se prepararon geles de poliacrilamida de espesor comprendido entre 0,5 mm y 1 mm. Para 20 ml de gel se mezclaron:

- 6 ml de la solución de acrilamida-bisacrilamida al 40%.
- 14 ml de solución tampón Tris (Hidroximetil aminometano) clorhídrico 1,5 M a pH 8,9
- 0,2 microlitros de solución de Amonio Peroxodisulfato (APS) al 10%.
- 20 microlitros de agente polimerizante TEMED (N,N,N',N'-Tetrametiletilendiamina)

La solución tampón utilizada como electrodo se preparó con Tris, glicina y se ajustó el pH a 8,3.

III.1.8.3. Electroforesis.

Se colocó el gel en el aparato de electroforesis (Biorad) y se llenaron las cámaras de los electrodos con tampón a pH 8,3. Se aplicó con la microjeringa en cada uno de los pocillos del gel un volumen comprendido entre 10 y 20 microlitros de la muestra y los patrones. La electroforesis se realizó a 36 amperios (120V) dejando correr el frente hasta que la línea azul de bromofenol estuvo a 1 mm del extremo inferior del gel. La duración aproximada fue de tres horas.

Una vez completada la electroforesis se introdujo el gel en una solución de fijación-tinción (azul de Coomassie G-250) manteniéndolo a temperatura ambiente y agitación constante durante doce horas. El exceso de colorante se eliminó mediante lavado con una solución de etanol al 30%, renovando la disolución varias veces.

III.1.9. Prueba de la fosfatasa.

Para verificar la correcta pasteurización de la leche empleada en la elaboración de los quesos en planta piloto, se realizó la prueba de la fosfatasa utilizando el Test comercial Lactognost.

En la leche, el éster fenílico del ácido fosfórico aportado por la adición del Lactognost I y II es desdoblado por la fosfatasa (enzima presente en la leche cruda o insuficientemente pasteurizada). Con ello se desprende fenol libre, el cual da, incluso en pequeñas cantidades, una coloración azul (reacción positiva) en presencia del reactivo fenílico contenido en el lactognost III.

En la leche correctamente pasteurizada la fosfatasa se encuentra inactivada, por lo que el éster fenílico contenido en el ácido fosfórico lactognost I y II no es hidrolizado y no se produce coloración al agregar el reactivo fenílico contenido en el lactognost III. (reacción negativa).

Material y reactivos:

- Baño de agua regulable a 37ºC.
- Tubos de ensayo.
- Estuche Lactognost equipado con:

  Reactivos I y II: ester fenílico del ácido fosfórico con buffer.

  Reactivo III: 2,6-dicloroquinona (CQC)

  Escala comparativa de colores.

Procedimiento:

Se disuelve una tableta de cada uno de los reactivos Lactognost I y II en 10 ml de agua destilada templada, se agregó 1 ml de leche a examinar y se agita, la mezcla resultante se incuba durante 1 hora en baño de agua a 37ºC. Transcurrido este tiempo se añade 0,1 g de Lactognost III y se espera 10 minutos. En caso de existir fosfatasa en la muestra de leche aparecerá una coloración azul que se considera como reacción positiva.

III.1.10. Acidez de la leche

El grado de acidez de la leche se determinó por el método Dornic (Bradley et al., 1992). La acidez Dornic mide el contenido de ácido láctico presente en la leche. Esta determinación se basa en la neutralización del ácido láctico por el NaOH, utilizando fenolftaleína como indicador.

Aparatos y reactivos:

- Vaso de precipitados.
- Bureta.
- Pipeta.
- NaOH 0,11 N.
- fenolftaleína al 2% en alcohol.

Procedimiento:

Se toman 10 ml de leche en un vaso de precipitados y se le añaden de 2 a 4 gotas de fenolftaleína al 2% en alcohol. Se realiza una valoración con NaOH 0,11 N hasta que el contenido del vaso de precipitados adquiere un color rosa pálido persistente al menos durante 10 segundos.

Los mililitros de la solución de NaOH 0,11 N utilizados en la valoración indican la graduación Dornic. El porcentaje de ácido láctico presente en la leche se obtiene dividiendo por 100 los grados Dornic obtenidos.

III.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

III.2.1. Determinación de contaminación microbiana en superficies y equipos

Para la detección de puntos críticos de contaminación microbiana durante la elaboración de queso de Cameros, se eligió una industria que había presentado especiales problemas de contaminación microbiana en sus productos. La instalación estudiada responde a una pequeña industria situada en la planta baja del domicilio familiar. La empresa cuenta con dos trabajadores fijos, si bien la persona responsable de la elaboración atiende a su vez a las labores domésticas. Esta industria no posee rebaño propio, sino que recoge la leche de cabra procedente de los rebaños de la zona, siendo su volumen de producción muy variable según la época del año. Fabrica los meses de abril a septiembre con un pico de producción de 1000 litros diarios y una producción mínima (en el periodo inicial y final) de 250 litros diarios.

En esta industria se realizó un análisis microbiológico tanto de la superficie de las instalaciones como del instrumental empleado en la elaboración:

- Suelo de la sala de elaboración.
- Paredes de la sala de elaboración.
- Cuba quesera donde se realiza la coagulación de la leche.
- Cámara de refrigeración del producto final.
- Mesa de desuerado y manipulación.
- Liras utilizadas para cortar la cuajada.
- Cazo y colador empleados en la distribución de la cuajada en los moldes.
- Moldes para el desuerado y compactación de la cuajada.
- Jeringuilla para la dosificación del $CaCl_2$ en la cuba quesera.

La toma de muestras se efectuó, siempre que fue posible, antes y después de realizada la limpieza rutinaria llevada a cabo en la industria elaboradora.

Para el análisis de superficies se utilizaron placas Rodac (25 cm^2) con los medios específicos para los microorganismos a investigar. Para el análisis del instrumental se utilizaron hisopos estériles humedecidos con Triptic Soy Broth (TSB; 0370-01-1, Difco)

con los que se recogieron los microorganismos presentes en el área de 9 cm^2 delimitada al azar. Tras la toma de muestras, los hisopos se introdujeron en tubos de ensayo con 2 ml de TSB estéril a partir de los cuales, tras un período de 2 horas a temperatura ambiente para la revitalización de los microorganismos, se transfirieron 0,1 ml a las placas de Petri conteniendo los medios específicos para los análisis propuestos.

Los parámetros microbiológicos determinados fueron los recuentos de microorganismos aeróbios mesófilos, enterobacterias y *Staphylococcus aureus*. Todos los análisis se realizaron por duplicado.

III.2.2. Control microbiológico en muestras de leche y queso

III.2.2.1. Tratamiento de las muestras

El tratamiento de las muestras y la preparación de las diluciones se realizó siguiendo las recomendaciones de la Norma FIL-IDF 50 B: 1985.

Para la caracterización microbiológica del Queso de Cameros se tomaron muestras procedentes de quesos frescos recién elaborados, mientras que en el control de maduración de los quesos elaborados en planta piloto, los análisis microbiológicos se realizaron en muestras procedentes de la cuajada (0 días) y de quesos con 2, 5, 8, 12, 15, 30, 45, y 60 días de maduración.

Todos los quesos fueron procesados siguiendo la misma pauta de análisis. Las muestras se tomaron en condiciones de esterilidad en una cabina de seguridad biológica (BIOHAZARD, BIO-II-A). A partir de piezas de queso enteras y utilizando un cuchillo estéril, se realizaron dos cortes radiales al queso para obtener una cuña de 25 gramos de peso utilizándose una balanza (Sartotius analytic A 120S) previamente tarada.

Manteniendo las condiciones de esterilidad, la muestra de queso se introdujo en una bolsa de homogeneizador estéril en la que posteriormente se adicionaron 225 ml de citrato sódico al 2% (igualmente estéril) utilizado como diluyente. El diluyente, una vez esterilizado, se mantuvo hasta el momento del análisis en refrigeración.

III.2.2.2. Homogeneización y dilución de la muestra

La homogeneización se realizó sometiendo a la muestra a una agitación intensa en un homogeneizador Masticator (IUL) durante 1 minuto a velocidad normal, obteniéndose así una suspensión inicial de dilución 10^{-1}.

A partir de este homogeneizado, y utilizando el mismo diluyente, se prepararon diluciones decimales seriadas en función del número de microorganismos viables esperados.

Todos los parámetros microbiológicos, se realizaron a partir de la muestra así preparada y se determinaron por duplicado, a excepción del recuento de Coliformes fecales, que al realizarlo por el método del Número Más Probable sólo se determinó una vez por muestra.

Con las muestras de leche también se prepararon diluciones decimales seriadas utilizando agua de peptona al 0,1% estéril como diluyente. Todos los parámetros microbiológicos determinados en leche se efectuaron por duplicado.

III.2.2.3. Determinación de parámetros microbiológicos

III.2.2.3.1. Recuento de aeróbios mesófilos totales

A partir de las diluciones decimales seleccionadas se sembró 1 ml en profundidad en un medio de cultivo Plate Count Agar (PCA; 51072, BioMérieux) previamente licuado y atemperado a 55ºC. La incubación se llevó a cabo a 32ºC durante 48 horas (ICMSF, 1978).

III.2.2.3.2. Recuento de aeróbios psicrófilos totales

Se utilizó el mismo procedimiento expuesto en el apartado anterior, salvo que la incubación se realizó a 4ºC durante 7-9 días (ICMSF, 1978).

III.2.2.3.3. Recuento de Enterobacteriaceas totales

Las diluciones decimales seleccionadas se sembraron en profundidad en medio Violet Red Bile Agar (VRBA; 0012-01-5, Difco), previamente hervido y atemperado a

55ºC. Una vez solidificado se añadió una sobrecapa con 10 ml del mismo medio, consiguiéndose de este modo una cierta anaerobiosis. Las placas se incubaron a 37ºC durante 24 horas (ICMSF, 1978).

III.2.2.3.4. Recuento de Coliformes fecales

Se utilizó el método del Número Más Probable (NMP) con series de tres tubos con caldo Brillant Green Lactose Broth (BLBG; 007-01-2, Difco) y provistos de campana Durham. Cada siembra se realizó por triplicado y el recuento de microorganismos se efectuó siguiendo el método del número más probable. La incubación se efectuó a 44ºC durante 48 horas (ICMSF, 1978).

III.2.2.3.5. Recuento de *Staphylococcus aureus*

A partir de las diluciones seleccionadas se inocularon 0,1 ml de cada dilución, mediante la técnica de siembra en superficie, en placas con medio Baird-Parker ((Baird-Parker; 51074, BioMérieux). El medio Baird-Parker se esteriliza en el autoclave y una vez atemperado a 55ºC se suplementa con Yema de huevo-Telurito al 5% (6-026, ADSA-Micro). La incubación se lleva a cabo a 37ºC durante 24 horas. El carácter toxigénico de las colonias sospechosas se investigó mediante la prueba de su actividad ADNasa (ICMSF, 1978).

III.2.2.3.6. Recuento de mohos y levaduras

Se empleó medio Potato Dextrose Agar (PDA; 0013-01-4, Difco) acidificado a pH 4 con ácido tartárico al 10%, y medio Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar (OGYE; 1811-17-8, Difco) suplementado con 0,1 mg/l de oxitetraciclina.

Se inocularon 0,1 ml de las diluciones seleccionadas mediante la técnica de siembra en superficie, La incubación se llevó a cabo a 26ºC durante 5-7 días (Mossel et al., 1970).

.

III.2.2.3.7. Determinación de *Listeria spp*

La determinación de *Listeria* se realizó siguiendo el método propuesto por Hitchins, D.A., (1995).

Se tomaron 25 gramos de la muestra de queso y se homogenizaron en 225 ml de medio de enriquecimiento para *Listeria*, *Listeria* Enrichment Broth (LEB; 1.11951, Merck) y posteriormente se incubaron a 30ºC durante 48 horas. Transcurrido este tiempo, 0,1 ml de este medio de enriquecimiento se sembraron en superficie sobre placas con medio PALCAM (1.11755, Merck), las placas se incubaron a 37ºC durante 48 h.

Las colonias sospechosas crecidas en medio Palcam fueron purificadas en medio Triptone-Soya-Agar (TSA) y confirmadas como *Listeria* mediante las pruebas Gram (+), iluminación de Henry, catalasa, oxidasa, crecimiento a 37ºC, movilidad en medio SIM, hidrólisis de urea. La prueba de hemólisis se confirmó mediante el test CAMP en agar nutritivo de Biokar con 5% de sangre desfibrinada. *Listeria spp*. se identificó siguiendo el criterio de Seeliger y Jones (1987). Adicionalmente se realizaron las pruebas API *Listeria* (BioMèrieux).

Tinción de Gram: Preparar un frotis bacteriano y fijar a la llama.

- Cubrir la preparación con cristal violeta y dejar actuar el colorante durante 1 minuto. Lavar con abundante agua del grifo.
- Cubrir la preparación con lugol y dejarlo actuar durante 1 minuto. Lavar el exceso de lugol con abundante agua del grifo.
- Añadir Acetona:etanol 1:3 goteándolo sobre la preparación mientras se mantiene inclinada sobre el fregadero, hasta que el disolvente no arrastre consigo más cristal violeta. A continuación lavar la preparación con agua del grifo.
- Añadir el colorante de contraste (safranina) y dejerlo actuar durante 0,5-1 minuto. Lavar el exceso de colorante.
- Observar la preparación con el objetivo de inmersión.

Iluminación de Henry: Examinar las placas de TSA al microscopio (x 10 aumentos) con una luz que incida en las colonias sospechosas con un ángulo de 45º. Las colonias típicas presentan un reflejo azulado o verde-azulado.

Prueba de la catalasa: Poner una gota de peróxido de hidrógeno al 3% sobre un portaobjetos y emulsionar sobre ella una colonia sospechosa. El inmediato desprendimiento de burbujas indica una reacción catalasa positiva.

Prueba de la oxidasa: Colocar un trozo de papel de filtro de 6 cm de lado dentro de una placa de Petri vacía y añadir en el centro tres gotas de la solución de dihidrocloruro de tetrametilparafenilendiamimina. Extender cuidadosamente un asa de cultivo sobre el papel impregnado de reactivo, formando una línea de 3-6 mm. La prueba de la oxidasa es positiva si el cultivo que se ha extendido toma un color púrpura oscuro en 5-10 segundos.

Crecimiento 37ºC: Inocular caldo nutritivo (Oxoid) e incubar a 37ºC durante 48 horas, la presencia de turbidez indica el crecimiento de *Listeria spp*.

Movilidad en medio semisólido agar sulfhídrico indol movilidad (SIM): Inocular por picadura central el medio SIM (Oxoid) e incubar durante 7 días a 25ºC. Observar el cultivo alrededor de la picadura. *Listeria spp.* presenta un crecimiento característico en forma de paraguas.

Hidrólisis de urea: Inoculación de medio urea agar (Merck) e incubar de 5 a 48 horas a 37ºC. La hidrólisis de urea se manifiesta mediante un indicador que cambia de color de amarillo al rosa.

Hemólisis: Se siembran las cepas sospechosas en caldo BHI (Merck), se incuba a 37ºC durante 24 horas. Transcurrido el periodo de incubación se colocan en un pocillo de una placa de microtítulo 100 microlitros del cultivo BHI y 100 microlitros de suspensión de eritrocitos. Incubar a 37ºC durante 45 minutos y posteriormente a 4ºC durante 2 horas. La reacción positiva se lee en el fondo de la placa, la presencia de un líquido rojo fluido indica una reacción positiva.

Test CAMP: Preparar placas de Petri con agar nutritivo y sobre él se vierte una fina capa de sangre de oveja obtenida a partir de células lavadas, SR51, y agar (5% v/v) sobre la base de agar nutritivo. Dejar solidificar y secar antes de su empleo.

Sembrar en estria cultivos de *Staphylococcus aureus* NCTC 1803 y *Rhodococcus equi* NCTC 1621 y las colonias sospechosas de *Listeria ssp.* sobre las placas de agar sangre de oveja. Incubar a 37ºC durante 24 a 48 horas y examinar las placas.

La actividad hemolítica de *Listeria monocytogenes* se ve potenciada cuando crece sobre una zona próxima a *Staphylococcus aureus* (test CAMP + con *Staphylococcus aureus*) y no se ve influenciada cuando crece cerca de *Rhodococcus equi* (test CAMP – con *Rhodococcus equi*).

API *Listeria*: El sistema API *Listeria* (BioMèrieux) incluye un total de diez pruebas:

1. Diferenciación entre *L. innocua* y *L. monocytogenes*, basada en la presencia o ausencia de arilamidasa.
2. Hidrólisis de esculina.
3. Presencia de alfa-Mannosidasa.
4. Producción de ácido a partir de: D-Arabitol, D-Xylosa, L-Rhamnosa, alfa-Metil-D-glucosido, D-Ribosa, Glucosa-1-fosfato y D-Tagatosa.

Se consideraron colonias pertenecientes a *L. monocytogenes* aquellas que presentaron los resultados reflejados en la Tabla MM.3.

Tabla MM.3. Identificación de *L. monocytogenes* mediante las pruebas contenidas en el sistema API *Listeria*

PRUEBAS	*Listeria monocytogenes*
Presencia de arilamidasa	-
Hidrólisis de esculina	+
Alfa-Mannosidasa	+
Acidificación de:	+
D-Arabitol	+
D-Xilosa	-
L-Rhamnosa	+
Alfa-Metil-D-glucosido	+
D-Ribosa	-
Glucosa-1-fosfato	-
D-Tagatosa	-

III.2.2.3.8. Determinación de *Salmonella spp*

La determinación de *Salmonella spp*. se realizó siguiendo el método propuesto por Andrews et al. (1995).

La presencia de *Salmonella* se investigó utilizando dos métodos de enriquecimiento selectivos: Rappaport-Vassiliadis (RV; 1.07700, Merck) y Selenito-cistina (SC; 1.07709, Merck). Se tomaron 25 gramos de la muestra de queso y se homogenizaron en 225 ml de agua de peptona estéril al 0,1%, incubándose durante 18 a 24 horas a 37ºC. Transcurrido este tiempo, 0,1 ml del homogeneizado se transfirieron a 10 ml de medio RV y se incubaron durante 48 horas a 41ºC. Al mismo tiempo, otros 10 ml de la muestra homogeneizada se añadieron a 100 ml de medio SC y se incubaron durante 18 horas a 37ºC. Después de la etapa de enriquecimiento en los medios RV y SC, los cultivos se sembraron en superficie en placas con medio Hektoen agar (1.11681, Merck), las placas se incubaron durante 24 horas a 37ºC.

III.2.2.3.9. Recuento de bacterias lácticas

Se utilizó medio De Man, Rogosa, Sharpe Agar (MRS; 51004, BioMérieux). La inoculación se efectuó en profundidad con 1 ml de cada dilución seleccionada. Las placas se incubaron a 32ºC durante 24-48 horas en estufa con atmósfera de CO_2 al 5,5% (Man et al., 1960).

III.2.2.3.10. Medios de aislamiento de bacterias lácticas

- Medio M17 (M17; BK088, Biokar). Se sembró en profundidad 1 ml de cada dilución en placas, la incubación se realizó a 32ºC en atmósfera con CO_2 al 5,5%, en estufa modelo Steril-Cult 200 de la marca Forma Scientific (Terzaghi y Sandine, 1975).

- Medio Rogosa SL Agar (RA; 0480-01-8, Difco). La inoculación se efectuó en profundidad con 1 ml de cada dilución seleccionada. Las placas se incubaron a 32ºC durante 24-48 horas en atmósfera de CO_2 al 5,5% (Rogosa et al., 1951).

- Medio Mayeux, Sandine, Elliker (MSE; BK087, Biokar). Las placas se sembraron en profundidad con 1 ml de las diluciones establecidas, y la incubación se llevó a cabo a 26ºC durante 48-72 horas en jarra de anaerobiosis (Mayeux et al., 1962).

III.2.2.3.11. Recuento de *Micrococaceae*

Se inocularon placas con 1 ml de cada dilución en medio Mannitol Salt Agar (MAS; 0306-01-1, Difco) mediante la técnica de siembra en profundidad, la incubación se efectuó a 37ºC durante 48 horas (Chapman, 1945).

III.2.2.3.12. Prueba DNAsa

El caracter toxigénico de las colonias sospechosas de *Staphilococcus aureus* aparecidas en las placas de Baird-Parker se investigó mediante la prueba de su actividad ADNasa.

Se empleó medio DNA (DNA; 0632-17-7, Difco). Las placas con este medio se inocularon punteando las colonias cuyo carácter toxigénico se desea investigar, las placas se incuban a 35ºC durante 18-24 horas. Transcurrido este tiempo, las placas se inundan con ácido clorhídrico 0,1 N. Se consideran positivas las colonias que presentan un halo transparente a su alrededor.

III.2.2.3.13. Criterios seguidos para el recuento de microorganismos

El número de microorganismos por gramo de muestra de queso y mililitro de muestra de leche se calculó multiplicando el número de colonias contadas en una placa por el factor de dilución de esa placa y por 10 si el inóculo era de 0,1 ml.

Los recuentos se realizaron siguiendo las normas establecidas por la ICMSF (1978). Los resultados se expresan como log u.f.c./g para quesos y log u.f.c./ml para leche.

III.2.2.4. Identificación de bacterias lácticas

La identificación realizada responde a criterios fenotípicos, para lo cual se tomaron al azar 5 colonias de cada una de las placas de los distintos medios anteriormente descritos: M17, MRS, Rogosa, y MSE; dichas colonias se sembraron en medio Man, Rogosa, Sharpe Broth (MRS broth; BK070, Biokar), hasta la realización de las pruebas de identificación.

Esta estrategia de aislamiento de bacterias lácticas utilizando diferentes medios de cultivo se estableció con el fin de obtener una mayor representatividad de todas las bacterias lácticas presentes en el queso, sin que las condiciones más o menos favorables de un determinado medio de aislamiento, para grupos concretos de bacterias lácticas, pudieran influir en las proporciones obtenidas.

De cada cepa se realizaron las siguientes pruebas de identificación:

Tinción Gram**.**

Con la tinción Gram se establece el caracter Gram (+) o Gram (-) de las colonias. También permite la observación de la morfología, la disposición y el agrupamiento.

Producción de catalasa**.**

Se toma con un asa de siembra unas colonias del cultivo a investigar y se depositan en un portaobjetos, se añaden unas gotas de H_2O_2 al 3% y se observa la aparición de burbujas, en cuyo caso la prueba es positiva.

Crecimiento a 40ºC**.**

Se empleó medio Man, Rogosa, Sharpe Broth (MRS broth; BK070, Biokar).

Se distribuyen 5 ml del medio en tubos de ensayo y se esteriliza, posteriormente el medio se inocula con los microorganismos que se desea identificar, la incubación se realiza a 40ºC durante 24 - 48 horas.

Se consideran positivos los tubos que presentan turbidez.

Hidrólisis de la arginina**.**

(Fertially y Facklam, 1987)

Se utilizó para esta prueba medio Moeller decarboxilasa (0890-15-6, Difco) con arginina .

Medio Moeller decarboxilasa ..... 10,5 g

Arginina ..... 10 g

Agua destilada ..... 1 l

El medio preparado se dispensa en tubos con tapón de rosca a razón de 5 ml de medio por tubo y se esteriliza.

Se inocula el medio con los microorganismos que se desea identificar y se cubre el medio con aceite de vaselina estéril, incubándose en aerobiosis a 35ºC durante 7 días.

Se consideran positivos aquellos tubos que presenten una coloración púrpura o violeta, y seran negativos los tubos que permanezcan de color amarillo.

Producción de gas en medio MRS.
(Mackey et al., 1993)

Se utilizó medio Man, Rogosa, Sharpe Broth (MRS broth; BK070, Biokar), distribuyéndose 5 ml de medio en tubos de ensayo provistos de campana Durham.

Se inoculan los tubos de ensayo con las cepas a identificar, incubándose a 37ºC hasta 7 días. La producción de gas se considera positiva cuando aparece gas en la campana Durham.

Tolerancia al NaCl al 6,5%.
(Springer-Verlag, 1985).

Para esta prueba se utiliza un medio con la siguiente composición:

Heart Infusion Broth (HIB)..... 25 g
NaCl..... 65 g
Indicador (1,6 g de púrpura de Bromocresol
en 100 ml de etanol al 95%) ..... 1 ml
Dextrosa ..... 1 g
Agua destilada ..... 1 litro

El medio así preparado se distribuye en tubos de ensayo y se esteriliza, posteriormente se inoculan los microorganismos a investigar. La incubación se realiza a 37ºC durante 7 días.

Se consideran positivos aquellos tubos que presenten turbidez en el caldo, con o sin acidificación del medio, lo cual se detecta por un cambio de color del medio de púrpura a amarillo. Son negativos los tubos que no presentan turbidez o en los que no se produce cambio de color en el caldo.

Fermentación de azúcares en medio M5**.**
(Zúñiga et al., 1993)

Composición del medio:

Triptona	10 g
Extracto de levadura	5 g
Fructosa	2,5 g
KH_2PO_4	2,5 g
Tween 80	1 ml
L-cisteina HCl	0,5 g
$MgSO_4.7H_2O$	0,2 g
$MnSO_4.H_2O$	0,05 g
Pantotenato cálcico	0,01 g
Verde de bromocresol (0,1 g en 30 ml de NaOH 0,01 N).....	20 ml
Agar	20 g

Ajustar a pH 6,6

El medio de cultivo esterilizado se dispensa en placas de Petri, una vez solidificado se procede a su inoculación. Las placas inoculadas se incuban a 37ºC durante 24 - 48 horas.

Se consideran positivos aquellas colonias que provocan un cambio de coloración en el medio.

Crecimiento en Agar Bilis Esculina

Todos los Streptococcus del grupo D de Lancefield (actualmente Enterococcus) crecen en el medio Agar Bilis Esculina, al tolerar la bilis en su crecimiento y ser capaces de hidrolizar la esculina.

Composición del medio:

Extacto de carne ..... 3 g
Peptona ..... 5 g
Esculina ..... 1 g
Sales biliares ..... 40 g
Citrato férrico ..... 0,5 g
Agar ..... 15 g
Agua destilada ..... 1000 cc
pH 6,6

El medio autoclavado se dispensa en placas de Petri y se inocula con los microorganismos a investigar. Las placas se incuban a 37ºC durante 72 horas.

La hidrólisis de esculina se detecta mediante la presencia de un halo de ennegrecimiento alrededor de la colonia.

<u>Fermentación de citrato.</u>

Para la realización de esta prueba se utilizó el medio Réddy, Reddy et al. (1972).

Triptona ..... 5 g
Extracto de levadura ..... 5 g
Casaminoácidos ..... 2,5 g
L-arginina HCl ..... 5 g
K_2HPO_4 ..... 1,25 g
Citrato de calcio ..... 15 g

Carboximetilcelulosa ..... 15 g

Agar ..... 15 g

Agua destilada ..... 1 l

Tras 36 horas de incubación a 32ºC en anaerobiosis, se procede a la identificación de las colonias. Las colonias de *L. lactis ssp. cremoris* son amarillas (fermentan la lactosa), las colonias de *L. lactis ssp. lactis* y *L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis* son blancas (utilizan la arginina y neutralizan el ácido láctico).

Después de 6 horas, las colonias que utilizan citrato (*L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis*) están rodeadas de una aureola transparente.

Pruebas de fermentación de azúcares mediante pruebas API 50 CH

La pruebas API 50 CH permiten la identificación de microorganismos mediante la comprobación de la utilización o no utilización de los siguientes compuestos:

Glicerol	Eritritol
D-Arabinosa	L-Arabinosa
Ribosa	D-Xilosa
L-Xilosa	Adonitol
Beta Metil-xilosa	Galactosa
D-Glucosa	D-Fructosa
D-Manosa	L-Sorbosa
Ramanosa	Dulcitol
Inositol	Manitol
Sorbitol	Alfa Metil-D-Manosido
Alfa Metil-D-Glucosido	N Acetil glucosamina
Amigdalina	Arbutina
Esculina	Salicina
Celobiosa	Maltosa
Lactosa	Melibiosa
Sacarosa	Trealosa
Inulina	Malecitosa
D-Rafinosa	Almidón
Glucogeno	Xilitol

Beta Gentiobiosa
D-Lisasa
D-Fucosa
D-Arabitol
Gluconato
5 ceto-gluconato
D-Turanosa
D-Tagatosa
L-Fucosa
L-Arabitol
2 ceto-gluconato

Tabla MM.4. Criterios aplicados para la identificación de las bacterias lácticas presentes en los quesos de 60 días de maduración

GÉNEROS	ESPECIES	CARACTERÍSTICAS								
		GRAM	CATALASA	MORFOLOG	Producción de gas en MRS	Hidrólisis de ESCULINA	Hidrólisis de ARGININA	Crecimiento a 40ºc	Crecimiento en NaCl 6,5%	Fermentación de CITRATO
Lactobacillus										
	Lb. brevis	+	-	Bacilos	+	V	+	-		
	Lb. casei	+	-	Bacilos	+	+		-		
	Lb. fermentum	+	-	Bacilos	+	-	+	+		
	Lb. paracasei	+	-	Bacilos	+	+		V		
	Lb. plantarum	+	-	Bacilos	+	+		-		
	Lb. rhamnosus	+	-	Bacilos	+	+		+		
Lactococcus										
	L. lactis ssp. lactis	+	-	Cocos	-	-	+	+	-	-
	L. lactis ssp. cremoris	+	-	Cocos	-	-	-	-	-	-
	L. lactis ssp. lactis biovar d*iacetylactis*	+	-	Cocos	-	-	+	+	-	+
Enterococcus										
	E. faecalis	+	-	Cocos	-	+	+	+		
	E. faecium	+	-	Cocos	-	+	+	+	+	
Leuconostoc										
	L. mesenteroides	+	-	Cocos	+	+	-	V		

V: Variable

Tabla MM.5. Relación de azúcares fermentables por las bacterias pertenecientes al género *Lactobacillu*s

AZÚCARES	***Lb. Brevis***	***Lb. casei***	***Lb. paracasei***	***Lb. plantarum***	***Lb. rhamnosus***	***Lb. fermentum***
D- Arabinosa	+	-	-	V	V	V
Ribosa	+	+	+	+	+	+
L-Xilosa	V	-	-	V	-	V
Amigdalina		+	+	+	+	
D-Manosa	-					D
L-Arabinosa	+	-	-	V	V	V
Galactosa	V					+
Manitol		+	+	+	+	
Sorbitol		+	+	+	+	
Esculina	V	+	+	+	+	-
Celobiosa	-	+	+	+	+	V
Sacarosa	V	+	+	+	+	+
Gluconato		+	+	+	+	
Maltosa	+					+
Melibiosa	+	-	-	+	-	+
Trealosa	-					V
Malecitosa	-	+	+	+	+	-
D-Rafinosa	V	-	-	+	-	+

V: Variable.

D: Débilmente.

Tabla MM.6. Relación de azúcares fermentables por las bacterias pertenecientes al género *Lactococcus*

AZÚCARES	***L. lactis* ssp. *lactis***	***L. lactis* ssp. *cremoris***	***L. lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis***
Glicerol	-	-	
Ribosa	+	-	
Amigdalina	V	V	
Rhamnosa	-	-	
L-Arabinosa	-	-	
D-Xilosa	V	V	
Adonitol	-	-	
Galactosa	+	+	
L-Sorbosa	-	-	
Manitol	V	V	
Sorbitol	-	-	
Celobiosa	+	+	
Lactosa	+	+	
Sacarosa	V	V	
Inulina	V	V	
Glucógeno	-	-	
ß-Gentobiosa	+	-	
Arbutina	+	+	
Salicina	+	-	
Maltosa	+	-	+
Melibiosa	-	-	
Trealosa	+	-	
Malecitosa	-	-	
D-Turanosa	-	-	
α-Metil-D-manosido	-	-	
α-Metil-D-glucosido	-	-	
D-Tagatosa	-	-	

V: Variable

Tabla MM.7. Relación de azúcares fermentables por las bacterias pertenecientes al género *Enterococcus*

AZÚCARES	*E. faecalis*	*E. faecium*
Glicerol	+	-
D-Arabinosa	-	-
Ribosa	+	+
L-Xilosa	-	-
Amigdalina	+	+
D-Glucosa	+	+
D-Manosa	+	+
Rhamnosa		V-
Inositol	+	+
Eritriol	-	-
L-Arabinosa	-	+
D-Xilosa	-	V-
Adonitol	-	-
Galactosa	+	+
D-Fructosa	+	+
L-Sorbosa	-	-
Dulcitol	-	-
Manitol	+	V+
Sorbitol	V+	-
Celobiosa	+	+
Lactosa	+	+
Sacarosa		V+
Inulina	-	-
D-Rafinosa	-	-

V: Variable
V+: Normalmente positivo.

Tabla MM.8. Relación de azúcares fermentables *por Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*

AZÚCARES	**Leuconostoc mesenteroides *ssp. mesenteroides***
Ribosa	V
Galactosa	+
Manitol	V
Celobiosa	V
Lactosa	V
Arbutina	V
Salicina	V
Maltosa	+
Melibiosa	V
Trealosa	+
Arabinosa	+
Celulosa	V
Mannosa	V
Fructosa	+
Rafinosa	V
Trealosa	+
Xilosa	V
Sacarosa	+

V: del 11 al 98% de las cepas positivas.

III.3. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO DE CAMEROS

III.3.1. Caracterización sensorial del queso de Cameros

El análisis sensorial que se llevó a cabo pretendía realizar la caracterización sensorial del queso de Cameros, mediante la descripción minuciosa de las características que conforman el queso de Cameros, características que permiten definirlo y diferenciarlo de quesos similares. Posteriormente se procedió al diseño de una ficha de cata en la que se establecen las escalas de medición de cada una de las características consideradas en la descripción sensorial, esta ficha de cata puede ser utilizada como herramienta en el control de calidad del queso de Cameros.

El panel de jueces se seleccionó entre personas que forman parte del departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja. Se eligieron 10 personas a las que se entrenó en siete sesiones previas a la valoración de los quesos.

Para la descripción sensorial del queso de Cameros se realizaron diez sesiones de cata comentadas con objeto de establecer los atributos sensoriales que debían tenerse en cuenta a la hora de describir el producto, siendo seleccionados aquellos atributos sensoriales que presentaron mayor poder discriminante y mayor facilidad de comprensión y aplicación.

Posteriormente se realizaron siete sesiones de cata individual en la que los catadores llevaban a cabo la medición de los atributos seleccionados mediante escalas de medición que se estructuraron con puntuaciones de 1 a 7, con los resultados obtenidos se determinaron los valores óptimos para cada uno de los atributos considerados.

Las muestras de queso de Cameros utilizadas en las sesiones de cata individual fueron piezas de quesos enteros recién elaborados, de 250-500 gramos de peso, procedentes de distintas queserías, las muestras de queso estaban desprovistas de cualquier distintivo que permitiera su identificación comercial.

En cada sesión de cata, a cada panelista se le proporcionó una pieza de queso entera, así como un cuchillo de hoja lisa. Los catadores evaluaron los quesos uno a uno siguiendo un orden de cata preestablecido, inicialmente se llevó a cabo un examen del aspecto externo del queso,

después y con la ayuda de un cuchillo se evaluó la consistencia y la resistencia al corte. Posteriormente mediante dos incisiones desde el centro de la pieza se obtenía una cuña de aproximadamente 45º, sobre la cual se evaluaban los restantes atributos sensoriales: olor, sabor y textura.

Un factor de gran influencia en la valoración sensorial de este producto, resultó ser la temperatura que presentaba el queso al ser catado en el momento de la prueba. Al tratarse de un queso fresco, su conservación debe realizarse a temperaturas de refrigeración (aproximadamente 4ºC), pero se observaron dificultades en algunos aspectos de la cata con muestras recién salidas del frigorífico, por lo que se adoptó el criterio de exponer los quesos a temperatura ambiente durante unos 10 minutos antes de su valoración, de modo que la temperatura de presentación de las muestras de queso ante el panel de jueces fuera de unos 10-12ºC.

También se pudo apreciar que el contenido en sal de los quesos de Cameros no se distribuía homogéneamente en toda la masa del espesor de los quesos, por este motivo se indicó a los panelistas que tomaran porciones de muestras procedentes de las zonas exterior, media e interior de los quesos.

Los locales de cata reunían las características de iluminación, humedad, temperatura, aislamiento acústico y ausencia de olores anómalos requeridas para una correcta valoración (Norma AFNOR, 1987).

III.3.2. Análisis sensorial del queso maduro

Los quesos elaborados en la planta piloto y madurados durante 60 días también fueron evaluados sensorialmente siguiendo las recomendaciones de la IDF standars (1987). En la evaluación sensorial participaron los jueces anteriormente seleccionados.

El análisis se realizó situando a los jueces en cabinas individuales y cada descriptor se valoró por duplicado. Posteriormente se realizó una cata comentada en la que se analizaron las principales características de los quesos evaluados.

Los descriptores evaluados por los jueces fueron:

Aspecto al corte: Conjunto de atributos que se pueden apreciar cuando la muestra es sometida al corte con un cuchillo (UNE 87-001-86).

Color: Propiedad óptica de la apariencia de un alimento que dependen de las modificaciones cromáticas y geométricas de la luz en la interacción con el alimento, forma física y modo de presentación (FIL-IDF 99A).

Olor: Conjunto de sensaciones percibidas por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles (UNE 87-001-86).

Sabor: Sensación percibida por el órgano del gusto cuando se le estimula con ciertas sustancias solubles (UNE 87-001-86).

Textura: Conjunto de propiedades reológicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un producto alimenticio, perceptible por los mecano-receptores, los receptores tactiles y en ciertos casos visuales y auditivos (UNE 87-001-86).

Aceptabilidad general: Valoración global subjetiva de la calidad del alimento que le hace ser aceptado por un individuo o una población determinada, en función de sus propiedades organolépticas (UNE 87-001-86).

El cuestionario utilizado en la evaluación organoléptica respondía a la siguiente plantilla:

FICHA DE CATA PARA LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE QUESO DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN

NOMBRE: **CLAVE:** **FECHA:**

ASPECTO AL CORTE

1 2 3 4 5 6 7

INACEPTABLE **EXCELENTE**

COLOR

1 2 3 4 5 6 7

BLANCO **AMARILLO**

OLOR

1 2 3 4 5 6 7

INACEPTABLE **EXCELENTE**

SABOR

1 2 3 4 5 6 7

INACEPTABLE **EXCELENTE**

TEXTURA

1 2 3 4 5 6 7

INACEPTABLE **EXCELENTE**

ACEPTABILIDAD GENERAL

1 2 3 4 5 6 7

INACEPTABLE **EXCELENTE**

III.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los datos obtenidos en los análisis físicoquímicos y microbiológicos de cada muestra de leche y queso se calcularon las medias y las desviaciones standar.

Para la comparación de los quesos entre sí se utilizaron distintos análisis estadísticos en función del número de muestras de queso a comparar:

Si el número de quesos a comparar era de tres o más se trabajaron los datos con un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía, aplicándose posteriormente un test t de Tuckey, con un nivel de significación del 95%, para la comparación entre medias. Los resultados de este test se expresan con una letra como superíndice situado junto a la media o sobre la barra correspondiente en los histogramas, y que indica qué quesos difieren significativamente entre sí para $p < 0.05$. En la asignación de las letras se siguió el criterio de dar la letra “a” al menor de los valores comparados, “b” con el siguiente en orden creciente y así sucesivamente.

Para comparar dos lotes de queso se utilizó un test de t-Student de comparación entre dos medias, considerando $p > 0,05$ como no significativo.

El tratamiento estadístico se realizó con el programa estadístico SYSTAT para windows: Statistics, versión 5.0 edition (Evanston, Illinois, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. RESULTADOS EN QUESO FRESCO

I.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

I.2. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ELABORACIÓN TRADICIONAL Y ACTUAL DEL QUESO DE CAMEROS

I.2.1. Método tradicional de elaboración

I.2.2. Tecnología actual de elaboración

I.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA LECHE DE CABRA

I.3.1. pH

I.3.2. Acidez

I.3.3. Materia grasa

I.3.4. Contenido en proteína

I.3.5. Variaciones estacionales en la composición de la leche.

I.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE QUESO FRESCO

I.4.1. Comprobación del origen animal de la leche utilizada en la elaboración del queso de Cameros

I.4.2. pH

I.4.3. Extracto seco

I.4.4. Contenido en cloruro sódico

I.4.5. Materia grasa

I.4.6. Fracciones nitrogenadas

I.4.7. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración sobre los parámetros fisicoquímicos

I.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE QUESO FRESCO

I.5.1. Resultados obtenidos

I.5.2. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración sobre los parámetros Microbiológicos

I.6. DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN SUPERFICIES Y EQUIPOS DE UNA INDUSTRIA ELABORADORA DE QUESO DE CAMEROS

I.7. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL QUESO DE CAMEROS

II. RESULTADOS EN QUESO DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN

II.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

II.1.1. pH.

II.1.2. Extracto seco

II.1.3. Contenido en cloruro sódico

II.1.4. Materia grasa e índice de acidez de la grasa

II.1.5. Fracciones nitrogenadas

II.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

II.2.1. Evolución de los grupos microbianos durante la maduración

II.2.1.1. Quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores

II.2.1.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores

II.2.1.3. Efecto de la pasteurización y la adición de cultivos iniciadores

II.2.1.4. Comparación de los resultados obtenidos

II.2.2. Identificación de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración

II.2.2.1. Quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores

II.2.2.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores

II.2.2.3. Efecto de la pasteurización y la adición de cultivos iniciadores

II.3. ANÁLISIS SENSORIAL

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN QUESO FRESCO

I.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El queso de Cameros se elabora actualmente en la sierra de Cameros localizada en el sector central y oriental de la montaña riojana configurando el Valle del Leza-Jubera (Camero Viejo) y el Valle del alto Iregua (Camero Nuevo). Es la Sierra de Cameros la parte más extensa de la zona occidental del Sistema Ibérico. Se extiende al Sur, Oeste y Centro de la Comunidad Autónoma riojana, al Norte de la provincia de Soria y al Oeste de la provincia de Burgos.

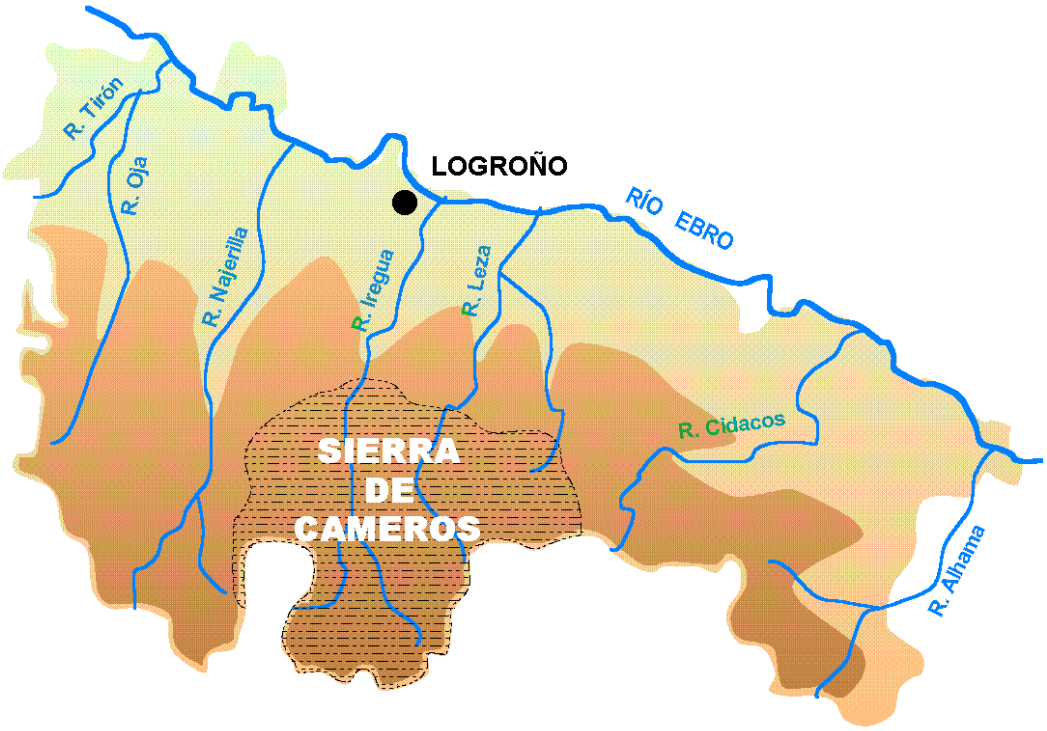


Figura RD.1. Mapa de la Comunidad Autónoma de La Rioja, detalle de la Sierra de Cameros

Existen diversas publicaciones que recogen una brevísima descripción del área de producción, metodología de elaboración, presentación y características organolépticas del queso de Cameros (MAPA, 1973, 1990, 1996; Ortega, 1983; Madrid, 1983; Arroyo, 1988; Canut, 1988), aunque en ningún caso se realiza un estudio exhaustivo de caracterización.

El queso de Cameros se elabora exclusivamente a partir de leche de cabra. La cabra predominante en esta zona es la cabra serrana o montesa, obtenida mediante cruces de la denominada cabra de Ávila con la raza Murciana. La cabra serrana se caracteriza por ser buena reproductora, austera, resistente y adaptada a la vegetación de la zona, que es difícilmente aprovechable por el ganado ovino y vacuno. La época de elaboración del queso de Cameros es fundamentalmente primavera y verano, coincidiendo con el período de máxima producción de leche.

La forma es cilíndrica ligeramente troncocónica, su color es blanco homogéneo, con superficie brillante y húmeda sin grietas apreciables. Carece de corteza y su superficie está grabada por el dibujo del molde con el que se elabora, con el fin de reproducir las marcas características dejadas por las "cillas" usadas tradicionalmente. El sabor es suave y recuerda débilmente al de la leche de cabra de la cual procede. Ligeramente salado, en especial en su parte externa, ofrece un débil gusto ácido y su olor es poco intenso. Se presenta actualmente en piezas de 250 a 500 gramos de peso, de unos 6 a 7 cm de altura, 6 a 7 cm de diámetro en la cara superior y 8 a 10 cm de diámetro en la base. Estas piezas sustituyen a los quesos tradicionales de tamaño entre 1 y 2 kg.

I.2. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ELABORACIÓN TRADICIONAL Y ACTUAL DEL QUESO DE CAMEROS

I.2.1. Método tradicional de elaboración

Según la información recogida en las encuestas efectuadas, la elaboración artesanal del queso de Cameros se abandonó como tal hace aproximadamente 10 años, aunque en algunas localidades esta práctica desapareció hace incluso más de 30 años.

El pastoreo de cabras era de tipo comunal, cada Término Municipal tenía su rebaño y un cabrero pagado proporcionalmente entre los propietarios. Los períodos de estabulación eran escasos (días de abundante nieve) pastando las cabras en el monte la vegetación de la estación correspondiente, lo que propiciaba diferencias en la calidad y cantidad de su leche (de uno a dos litros diarios). Antes de salir al monte las cabras eran ordeñadas (de 7 a 9 de la mañana), recogiéndose la leche en cubos o cazuelas. La leche era posteriormente colada a través de lienzos.

La leche que se utilizaba en la elaboración del queso era leche recién ordeñada y se mantenía a una temperatura entre 30 y 35 ºC, (durante el invierno se intentaba conservar su temperatura manteniendo los recipientes cerca de la lumbre). En algunos casos se utilizaba leche de dos ordeños y entonces la leche se conservaba en fresquera hasta su utilización. El cuajado de la leche cruda se realizaba mediante la adición de cuajo de cabrito rallado que se había dejado en remojo desde el día anterior. La cantidad añadida era aproximada y dependía de la experiencia del elaborador. En algunas zonas, el cuajo de origen animal era sustituido por cuajo vegetal.

Una vez distribuido el cuajo en la leche, se dejaba reposar al abrigo de la lumbre y al cabo de hora y media o dos horas se observaba la separación del suero de la cuajada, la cual era cortada con cuchillo para favorecer el desuerado. El suero se retiraba y era empleado generalmente para la alimentación de cerdos, mientras que la cuajada se trasladaba con un cazo a unos moldes característicos, elaborados con mimbre, llamados "cillas".

Las cillas eran previamente escaldadas con agua hirviendo y puestas a secar. El tamaño de las cillas era variable, ya que se utilizaban para producir quesos de kilo a dos kilos de peso. El queso era apretado manualmente para facilitar la salida del suero a través de las rendijas de la cilla, posteriormente se dejaba reposar unas horas, dándole tres o cuatro vueltas, con lo que el queso adquiría en su superficie el dibujo que le caracterizaba.

Posteriormente se sacaba del molde, se le espolvoreaba sal por encima y se colocaba en un lugar fresco y aireado donde permanecía 4 ó 5 horas, tras las cuales se le daba la vuelta y se salaba la otra cara.

La venta se realizaba entre los vecinos de la localidad o en los mercados de la zona y a veces era utilizado como moneda de cambio. El consumo se hacía normalmente en fresco aunque algunos elaboradores prolongaban la vida de su producto introduciéndolo en aceite o bien favoreciendo un proceso de maduración.

I.2.2. Tecnología actual de elaboración

Al comenzar este trabajo en el año 1993 existían en la Comunidad Autónoma de la Rioja cuatro queserías dedicadas a la elaboración del queso de Cameros:

1. Quesos San Román. Quesería ubicada en el municipio de San Román de Cameros.
2. Quesos Tío Sanz. Quesería localizada en el municipio de Bergasa.
3. Quesos Aulaga. Quesería localizada en el municipio de Munilla. Posee rebaño propio formado por unas 200 cabezas de cabra serrana.
4. Quesos Tondeluna. Quesería localizada en Tondeluna, aldea del municipio de Ezcaray. Posee rebaño propio formado por unas 150 cabezas de cabra serrana.

Posteriormente una de las queserías presentó ciertos problemas higiénico-sanitarios y pasó a elaborar queso fresco mezclando leche de cabra y vaca, razón por la cual no pudo ser tenida en cuenta en la toma de muestras de análisis posteriores. Por tanto, actualmente son tres las queserías que se dedican a la elaboración de este producto riojano tradicional.

La elaboración del queso de Cameros está condicionada por la estacionalidad de la producción de leche de cabra. Comienza en el mes de abril y finaliza en el mes de septiembre, este período de seis meses corresponde a la época de mayor producción de leche, tal y como se ha indicado anteriormente. El volumen de producción es variable, en función de la quesería considerada, pero se estima en unos 30.000 kilos anuales en total.

En la Figura RD.2. se esquematiza el proceso actual de elaboración del queso de Cameros. El símbolo ★ representa los posibles momentos de salado. La forma y fase de adición de sal varía a criterio de cada elaborador.

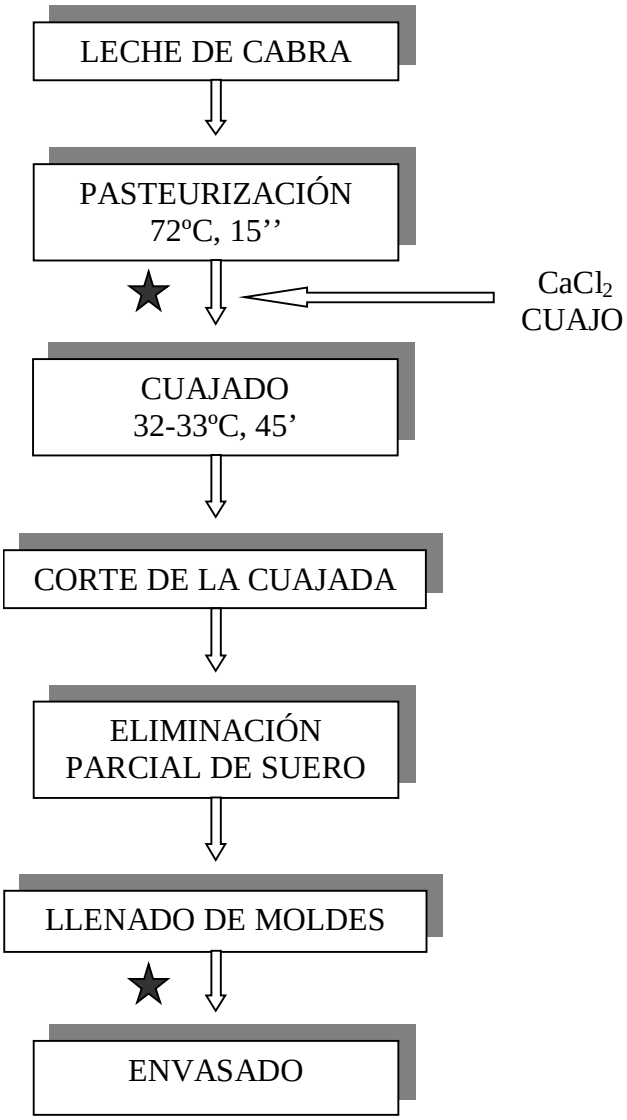


Figura RD.2. Diagrama de flujo del proceso actual de elaboración del queso de Cameros

La leche procedente del ordeño es rápidamente refrigerada y transportada hasta la quesería donde sufre un proceso de pasterización que, es varía en función de la quesería. Los que disponen de pasterizador de placas aplican un tratamiento térmico que, como término medio, se realiza a una temperatura de 72°C durante 15 segundos. Los que pasterizan con cubas de doble camisa aplican un tratamiento térmico, que por témino medio, es de 64 ºC durante 35 minutos.

La cuba quesera es de capacidad variable según el volumen de producción (200 a 1000 l). En la cuba se añade el $CaCl_2$ (0,2 g/l) y el cuajo industrial (según las especificaciones recomendadas) agitando vigorosamente para conseguir una distribución homogénea. El cuajado se realiza a una temperatura de 32-33 ºC y se prolonga durante aproximadamente 45 minutos. Una vez que la leche ha cuajado se procede al corte de la cuajada con las liras hasta obtener un grano del tamaño de un guisante.

El suero resultante es eliminado parcialmente de la cuba. La cuajada se transfiere a los moldes colocados sobre mesas de acero inoxidable provistas de canales para conducción y recogida del suero. Los moldes actuales son de material plástico esterilizable y sustituyen a las antiguas cillas de mimbre. Con ello se pierde en una de las caras del queso el dibujo característico, pero se elimina una importante fuente de contaminación por la posibilidad de esterilización que este material ofrece.

En los moldes, los granos de cuajada se sueldan por su propio peso mientras se produce la pérdida de suero. Esta fase se prolonga unas 8 horas tras las cuales el queso es desmoldado, salado y envasado.

Cada quesería ha adoptado un método de salado diferente: bien se realiza un salado temprano en cuba, o bien un salado tras la salida de los moldes. En este último caso la sal se aplica espolvoreándola directamente en superficie por ambas caras o por inmersión de los quesos en salmuera al 14% de NaCl donde permanecen durante 12 horas.

Por las características de este producto, tras el envasado, el queso ha de ser conservado en condiciones de refrigeración durante su comercialización. Los distintos

elaboradores han establecido como fecha límite de consumo siete días a partir de la fecha de elaboración.

La comercialización y distribución se realiza de diferente modo según el volumen de producción de cada elaborador. Hay quienes comercializan sus productos en los mercados locales mientras que otros disponen de una red de distribución que suministra a comercios y pequeños supermercados.

El rendimiento final del proceso actual de elaboración es similar al obtenido por el método tradicional, viéndose igualmente influido por las variaciones de las características de la leche de cabra a lo largo del año. En invierno se obtiene un kilo de queso por cada 4 litros de leche, mientras que en verano se necesitan entre 5 y 6 litros de leche para conseguir la misma cantidad.

I.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA LECHE DE CABRA

El estudio de caracterización de un queso empieza por el conocimiento de las propiedades de la materia prima, en este caso leche de cabra. Las muestras de leche analizadas fueron suministradas por las propias queserías y se trata de la misma leche pasteurizada con la que se elaboraron los quesos frescos analizados en este trabajo. La eficacia del tratamiento térmico aplicado a la leche fue comprobada mediante el test fosfatasa, enzima que se mostró inactivo en todas las muestras. Las muestras de leche analizadas corresponden a los meses de abril y julio, meses de temperaturas mínimas y máximas, respectivamente, de la época de elaboración de queso de Cameros.

En los últimos años se han realizado numerosos estudios, llevados a cabo en diferentes países, sobre las propiedades y composición de la leche de cabra, a destacar las revisiones bibliográficas efectuadas por Jennes (1980), Loewenstein et al. (1980), Martín-Hernández et al. (1984 y 1988), Juárez y Ramos (1986), Juárez et al. (1991 y 1992 a), Ramos y Juárez (1993), González-Crespo et al. (1995) y Trujillo et al. (1997). A continuación pasamos a discutir los resultados obtenidos en cada parámetro.

En la Tabla RD.1 se muestran los valores de pH, contenido en grasa, contenido en proteínas y acidez de las muestras de leche de cabra utilizada en la elaboración del queso fresco.

I.3.1. pH

Los valores de pH oscilaron entre un máximo de **6,67** y un mínimo de **6,40**, siendo el valor medio obtenido de **6,58±0,07**. Estos valores son algo superiores a los encontrados por Martín-Hernández et al. (1988) para leche de cabra de la raza Murciana 6,48 y Granadina 6,47, pero inferiores a los citados por Mas et al. (1991) y González-Crespo et al. (1995) para la cabra Serrana y Verata.

Comparando estos datos con los referidos en las revisiones bibliográficas efectuadas por otros autores, Tabla RD.2 (Martín-Hernández et al., 1984; Juárez y Ramos,

1986 y González-Crespo et al., 1995), observamos que el valor del pH de la leche de cabra Serrana es similar a los valores de pH obtenidos en leche de cabra de otros países, Brasil (6,08-6,74), Bulgaria (6,45-6,60), y Francia (6,5-6,8). Barbosa y Miranda (1986) citan valores de 6,7 para rebaños caprinos portugueses y Kalantzopoulos (1993), refiere valores de 6,48-6,57 en cabras de razas locales en Grecia.

I.3.2. Acidez

La acidez media obtenida fue de **14,5±1,6 ºD** no encontrándose diferencias significativas entre las muestras de leche de diferentes estaciones del año. Juárez y Martín-Hernández (1989) indican valores en torno a 22 ºD en raza Granadina y 23 ºD para raza Murciana. González-Crespo et al. (1995) obtuvieron valores de 15,63ºD en cabras de raza Verata. Barbosa y Miranda (1986) refieren un valor de 16 ºD para cabras portuguesas y Luquet (1993) refiere valores de 16-18 ºD en cabras francesas.

I.3.3. Materia grasa

El contenido en grasa (g/ 100 ml de leche) presentó un valor máximo de **5,10 %** y un mínimo de **4,30 %** siendo el valor medio de **4,60±0,29 %**. Estos datos resultaron inferiores a los encontrados por Mas et al. (1991) que refiere valores de 5,1-6,40% para cabra Serrana y Verata y Martín-Hernández et al. (1988) para cabra Murciana 6,57%; pero fueron similares a los encontrados por los mismos autores para cabra Granadina 4,53%; a los referidos por Carretero et al. (1992) que obtuvieron valores de 4,9% y a los obtenidos por González-Crespo et al. (1995) para cabras de la raza Verata que refieren valores de 4,47 %.

Barbosa y Miranda (1986) indican valores de grasa de 2,5-4,7% para razas portuguesas y Kalantzopoulos (1993) encuentran 5-5,92% en razas caprinas griegas. Comparando los resultados recogidos en la revisión bibliográfica citada por Martín-Hernández et al. (1988) y Trujillo et al. (1997), se observa que el valor medio del contenido en grasa obtenido es superior a los dados en Australia (3,4), Bulgaria (4,04), Francia (3,38) Italia (3,19-3,50), Arabia Saudí (2,29-3,90), pero menores que en Egipto (5,22-6,79), y similares a los de Grecia (4,90), India (4,70), y Nigeria (4,6).

I.3.4. Proteína

El contenido en proteína (NT x 6,38) osciló entre un máximo de **3,7%** y un mínimo de **2,25%**, siendo el valor medio de **3,21±0,35%**. Estos valores resultaron ser inferiores a los encontrados por Mas et al. (1991) que indican valores de 4,30-4,70 para cabras de raza Serrana y Verata; Martín-Hernández et al. (1988) señalan un contenido en proteínas de 3,60% en raza Murciana y de 3,47% en raza Granadina.

Carretero et al. (1992a) refieren valores de 3,7%. González-Crespo et al. (1995) obtuvo valores de 3,58% para cabras de raza Verata y Trujillo et al. (1997) citan valores de 3,8-4,4% para la cabra de raza canaria. Al comparar con la revisión bibliográfica realizada por Martín-Hernández et al. (1988), Juárez y Ramos (1986) y Trujillo et al. (1997) comprobamos que el contenido en proteína obtenido es inferior al de Bulgaria (3,62%), Grecia (3,77%), Nigeria (4,7%), pero superior al de Francia (2,82-2,94%) y similar al de Australia (3,22%), Italia (3,33%), Irlanda (3,39%).

La leche utilizada en la elaboración del queso de Cameros presenta, en general, un contenido en proteínas y materia grasa ligeramente inferior a los datos referidos en la bibliografía consultada. Este hecho parece ser debido al régimen alimenticio seguido por la cabra serrana, basado únicamente en el consumo de los pastos naturales, sólo suplementado con un pienso que les permite paliar las deficiencias, que la vegetación de la zona presenta, en determinados elementos minerales, sobre todo silicio.

I.3.5. Variaciones estacionales de la composición química de la leche

Cuando comparamos los resultados obtenidos en las muestras de leche en función de la época del año en la que fueron analizadas, observamos que las muestras de leche analizadas en el mes de abril presentan valores superiores a las muestras del mes de julio, para algunos de los parámetros analizados, pH, materia grasa y contenido en proteínas, coincidiendo con los resultados obtenidos por otros autores (Grappin, et al., 1981; González-Crespo et al., 1995). Sin embargo, las diferencias entre los valores

obtenidos, en las muestras de leche de cada estación, no resultaron significativas cuando se compararon mediante el análisis estadístico de t-Student.

González-Crespo et al. (1995) observaron diferencias estacionales significativas ($p<0,05$) en muestras de leche de cabra de raza Verata, para los valores de pH, extracto seco, contenido en grasa y proteínas cuando comparaba muestras recogidas de enero a junio, dichas diferencias parecen ser atribuidas al rebrote primaveral de los pastos. Grappin et al. (1981) encontraron diferencias estacionales significativas en el contenido en grasa y proteína de leche de cabra del suroeste de Francia cuando comparaba muestras de leche recogidas durante un período de trece meses, periodo de tiempo notablemente más amplio que el abarcado en el muestreo efectuado en este trabajo.

Dadas las características climatológicas de la Sierra de Cameros, (descritas en el capítulo de introducción) las diferencias de alimentación de las cabras en los meses de muestreo (abril y julio) no son lo suficientemente acusadas como para que queden reflejadas como diferencias significativas en la composición química de la leche.

Tabla RD.1. Resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de catorce muestras de leche de cabra

Muestra Nº	Elaborador	Mes de elaboración	pH	MG (%)	Proteína (%)	Acidez (ºD)
1	A	Abril	6.40	4.60	3.65	12.5
2		Julio	6.56	4.90	3.70	12.0
3		Julio	6.63	4.80	3.36	14.0
4		Julio	6.66	4.30	3.10	16.0
5	B	Julio	6.60	4.70	3.25	18.0
6		Julio	6.55	4.90	2.95	15.0
7		Julio	6.58	4.90	3.10	14.5
8	C	Abril	6.66	4.30	3.22	14.5
9		Julio	6.48	4.40	3.05	16.0
10	D	Abril	6.66	5.10	3.36	16.0
11		Abril	6.67	4.10	3.14	14.0
12		Julio	6.57	4.40	2.25	14.0
13		Julio	6.56	4.60	3.33	14.5
14		Julio	6.55	4.40	3.46	12.5
MEDIA			6.58	4.60	3.21	14.5
S.D.			0.08	0.29	0.35	1.6

Tabla RD.2. Composición de la leche de cabra en diferentes países

País	Raza	pH	Grasa (%)	Proteína (%)	Acidez (ºD)	Referencia
España	Murciana	6,48	6,57	3,60	23	Juárez et al. (1991)
	Granadina	6,47	4,53	3,47	22	Juárez et al. (1991)
	Verata	6,68	4,47	3,58	15,6	González Crespo et al. (1995)
	Canaria	6,37-6,56	-	3,8-4,4	-	Trujillo et al. (1997)
	Cameros					Datos propios
	Abril	6,59	4,52	3,34	14,2	
	Julio	6,57	4,63	3,15	14,6	
Arabia Saudí		6,46-6,68	2,29-3,90	2,65-4,38	10-17	Sawaya et al. (1984)
Australia		-	3,40	3,22	-	Middleton y Fizt-Gerald (1981)
Brasil		6,08-6,74	4,75	3,98	14-23	Wolfschoon-Pombo y Masur (1979)
Bulgaria		6,45-6,60	4,04	3,62	15-17	Veinoglou et al. (1982)
Egipto		-	5,22-6,79	-	-	Abou-Dawwood et al. (1980)
Francia		-	3,33	2,94	16-18	Luquet (1993)
Francia		-	3,38	3,09	-	Grappin et al. (1981)
Grecia		6,48-6,57	5-5,92			Kalantzopoulos (1993)
Grecia		6,52-6,59	3,00-5,63	3,14-3,77	14-17	Anifantakis y Kandarakis (1980)
India		-	4,70	3,78	15	Qureshi et al. (1981)
Irlanda		-	3,63	3,39		Espie y Mullan (1990)
Italia		-	3,19-3,50	2,78-3,08	-	Castagnetti et al. (1984)
Nigeria		-	4,6	4,7		Akinsoyinu et al. (1981)
Portugal		6,7	2,57-4,7	2,8-3,5	16	Barbosa y Miranda (1986)

I.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE QUESO FRESCO

En la Tabla RD.3 se exponen los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos de las 18 muestras de queso fresco analizadas, indicando la quesería y el mes de elaboración. Previamente a su discusión, se exponen los resultados obtenidos en los análisis efectuados para la comprobación de la ausencia de mezcla de leche de diferentes especies en la elaboración de los quesos analizados.

I.4.1. Comprobación del origen animal de la leche utilizada en la elaboración del queso de Cameros

La Norma de Calidad para quesos y quesos fundidos (Anónimo, 1985) establece la obligatoriedad de declarar el porcentaje de los distintos tipos de leche utilizados en la fabricación de los diferentes tipos de quesos. Teniendo en cuenta que el precio de las leches de oveja y cabra es mucho mayor que el de la leche de vaca, es tentadora la mezcla con ésta última en la fabricación de quesos.

Existen diferentes técnicas analíticas para detectar las adulteraciones de leche de oveja y cabra con leche de vaca. Tradicionalmente se ha venido utilizando la composición de la grasa para este fin, estableciéndose los índices de ácidos grasos volátiles solubles e insolubles, y para posteriormente estudiar la composición en ácidos grasos de la leche mediante cromatografía en capa fina, cromatografía de gases o cromatografía líquida de alta resolución (García-Olmedo et al., 1979 a, 1979 b y 1980 a; Ramos y Juárez, 1986).

También se pueden determinar las posibles mezclas de leche mediante el estudio de sus proteínas, donde los métodos inmunológicos, basados en la reacción antígeno-anticuerpo, ocupan un lugar destacado (Bernhauer et al., 1983).

Las técnicas electroforéticas, basadas en la mayor movilidad de la caseína alfa s_1 de la leche de vaca con respecto a las de cabra y oveja, han sido utilizadas por numerosos autores por sus elevados límites de sensibilidad (Ramos et al., 1985; Ramos y Juárez, 1981, 1984 y 1986; Furtado, 1983). Las últimas tendencias en los métodos electroforéticos se dirigen hacia la técnica de Isoelectroenfoque (IEF), por su mayor precisión y

repetibilidad (Krause et al., 1982; Addeo et al., 1984; Ruíz y Santillana, 1986; Ortín et al., 1992 a y b).

Con el fin de identificar el origen animal de la leche utilizada en la elaboración del queso de Cameros, y poder comprobar si existe o no mezcla de leche en la elaboración de este producto, se realizó la electroforesis de las dieciocho muestras de queso de Cameros que fueron recogidas tal y como se indica en el capítulo de material y métodos (apartado I.2.1.)

Los resultados obtenidos en las electroforesis efectuadas se representan en la figura RD.2.

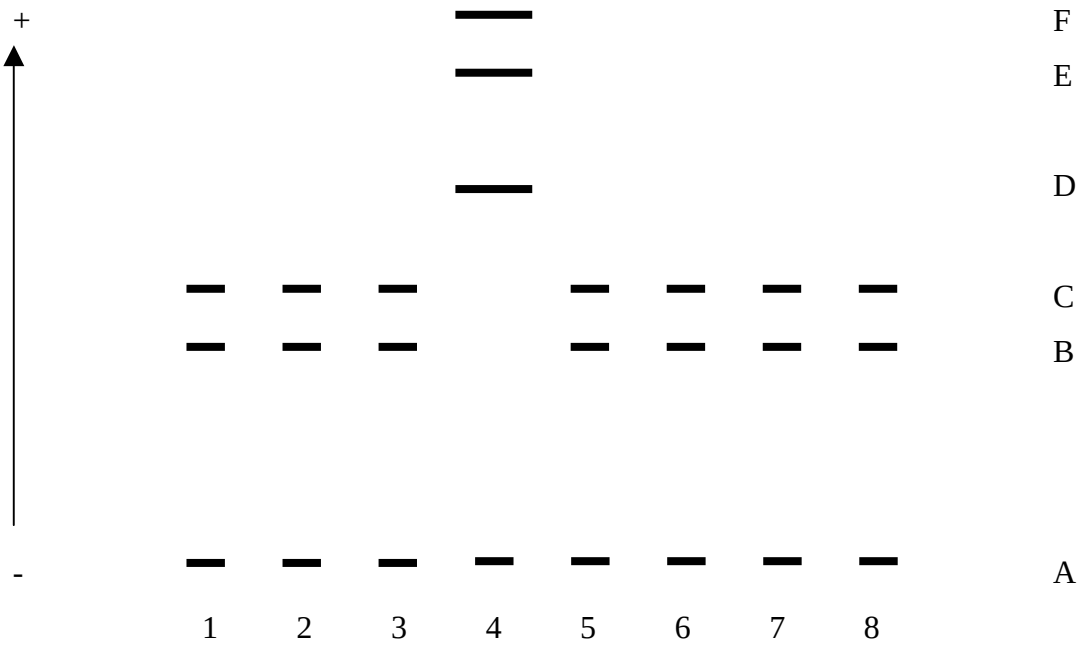


Figura RD.3. Representación esquemática del resultado obtenido en la electroforesis efectuada con muestras de queso de Cameros

4: Queso puro de vaca.

5: Queso puro de cabra.

1, 2, 3, 6, 7, 8: Queso de Cameros.

A: Seroalbúmina (BSA) **B: ß Lactoglobulina de cabra**

C: Alfa-Lactoalbúmina de cabra D: Alfa-Lactoalbúmina de vaca

E: ß Lactoglobulina B de vaca F: ß Lactoglobulina A de vaca

Todas las muestras de queso de Cameros analizadas resultaron estar elaboradas exclusivamente con leche de cabra. Ninguna de las muestras analizadas presentó proteínas pertenecientes a leche de vaca.

I.4.2. pH.

El valor del pH se mantuvo entre **6,1** y **6,6**, siendo el valor medio **6,35±0,14**. Este valor es similar al referido por Juárez y Martín-Hernández (1989) que citan valores de 6,30, pero es inferior al reflejado por otros autores para quesos frescos de cabra, Juárez et al. (1991 y 1992 a) dan valores de 6,79; Martín-Hernández et al. (1992) refieren valores de 6,60 y Sendra et al. (1994) obtienen valores de 6,45.

Marcos et al. (1983) obtuvieron valores de 5,56 para queso de Málaga y 5,63 para queso de Cádiz. Posteriormente los mismos autores (1985) refieren valores de 6,06 en queso fresco. Quito et al. (1986) obtuvieron valores de 5,56±0,59 y 6,34±0,21 para queso fresco de cabra elaborado por procedimientos artesanales e industriales respectivamente. En las referencias bibliograficas existentes para el queso de Cameros (MAPA, 1973 y 1990) se le asigna un valor de pH de 4,88, valor llamativamente bajo para un queso de coagulación enzimática y que no presenta similitud con ninguno de los datos recogidos en la bibliografía relacionada.

I.4.3. Extracto seco

El extracto seco osciló entre **34,50%** y **50,00%** alcanzando un valor medio de **42,50±4,69%**. Este valor resultó inferior al establecido en la bibliografía para el queso de Cameros. Así, Martín-Hernández et al. (1984) refieren los datos citados por el M.A.P.A. (1973) para el queso de Cameros al que asigna un valor de E.S. de 62%. El MAPA (1990 y 1996) cita para el queso de Cameros valores de 51%. Barrios et al. (1996) encontraron valores de 59,97% para quesos frescos de cabra del sur de España.

Por otro lado, Marcos et al. (1983) y Juárez et al. (1991 y 1992 b) presentan valores de 51% para queso de Málaga y 53% para queso de Cádiz. El valor obtenido resultó similar al referido por otros autores para quesos frescos de leche de cabra, Juárez et

al. (1991 y 1992 b) dan valores de 43,9% en queso fresco de leche de cabra, y Marcos et al. (1985) citan valores de 45%. Favier y Dorsainvil (1987) refieren valores de 34,9% para quesos frescos de cabra franceses.

I.4.4. Cloruro sódico

El contenido en NaCl, presentó un valor mínimo de **0,18%** y un valor máximo de **1,33%**, siendo el valor medio de **0,78±0,30%**. La media de los datos obtenidos en este parámetro resulta, con todo, inferior a los recogidos por la literatura. Así, Martín-Hernández et al. (1984) citan los datos obtenidos por Millán et al. (1982) para queso de Cádiz, al que asignan un contenido en NaCl de 2,5%. Martín-Hernández et al. (1992) obtienen valores de 1,48%. Marcos et al. (1983) refieren valores de 2,3% para queso de Málaga y Barrios et al. (1996) refieren valores de 1,49% en quesos frescos de cabra del sur de España. Quito et al. (1986) obtuvieron valores de 2,68±0,35% y 1,99±0,27% para queso fresco de leche de cabra elaborado de forma artesanal e industrial, respectivamente.

I.4.5. Materia grasa

El contenido en grasa presentó valores entre un mínimo de **15,00%** y un máximo de **27,00%**, siendo el valor medio de **23,00±3,32%**, que sobre la base del extracto seco representó el **54,17±6,52%**, quedando clasificado según el Código Alimentario Español (Anónimo, 1991) como queso **Graso**. Este valor difiere del establecido en la bibliografía para el queso de Cameros por el MAPA, quién en 1973 refiere un valor de 45%. Sin embargo, esta misma fuente da valores de 58% en ediciones posteriores (MAPA, 1990 y 1996), valor que concuerda con el obtenido en nuestro estudio.

En cuanto a los valores citados por otros autores para quesos frescos elaborados con leche de cabra, Marcos et al. (1985) citan valores de 48,2%. Barrios et al. (1996) dan valores de 44% en quesos frescos de cabra del sur peninsular. Juárez et al. (1991 y 1992 b), refieren valores de 50% para queso de Cádiz y 47% para queso de Málaga y Martín-Hernández et al. (1992) obtuvieron valores de 49,9% en queso fresco de leche de cabra. Favier y Dorsainvil (1987) obtienen valores de 50,2% en quesos frescos de cabra franceses.

I.4. 6. Fracciones nitrogenadas

El nitrógeno total alcanzó un contenido medio de **2,15±0,38%**, que referido sobre la base del extracto seco tuvo un rango de oscilación entre **3,97%** y **7,04%** siendo su valor medio de **5,07±0,77%**.

El contenido en proteína (NT x 6,38) sobre extracto seco osciló entre un mínimo de **22,50%** y un máximo de **44,92%** alcanzando un valor medio de **31,79±5,44%**, valor inferior al establecido por Marcos et al. (1985) de 38,4%, Martín-Hernández et al. (1992) obtuvieron valores de 35,86%. Juárez et al. (1991 y 1992 b) refieren valores de 39,6% para queso de Cádiz y 41,1% para queso de Málaga.

El nitrógeno no proteico presentó un rango de variación entre **0,02%** y **0,13%** alcanzando un valor medio de **0,05±0,03%**. El porcentaje de nitrógeno no proteico en relación con el nitrógeno total (NNP/NT) alcanzó un valor medio de **2,24±1,36%**, lo cual indica el bajo grado de proteolisis sufrido por estos quesos y concuerda con los encontrados por otros autores en quesos frescos de similares características (Juárez y Martín-Hernández (1989); Juárez et al. (1991 y 1992 b); Millán et al. (1990 y 1991); Park (1990).

El queso de Cameros se caracteriza como:

- Elaborado con leche de cabra.
- De coagulación enzimática.
- Fresco.
- Graso.

Composición química del queso de Cameros por cada 100 g de producto:

- Agua: 57,4±4,6
- Proteína: 31,7±5,4
- NNP/NT: 2,2±1,4
- MG/ES: 54,1±6,5
- pH: 6,3 ±0,1

Tabla RD.3. Parámetros obtenidos en el análisis fisicoquímico de dieciocho muestras de queso de Cameros

Muestra Nº	Elaborador	Mes de elaboración	pH	E.S. (%)	NaCl (%)	MG (%)	MG/ES (%)	NT (%)	NT/ES (%)	Proteína/ES (%)	NNP (%)	NNP/ES (%)	NNP/NT (%)
1	A	Abril	6.50	35.70	0.72	17.00	47.60	1.95	5.46	34.83	0.030	0.084	1.52
2		Abril	6.60	36.60	0.80	18.00	49.20	2.33	6.37	40.66	0.030	0.081	1.28
3		Julio	6.30	44.30	0.64	24.00	54.10	2.10	4.74	30.24	0.065	0.146	3.10
4		Julio	6.30	47.00	0.50	25.00	53.10	2.37	5.04	32.16	0.088	0.186	1.74
5		Julio	6.40	43.50	0.50	23.00	52.80	1.73	3.97	25.33	0.106	0.243	6.13
6	B	Julio	6.50	41.00	0.30	25.00	61.00	2.33	5.68	36.24	0.047	0.113	2.00
7		Julio	6.40	42.40	0.18	25.00	59.00	2.23	5.25	22.50	0.042	0.099	1.90
8		Julio	6.50	43.70	0.70	27.00	61.70	2.01	4.59	29.30	0.030	0.068	1.50
9	C	Abril	6.10	43.30	0.77	26.00	60.00	2.24	5.17	33.00	0.036	0.082	1.59
10		Abril	6.50	48.60	0.82	23.00	47.30	2.18	4.48	28.58	0.024	0.049	1.09
11		Julio	6.20	50.00	0.84	25.00	50.00	2.24	4.48	28.58	0.076	0.152	3.40
12		Julio	6.20	45.70	1.13	25.00	54.70	2.64	5.77	36.81	0.135	0.294	5.10
13		Julio	6.40	46.40	0.97	25.00	53.80	3.27	7.04	44.92	0.056	0.119	1.70
14	D	Abril	6.20	37.20	0.82	23.00	61.80	1.76	4.73	30.18	0.024	0.064	1.36
15		Abril	6.40	40.00	0.86	25.00	62.00	2.01	5.02	32.03	0.030	0.075	1.48
16		Julio	6.40	47.30	1.04	20.00	42.20	1.96	4.14	26.40	0.033	0.071	1.70
17		Julio	6.10	34.50	1.25	15.00	43.50	1.57	4.55	29.00	0.030	0.086	1.90
18		Julio	6.40	37.60	1.33	23.00	61.20	1.86	4.94	31.52	0.035	0.092	1.87
MEDIA			6.35	42.50	0.78	23.00	54.17	2.15	5.07	31.79	0.051	0.117	2.24
S.D.			0.14	4.69	0.30	3.32	6.52	0.38	0.77	5.44	0.031	0.066	1.36

I.4.7. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración sobre los parámetros fisicoquímicos

Para estudiar la influencia de la temperatura ambiental existente durante el proceso de elaboración sobre los parámetros fisicoquímicos, se compararon los datos obtenidos en los quesos elaborados en primavera frente a los quesos elaborados en verano, detectándose diferencias significativas en todos los valores relacionados con el parámetro NNP, Tabla RD.4. Así, para NNP ($p<0,01$), nitrógeno no proteico referido al extracto seco (NNP/ES), ($p<0,01$) y nitrógeno no proteico referido al nitrógeno total (NNP/NT) ($p<0,05$). Estos parámetros han sido relacionados con el grado de proteolisis existente en el queso (Martín-Hernández et al., 1992), lo que puede ser explicado por diferencias en la presencia de microorganismos responsables de la proteolisis en función de la temperatura ambiental (ver apartado I.5.).

Tabla RD.4. Comparación de los resultados obtenidos en aquellos parámetros físicoquímicos para los que se detectan diferencias significativas entre las distintas épocas de elaboración

ÉPOCA	PARÁMETROS		
	NNP (%)	NNP/ES (%)	NNP/NT(%)
Abril	0,028	0,07	1,38
Julio	0,06	0,13	2,67
Nivel de significación	0,01	0,01	0,05

Al comparar los resultados de los análisis fisicoquímicos efectuados en función del lugar de elaboración de los distintos quesos, se comprobó que existen diferencias significativas en el contenido en NaCl ($p<0,001$) de las muestras de queso fresco objeto de este estudio. Este resultado es un reflejo de los distintos procedimientos de salado utilizados por los elaboradores de queso de Cameros. Las queserías A (0,632±0,08%[ac]) y D

(1,060±0,08%[b]) aplican la sal espolvoreándola sobre toda la superficie del queso una vez que los quesos han sido desmoldados. La quesería B (0,393±0,11%[a]) realizan el salado por inmersión de los quesos en salmuera al 14% durante 12 horas. Finalmente la quesería C (0,906±0,08%[bc]) realiza un salado temprano en la propia cuba quesera.

También se encontraron diferencias ligeramente significativas ($p<0,05$) en el contenido de nitrógeno total entre las queserías, C y D, si bien esta diferencia perdió su significado al expresar el contenido de NT sobre ES.

Tabla RD.5. Comparación de los resultados obtenidos en aquellos parámetros fisicoquímicos para los que se detectaron diferencias significativas entre las diferentes queserías

PARÁMETRO	**QUESERÍA**			
	A	B	C	D
Cloruro sódico	0,632[ac]	0,393[a]	0,906[bc]	1,06[b]

I.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN QUESO FRESCO

I.5.1. Resultados obtenidos

Como vimos en el apartado anterior, el queso de Cameros presenta un valor pH relativamente alto de 6,35±0,14, y un elevado contenido en agua del 57,50%, por lo tanto, este queso resulta un medio idóneo para la proliferación de microorganismos patógenos y bacterias indeseables. Por otro lado, la ausencia de maduración de este queso implica la pasteurización de la leche con la que es elaborado por lo que la contaminación microbiana que pudiera aparecer en el producto final, y que determina su vida útil comercial, no procede de la leche de partida sino de contaminaciones durante o tras la elaboración.

La Tabla RD.6 recoge los resultados obtenidos en el análisis microbiológico efectuado en las dieciocho muestras de queso de Cameros, indicando la quesería y el mes de elaboración.

A excepción de cuatro muestras, el número de **Enterobacterias** totales está por debajo del nivel límite microbiológico (m = 1.000) señalado para quesos frescos y quesos blancos pasteurizados (Anónimo, 1985). Sin embargo, Los criterios microbiológicos vigentes aplicables a productos lácteos y a la leche de consumo (Anónimo, 1994), no marcan niveles para estos microorganismos, aunque sí para coliformes en queso de pasta blanda, a base de leche tratada térmicamente, de modo que tan sólo una muestra (muestra número 3) rebasaría el nivel límite de aceptabilidad (M = 100.000).

Todas las muestras analizadas presentaron recuentos de **Coliformes fecales** por debajo del nivel límite microbiológico (m = 100), (Anónimo, 1985 y Anónimo, 1994). Diez de las dieciocho muestras analizadas presentaron recuentos de *Staphylococcus aureus* superiores al nivel límite microbiológico (m = 100) señalado para quesos frescos y queso blanco pasteurizado (Anónimo, 1985), y de ellas, siete superaron el nivel de aceptabilidad legal (M = 1.000). En una de las muestras se detectó la presencia de *Listeria monocytogenes*; mientras que *Salmonella* no fue detectada en ninguna de las muestras analizadas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que los grupos predominantes en el queso de Cameros son aerobios mesófilos y psicrófilos. La Norma de Calidad de quesos frescos no hace referencia a recuentos de aerobios mesófilos y psicrófilos (Anónimo, 1985), pero los recuentos encontrados son inferiores a los referidos en la bibliografía consultada (Chavarri et al., 1985; Sendra et al., 1994).

Entre los grupos de microorganismos indicadores, los niveles de Enterobacterias totales son inferiores a los referidos por Chavarri et al. (1985) para queso de Burgos y Villalón; pero muy superiores a los encontrados por Córdoba et al. (1994) para quesos frescos andaluces. A excepción de una muestra, (5% del total), perteneciente al mes de julio, el número de Enterobacterias totales detectado está por debajo del nivel límite de aceptabilidad legal (Anónimo, 1985 y 1994).

Los recuentos encontrados para *Staphylococcus aureus* fueron inferiores a los encontrados por Chavarri et al. (1985). Siete de las dieciocho muestras analizadas (39% del total), presentaron recuentos de *St. aureus* superiores a los niveles límites de aceptabilidad legalmente establecidos (Anónimo, 1985 y 1994).

Por lo tanto, atendiendo a los criterios microbiológicos aplicables a los quesos frescos y blancos pasteurizados (Anónimo, 1985) y a productos lácteos y leche de consumo, (Anónimo, 1994) siete de las dieciocho muestras analizadas (39%) deberían considerarse no aptas para el consumo, una de estas muestras correspondía al mes de abril, y las seis restantes al mes de julio.

Los niveles de mohos y levaduras detectados en las diez muestras de queso de Cameros son similares a los encontrados por otros autores en la bibliografía consultada (Chavarri et al., 1985; Sendra et al., 1994), aunque los niveles detectados en el mes de julio son muy superiores a los recuentos correspondientes a las muestras del mes de abril.

Es de destacar que en una de las dieciocho muestras de queso analizadas se detectó la presencia de *Listeria monocytogenes*, lo que representa un 5,5% del total. Dicha muestra correspondió a la elaboración del mes de julio. Este valor fue algo inferior al encontrado por Margolles et al. (1996) en quesos de Asturias, Mas y González-Crespo (1993) en queso de

los Ibores y Ubach et al. (1991) en quesos frescos y fue similar al referido por Rota et al. (1992) para quesos frescos.

Cuando se consideraron los datos en función de la quesería, se observó que de las cinco muestras pertenecientes a la quesería A, una de ellas (20%), perteneciente al mes de julio, superaba el nivel límite de aceptabilidad (M) para Enterobacterias, *Staphylococcus aureus* y coliformes fecales. Dos de las tres muestras tomadas de la quesería B (67%) presentaron valores superiores al nivel límite de aceptabilidad (M) para *Staphylococcus aureus*, y en una de esas muestras se detectó la presencia de *Listeria monocytogenes.* La quesería C fue la que presentó mayor porcentaje de muestras contaminadas, cuatro de las cinco muestras analizadas (80%), presentaron recuentos superiores al nivel límite de aceptabilidad (M) para *Staphylococcus aureus* y para coliformes fecales. Por el contrario, la calidad microbiológica de las muestras de queso procedentes de la quesería D fue excelente, puesto que ninguna de las muestras analizadas presentó recuentos microbiológicos superiores al nivel límite microbiológico (m) en ninguno de los grupos indicadores de contaminación.

Aunque con baja frecuencia, desde el punto de vista epidemiológico, se han descrito toxiinfecciones alimentarias asociadas al consumo de queso, como se recoge en las revisiones efectuadas por Zottola y Smith (1991). Estas toxiinfecciones están relacionadas con la presencia en queso de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, enteropatogénico y *Staphylococccus aureus* (Zottola y Smith, 1991).

La leche y los productos lácteos, como el queso fresco pasteurizado, son la principal causa de los brotes de listeriosis de transmisión alimentaria (Farber et al., 1987; McLauchlin et al., 1987). Debido al carácter psicrotrofo de esta bacteria (Mossel, 1989), el riesgo de listeriosis se ve acrecentado en aquellos alimentos que no van a sufrir ningún tratamiento térmico previo a su consumo y que, por su naturaleza, se conservan refrigerados durante un tiempo determinado (Ubach et al., 1991), como es el caso del queso de Cameros.

La leche pasteurizada, aunque en un principio pudiera parecer libre de estos microorganismos, es también un posible vehículo transmisor de *Listeria* por las posibles contaminaciones postpasteurización que pueda sufrir (Fernández Garayzábal et al., 1986;

Fleming, et al., 1985) y el queso es un producto lácteo que presenta este tipo de bacterias con elevada frecuencia (Doyle et al., 1987; Massó et al., 1990).

La mayoría de los autores están de acuerdo en que puede existir una contaminación postpasteurización de la leche que puede proceder de distintas fuentes (Rota et al., 1992), en tal caso un sistema de control basado en el seguimiento del producto terminado no es el adecuado (García, 1993), es necesario aplicar un control preventivo basado en asegurar la protección del producto terminado asegurando las buenas prácticas de fabricación (BPF) en las distintas operaciones del proceso de elaboración y la limpieza y desinfección rigurosa de las instalaciones, equipos y utensilios (ICMFS, 1991).

Tabla RD.6. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico de dieciocho muestras de queso de Cameros (log ufc/g). El símbolo (*) indica los valores superiores a los establecidos en la actual legislación

Muestra Nº	**Elaborador**	**Mes de Elaboración**	**Mesófilos**	**Psicrófilos**	Enterobacteriaceae	*Coliformes fecales*	S. aureus	Salmonella sp.	Listeria spp.	**Mohos y Levaduras**
1	A	Abril	4.0	<1	<1	<0.47	<2	N.D.	N.D.	<2
2		Abril	5.1	4.3	2.0	<0.47	2.6*	N.D.	N.D.	5.0
3		Julio	7.3	7.0	5.1*	0.60	4.0*	N.D.	N.D.	5.0
4		Julio	6.9	6.3	2.9	<0.47	2.3*	N.D.	N.D.	3.8
5		Julio	5.6	<1	3.3	<0.47	<2	N.D.	N.D.	2.8
6	B	Julio	6.7	6.0	3.1	<0.47	3.6*	N.D.	Presencia/25g	3.1
7		Julio	7.0	6.9	1.7	<0.47	3.0*	N.D.	N.D.	3.6
8		Julio	4.3	<1	2.4	<0.47	2.3*	N.D.	N.D.	2.4
9	C	Abril	4.0	4.0	2.5	<0.47	4.0*	N.D.	N.D.	2.5
10		Abril	5.0	<1	<1	<0.47	<2	N.D.	N.D.	2.1
11		Julio	7.1	6.0	3.2	<0.47	4.2*	N.D.	N.D.	5.0
12		Julio	4.5	<1	1.8	<0.47	3.6*	N.D.	N.D.	3.5
13		Julio	4.7	4.5	1.9	0.60	3.5*	N.D.	N.D.	3.1
14	D	Abril	4.0	<1	<1	<0.47	<2	N.D.	N.D.	<2
15		Abril	3.8	<1	<1	<0.47	<2	N.D.	N.D.	<2
16		Julio	4.3	<1	2.3	<0.47	<2	N.D.	N.D.	2.1
17		Julio	8.0	7.1	2.8	<0.47	<2	N.D.	N.D.	2.6
18		Julio	6.6	5.9	2.2	<0.47	<2	N.D.	N.D.	4.4

N.D. = No Detectado

I.5.2. Influencia de la temperatura y el lugar de elaboración en los parámetros microbiológicos

Para establecer la influencia de la temperatura ambiental sobre los recuentos microbiológicos, se compararon los resultados obtenidos en función del mes de elaboración de los quesos analizados, observándose diferencias significativas para algunos de los grupos microbianos estudiados Tabla RD.7. Los mayores niveles de significación correspondieron al grupo de Enterobacterias ($p<0,01$).

Teniendo en cuenta que gran parte de los microorganismos pertenecientes a este grupo tienen una elevada actividad proteolítica, este resultado explica las diferencias encontradas en los análisis fisicoquímicos para el contenido en NNP entre quesos elaborados en abril y julio.

También se encontraron diferencias significativas, aunque en menor nivel, en los recuentos de microorganismos psicrófilos ($p<0,05$), aerobios mesófilos ($p<0,07$) y mohos y levaduras ($p<0,08$).

Tabla RD.7. Comparación de los recuentos de microorganismos para los que existen diferencias significativas entre las distintas épocas de elaboración (log ufc/g)

ÉPOCA	MICROORGANISMOS			
	Enterobacterias	Psicrófilos	Mesófilos	Mohos y levaduras
Abril	0,75	1,38	2,83	1,59
Julio	2,72	4,13	5,25	3,43
Nivel de significación	0,01	0,05	0,07	0,08

Cuando se comparan los datos obtenidos en los análisis microbiológicos efectuados en función del lugar de elaboración de los quesos analizados, únicamente se encuentran diferencias significativas para *Staphylococcus aureus* ($p<0,05$) entre las queserías B, C y D, Tabla RD.8. *Staphylococcus aureus* es un organismo contaminante habitual de la industría láctea, que está presente en la leche cruda, en los equipos y material de elaboración y en el personal manipulador. Es un organismo tolerante a la sal y es capaz de crecer bajo un amplio rango de condiciones. Cuando los niveles de acidez son bajos, *Staphyloccocci* son capaces de desarrollarse y producir enterotoxinas (Bergdoll, 1989; Gilmour y Harvey, 1990).

Tabla RD.8. Comparación de los recuentos de *Staphylococcus aureus* en cada una de las queserías (log ufc/g)

	QUESERÍA			
	A	B	C	D
Staphylococcus aureus	$1,77^{ab}$	$2,95^{b}$	$3,05^{b}$	$0,00^{a}$

Tales condiciones se dan en el queso de Cameros, al ser un queso fresco con un elevado contenido en humedad y un pH relativamente alto, constituye un medio idóneo para el crecimiento de microorganismos patógenos, sobre todo cuando se realizan prácticas de elaboración poco correctas y/o existe una falta de higiene en la manipulación del producto final y en las condiciones de conservación.

Todo ello explicaría las diferencias significativas encontradas en los recuentos de *Staphylococcus aureus* en función del lugar de elaboración de los quesos analizados. No todas las queserías presentan las mismas prácticas higiénico-sanitarias ni los mismos procedimientos en la manipulación del producto final.

Como ya se ha dicho, el queso de Cameros se elabora con leche de cabra pasteurizada, es de suponer que una buena parte de la flora total encontrada en las muestras analizadas, sobre todo bacterias aerobias mesófilas y psicrófilas, corresponde a microorganismos que son contaminantes habituales en las industrias lácteas (Marshall, 1993), o bien proceden de contaminaciones postpasteurización debido a malas prácticas higiénico-sanitarias del personal elaborador de este producto como es el caso de *Staphylococcus aureus* y los mohos y levaduras (Zottola y Smith, 1991) y/o a inadecuadas condiciones de almacenamiento (Chavarri et al., 1985).

Así, la influencia de la temperatura y la alta presencia de microorganismos de procedencia humana y ambiental, apoyan la hipótesis de que la contaminación microbiana se produce durante la elaboración y manipulación del producto final (ICMSF, 1991).

I.6. DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN SUPERFICIES Y EQUIPOS DE UNA INDUSTRIA ELABORADORA DE QUESO DE CAMEROS.

Ante los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de las muestras de queso de Cameros suministradas por una de las queserías colaboradoras en este estudio, se planteó la posibilidad de detectar la fuente de los microorganismos que aparecían en el producto final.

La instalación estudiada responde a una pequeña industria situada en la planta baja del domicilio familiar. La empresa cuenta con dos trabajadores fijos, si bien la principal persona responsable de la elaboración atiende a su vez a las labores domésticas. Esta industria recoge la leche de cabra de los rebaños de la zona, siendo su volumen de producción muy variable según la época del año, desde 1000 litros diarios en los meses de junio y julio hasta detener su actividad en determinadas semanas de invierno por falta de materia prima.

La elaboración comienza a las seis de la mañana y finaliza cuando se han procesado la totalidad de la leche almacenada para ese día, lo cual puede variar en función de la época del año. La limpieza de las instalaciones tiene lugar, normalmente, inmediatamente después de finalizada la elaboración.

La Tabla RD.9 recoge los datos correspondientes a los recuentos de mesófilos, Enterobacterias y *Staphylococcus aureus* efectuados antes y después de realizar la limpieza en distintos lugares del local de elaboración y en el instrumental empleado. Los valores corresponden a la media aritmética de las dos determinaciones efectuadas.

Cuando se observaron los resultados obtenidos en el análisis microbiológico del instrumental empleado en la elaboración del queso de Cameros, se comprobó que los mayores recuentos correspondieron a los moldes y a la jeringa de dosificación de cuajo y $CaCl_2$.

Los moldes presentaron unos recuentos muy elevados antes de la limpieza encontrándose recuentos superiores a 4 log ufc/cm^2. Esto pudiera ser debido a que después de producirse la operación de desmoldado quedan restos de queso adheridos a su superficie, lo cual constituye un foco de contaminación, y favorece el desarrollo microbiano. Además, la limpieza no se realiza de forma inmediata, sino que son apilados y almacenados hasta que se lavan todos juntos al final de la elaboración. Después de la limpieza, los recuentos son muy inferiores, aunque siguen alcanzándose valores apreciables de aerobios mesófilos (2,99 log ufc/g). Los microorganismos presentes en los moldes pasan a contaminar los quesos que se elaboran al día siguiente, constituyendo así un punto importante de contaminación.

Los elevados recuentos presentes en la jeringa se derivan de su modo de utilización, ya que la dosis de cuajo y $CaCl_2$ a añadir a la cuba quesera se diluye con una determinada cantidad de leche. En la jeringa quedan restos de leche que constituyen un foco de proliferación de microorganismos y, si no es adecuadamente lavada, tras la limpieza quedan niveles apreciables de microorganismos como demuestra la cifra encontrada para el recuento de Enterobacterias (2,69 log ufc/cm^2).

Al observar los resultados obtenidos en el análisis microbiológico efectuado en superficies y equipos, resulta destacable el alto nivel de contaminación presente en determinadas zonas de la sala de elaboración, como son el suelo, las superficies de la cámara de refrigeración y la mesa de desuerado y manipulación, ésta última presentó recuentos muy elevados incluso después de haberse efectuado la limpieza.

Esta mesa es la zona donde se efectúa el llenado de los moldes, el desuerado y el desmoldado, y por tanto está en contacto directo con el producto acabado. Los microorganismos que permanecen en esta superficie después de la limpieza, seguirán proliferando durante la noche hasta la elaboración del día siguiente, incrementando por tanto su carga microbiana.

La contaminación presente en la cámara de refrigeración presenta especial importancia puesto que es la zona donde se almacena el producto final, de quince a dieciocho horas aproximadamente, antes de ser expedido hacia los centros de distribución. Además la cámara de refrigeración sólo se limpia una vez por semana.

Estos resultados ponen de manifiesto las deficientes condiciones higiénicas reinantes en esta industria y la ineficacia del sistema de limpieza y desinfección empleado, basado en el uso de detergentes y solución de hipoclorito sódico como desinfectante. Esta falta de higiene en las instalaciones, equipos e instrumental queda reflejado en los altos niveles de contaminación microbiana detectados en las muestras de queso fresco de Cameros procedentes de esta quesería, concretamente se trata de la industria en cuyos quesos se detectó la presencia de *Listeria spp*., uno de los microorganismos responsables de gran número de toxiinfecciones alimentarias.

Puesto que las muestras de leche pasteurizada, con la que se habían elaborado los quesos analizados, presentaron un resultado negativo cuando se sometieron a la prueba de la fosfatasa, se supuso que los recuentos microbiológicos detectados en el producto final se debían una contaminación postpasteurización.

En el caso estudiado se recomendó la aplicación de una estrategia de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARICPC) para resolver el problema de contaminación postpasteurización detectado en esta quesería (F.I.A.B., 1992).

En primer lugar se llevó a cabo la identificación de los riesgos de contaminación microbiológica que se pueden presentar en la elaboración de queso fresco:

- Contaminación con microorganismos patógenos.
- Contaminaciones cruzadas.
- Contaminación ambiental en el área de elaboración.
- Contaminación en equipos e instalaciones deficientemente mantenidos.
- Contaminación por los manipuladores en el proceso de elaboración.

Posteriormente se identificaron las etapas, fases u operaciones del proceso de elaboración en los que se podían presentar los riesgos anteriormente señalados:

- Adición de cuajo y cloruro de calcio.
- Cortado de la cuajada.
- Moldeo.
- Desuerado.
- Desmoldeo.

- Salado en salmuera.
- Envasado.
- Almacenamiento.

También se establecieron las medidas preventivas aplicables para minimizar el riesgo de contaminación microbiana:

- Aplicar prácticas higiénicas y de manipulación adecuadas por parte del personal que interviene en la elaboración.

- Realizar una limpieza y desinfección intensas y frecuentes (antes y después de su utilización) en las superficies, equipos e instrumental empleados en la elaboración, disminuyendo al máximo el tiempo transcurrido entre la utilización de un determinado utensilio o equipo y su limpieza.

- Controlar que la concentración de la dilución de hipoclorito empleada sea de 50 ppm para la desinfección de equipos e instrumental y de 100 ppm para la desinfección de suelos y paredes (García, 1989) y renovar la dilución de hipoclorito en cada limpieza. El uso de estos tratamientos deberá continuarse con un aclarado intenso para evitar la aparición de sabores y olores extraños.

-Renovar con frecuencia la salmuera empleada en el salado del queso, ya que el envejecimiento puede provocar sabores y aromas indeseables en el queso y también puede ser un importante foco de contaminación microbiana..

- La temperatura de la cámara de refrigeración donde se almacena el producto final no ha de exceder de 8 ºC. La cámara ha de presentar una higiene correcta, las paredes, suelos y los techos han de estar cubiertos con productos desinfectantes y fungicidas adecuados.

- Aplicar un sistema de limpieza y desinfección general con una frecuencia semanal, para profundizar e intensificar la limpieza en zonas que diariamente se limpian de forma somera.

También se recomendó aplicar métodos de vigilancia visual y mediante la medición de temperaturas y tiempos de pasteurización, así como el control de la temperatura en la cámara de refrigeración, para disminuir los riesgos de contaminación microbiana.

Con objeto de verificar el funcionamiento y la eficacia las medidas preventivas adoptadas para evitar la contaminación de los quesos, es conveniente que se realicen controles microbiológicos periódicos de la leche pasteurizada, del producto final y de los equipos e instrumental empleados en la elaboración.

En caso de que se detectasen nuevamente contaminaciones microbiológicas en el producto final sería conveniente aplicar medidas correctoras y cambiar el programa de limpieza y desinfección utilizado en los siguientes aspectos:

- Aumentar la concentración de hipoclorito empleada.
- Cambiar el producto desinfectante utilizado actualmente por otro de mayor eficacia.
- Aumentar la intensidad y frecuencia de la limpieza aplicada.

El potencial riesgo para el consumidor que supone la presencia de los focos de contaminación detectados, requiere por parte de los elaboradores un mayor esfuerzo en su control y erradicación (Mortimore y Wallace, 1994). Una limpieza y desinfección completa de los equipos forma parte esencial de las operaciones efectuadas en la industria láctea. Malas prácticas de higiene pueden acarrear serias consecuencias, ya que el queso fresco es un perfecto medio de cultivo para la rápida proliferación de microorganismos (Alfa-Laval, 1990).

Las buenas prácticas sanitarias en la elaboración de productos lácteos consiguen minimizar la contaminación del producto final por parte de los equipos, superficies de trabajo, y utensilios empleados. La contaminación con microorganismos patógenos después de la pasteurización de la leche tiene una incidencia directa sobre la salud del consumidor. Además la contaminación con microorganismos psicrotrofos repercute en la vida útil de los productos lácteos refrigerados. (Hickey et al., 1993).

Tabla RD.9. Recuento de microorganismos Mesófilos, Enterobacterias y *S. aureus* (log ufc/cm^2) en superficies y utensilios de una industria elaboradora de queso de Cameros

	MESOFILOS		**ENTEROBACTERIAS**		***S. aureus***	
	Antes limpieza	Después limpieza	Antes limpieza	Después limpieza	Antes limpieza	Después limpieza
SUELO	>4	N.E.	>4	N.E.	>4	N.E.
PARED	2,90	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
MESA	N.E.	>4	N.E.	>4	N.E.	2,13
CUBA	>4	3,07	>4	1,30	2,07	N.D.
CÁMARA	2,95	N.E.	>4	N.E.	0,77	N.E.
CAZO	2,66	1,34	1,68	0,77	11,07	0,60
LIRAS	1,07	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
MOLDES	>4	2,99	>4	2,08	2,91	1,94
COLADOR	3,01	1,89	1,83	0,60	1,88	0,90
JERINGA	>4	N.E.	3,26	2,69	0,60	N.D.

N.E. = No ensayado.

N.D. = No detectado. (niveles por debajo de los límites de detección de la técnica utilizada).

I.7. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL QUESO DE CAMEROS

Tras varias reuniones y sesiones de cata comentadas entre los panelistas seleccionados, se elaboró una descripción sensorial del queso de Cameros que sirviese de referencia a la hora de su valoración organoléptica. En ella se describen las características sensoriales particulares y propias de este queso, tales como, el aspecto externo, su forma, consistencia, aspecto al corte, olor, sabor y textura (Tabla RD.11). Para su elaboración se partió de una amplia lista de términos descriptivos que se redujo teniendo en cuenta su capacidad discriminatoria y facilidad de comprensión y aplicación. En este aspecto se comprobó la idoneidad de productos no lácteos como referencias para valorar los atributos seleccionados (Norma UNE, 1986; Norma AFNOR, 1990). Dichas referencias, utilizadas en el análisis de la textura facilitaron la emisión de juicios reproducibles. Así, los atributos de textura seleccionados fueron: elasticidad, firmeza, granulosidad, friabilidad y consistencia, en los que fue relativamente fácil establecer un acuerdo respecto a la escala de intensidad.

Basándose en esta descripción sensorial, se diseñó una ficha de cata (Tabla RD.12) en la que cada uno de los términos descriptivos considerados se puntúa del 1 al 7, según las indicaciones dadas en la definición sensorial. Puede observarse que para la mayoría de los parámetros evaluados la situación óptima se corresponde con el valor 7, mientras que en la valoración del color la situación óptima corresponde a una puntuación de 3, en la presencia de fisuras la situación óptima se corresponde con un 1, para los descriptores de firmeza, granulosidad y friabilidad la situación óptima se corresponde con una puntuación de 4 y la para la consistencia la situación óptima corresponde con una puntuación de 6.

A la hora de calcular la puntuación alcanzada por una muestra de queso, para aquellos parámetros en los que la situación óptima no corresponde con el valor 7 (color, fisuras, firmeza, granulosidad, friabilidad y consistencia) se aplicó la siguiente tabla de correspondencia.

Tabla RD.10. Correcciones aplicadas durante la puntuación del queso de Cameros para aquellos parámetros cuya situación óptima no se corresponde con el valor 7 de la escala de medición utilizada

PARÁMETRO	PUNTUACIÓN OTORGADA POR EL CATADOR	PUNTUACIÓN FINAL
Color	3	7
	1-2	5
	4-5	3
	6-7	1
Fisuras	1	7
Olor	2-3	5
	4-5	3
	6-7	1
Firmeza	4	7
Granulosidad	3-5	5
Friabilidad	2-6	3
	1-7	1
Consistencia	6	7
	5-7	5
	4-3	3
	2-1	1

Con todo ello, no todos los parámetros analizados tienen la misma importancia o influencia en la evaluación sensorial del queso de Cameros. La nota obtenida en la valoración del aspecto externo, sabor y textura suponen el 30% de la puntuación total respectivamente, mientras que el olor representa solamente el 10%. Por este motivo, para obtener la valoración final de cada una de las muestras evaluadas, la puntuación otorgada por el catador para el olor se multiplicó por 1,5 y la puntuación otorgada por el catador para

el gusto se multiplicó por 2,5. De este modo, la puntuación máxima que puede alcanzar un queso óptimo en todos los parámetros evaluados es de 115,5.

El método planteado permite, a un panel de catadores entrenado que conozca el queso de Cameros, una valoración rápida para su control de calidad organoléptica. En un futuro será conveniente realizar los descriptores del olor, del aroma y del sabor. De esta manera se podrá definir con mayor exactitud lo que se puede entender por sabor y olor característicos.

Tabla RD.11. Definición sensorial del queso de Cameros

Atributo	Definición	Situación óptima	P.O. (*)
ASPECTO EXTERNO			
Superficie		Ausencia de corteza	
Dibujo	Marcas presentes en la superficie del queso	Superficie grabada con un dibujo similar a las Cillas. Marcas profundas en cara superior, atenuándose hacia la base y ausentes en cara inferior.	7
Color	Sensación visual que varía del blanco al verde	Color homogéneo. Blanco o ligeramente marfil. Superficie brillante.	3
Fisuras	Percepción visual de grietas	Inexistentes o escasas.	1
Forma	Configuración externa del queso	Forma cilíndrica. Cara superior plana o ligeramente hundida. Paredes convexas.	7
Aspecto al corte	Todos aquellos atributos que se perciben cuando la hoja de un cuchillo corta la pieza de queso.	Color homogéneo. Superficie lisa. Grietas inexistentes o escasas.	7
OLOR	Atributo perceptible por el órgano olfatorio.	Poco intenso. Débil olor a suero.	7
GUSTO			
Típico	Sensación oral comparable al sabor tradicional.	Refrescante. Poco intenso. Débilmente ácido. Suave sabor a leche de cabra.	7
Distribución de sal	Sensación oral producida por la distribución de sal dentro del queso.	Mayor sabor salado en la parte externa.	7
TEXTURA			
Elasticidad	Atributo de una muestra de queso relacionado con la rapidez para recobrar el espesor después de ser sometida a una fuerza deformadora.	Moderada.	7
Firmeza	Atributo relacionado con la fuerza requerida para provocar la deformación de una muestra de queso.	Moderada.	4
Granulosidad	Atributo relacionado con la percepción del tamaño y forma de partículas dentro de la muestra de queso.	Moderada.	4
Friabilidad	Atributo relacionado con la fuerza necesaria para romper una muestra de queso en fragmentos.	Moderada	4
Consistencia	Atributo detectado por los receptores táctiles durante la manipulación del queso.	Resistente a la manipulación.	6

P.O. (*) = Puntuación óptima

Tabla RD.12. Ficha de cata para la evaluación sensorial del queso de Cameros

ASPECTO EXTERNO							
Superficie							
Dibujo	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Inexistente			Débil			Fuerte
Color	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Blanco			Amarillento			Verdoso
Fisuras	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Inexistentes						Numerosas
Forma (*)	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
Aspecto al corte (*)	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
OLOR							
Típico (*)	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
GUSTO							
Típico (*)	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
Distribución de sal	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Homogéneo						Desigual
TEXTURA							
Elasticidad	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Ausencia			Moderada			Alta
Firmeza	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Ausencia			Moderada			Alta
Granulosidad	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Ausencia			Moderada			Alta
Friabilidad	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Ausencia			Moderada			Alta
Consistencia	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
	Débil						Fuerte

(*) De acuerdo con la definición.

II. RESULTADOS EN QUESO DE 60 DÍAS DE MADURACIÓN

Se elaboraron en planta piloto cinco lotes por duplicado de queso de 60 días de maduración bajo diferentes condiciones:

- LOTE C: Elaborado con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores.
- LOTE CA: Elaborado con leche cruda más adición de cultivo iniciador A.
- LOTE PA: Elaborado con leche pasteurizada con adición de cultivo iniciador A.
- LOTE CB: Elaborado con leche cruda más adición de cultivo iniciador B.
- LOTE PB: Elaborado con leche pasteurizada más adición de cultivo iniciador B.

Se denomina cultivo iniciador A al cultivo liofilizado ARTESANAL 2D de la marca comercial RHONE-POULENC el cual, según las especificaciones de la empresa suministradora, se compone de los siguiente microorganismos:

- *Lactococcus lactis subsp. lactis*
- *Lactococcus lactis subsp. cremoris*
- *Lactococcus lactis subsp. lactis* biovar *diacetylactis* (<15%)
- *Streptococcus thermophilus* (<5%).

El número de microorganismos viables por unidad de producto adicionado, y siempre según la información proporcionada por la empresa suministradora, sería aproximadamente de 10^{10} ufc/g.

Se denomina cultivo iniciador B al cultivo liofilizado HANSEN DVS O R-703 que, según las especificaciones de la empresa suministradora, se compone en proporción 1:1 de los siguientes microorganismos:

- *Lactococcus lactis subsp. lactis*
- *Lactococcus lactis subsp. cremoris*

La descripción detallada del procedimiento de elaboración de los distintos lotes de queso se especifica en el capítulo de Material y Métodos (apartado II.1, Materias primas).

II.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Las Tablas RD.13, RD.14, RD.15, RD.16, y RD.17 presentan las medías y desviaciones típicas de los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos efectuados en los cinco lotes de queso de 60 días de maduración.

II.1.1. pH.

La evolución del pH durante la maduración viene determinada por la actividad metabólica de los microorganismos que se desarrollen (en especial el grupo de las bacterias lácticas) y por el alto poder tampón del queso (Lucey et al., 1993; Fresno et al., 1996).

Estudiando los valores iniciales y finales del pH, puede observarse que el comportamiento del pH a lo largo de la maduración fue muy similar en los cinco lotes de quesos elaborados. Así, partiendo de unos valores de pH que oscilaban entre un mínimo de **6,72±0,08** para el lote CB y un máximo de **6,81±0,06** en el lote CA, se alcanzó un valor final de que osciló desde un mínimo de **4,70±0,07** en el lote C hasta un máximo de **4,98±0,07** en el lote PA.

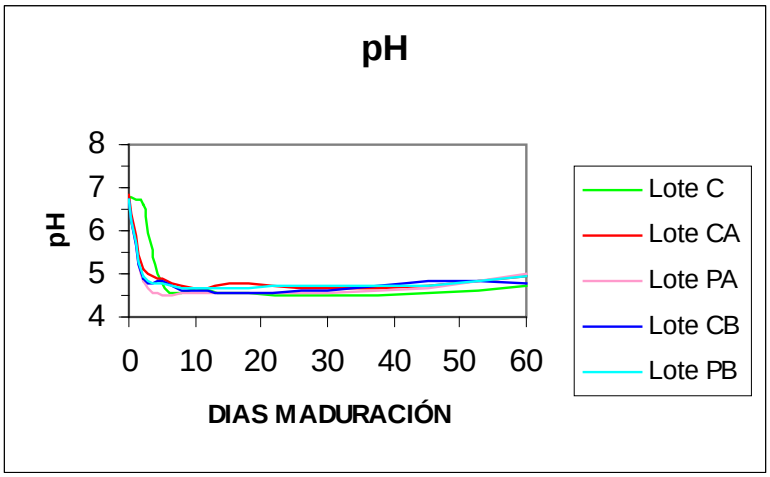


Figura RD.4. Evolución del pH durante los 60 días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados

Esta disminución en los valores de pH se debe principalmente al metabolismo de las bacterias lácticas, las cuales al utilizar los hidratos de carbono provocan la acumulación de ácido láctico. Sin embargo, debe observarse que los valores finales de pH no corresponden a los valores mínimos (que se alcanzan en torno a las dos primeras semanas de maduración). A partir de los 15 días se produce una cierta recuperación del pH debido fundamentalmente a la utilización del ácido láctico por parte de mohos y levaduras (Poullet et al., 1991; Tornadijo et al., 1995).

Las mayores diferencias en la evolución del pH se observan durante los 5-8 primeros días de maduración, tiempo que tarda el lote C en alcanzar valores de pH cercanos a los alcanzados por el resto de los lotes a los 2 días. Así, es en el lote C en el que el descenso del pH se produjo de un modo más gradual, teniendo que pasar 8 días para que el pH disminuyera hasta valores de 4,56±0,10. Este descenso en el valor de pH estuvo ralentizado debido a que no se inocularon cultivos iniciadores en la leche de partida y contrasta con el brusco descenso que experimenta el valor del pH en el resto de los lotes en los que sí se produjo adición de cultivos iniciadores.

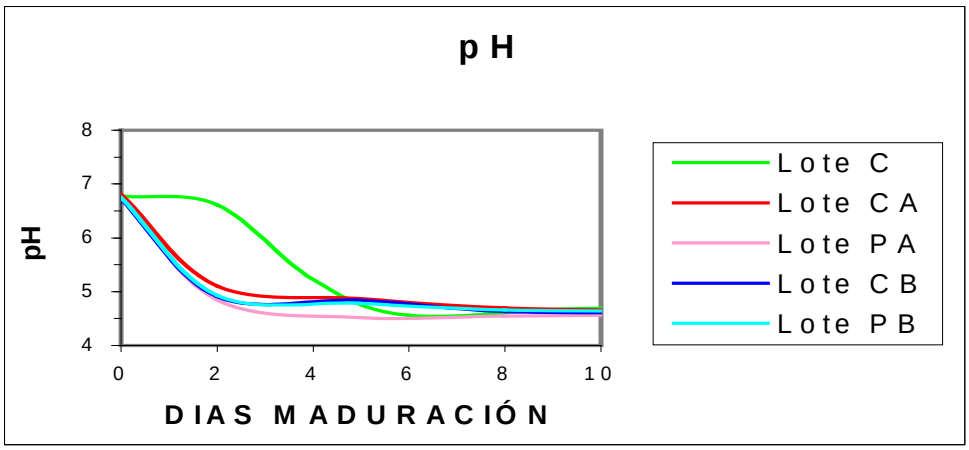


Figura RD.5. Evolución del pH durante los primeros diez días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados

Este comportamiento del pH fue similar al observado por otros autores en quesos de cabra durante su proceso de maduración. Fontecha et al. (1990), estudiaron el proceso de maduración del queso Majorero, y observaron un descenso del pH desde un valor inicial en la leche de partida de 6,72 hasta un valor de 5,51 a los 60 días de maduración y de 5,44 a los 90 días. Este valor fue superior al referido por Marcos et al. (1985) y Castelo et al. (1995) para ese mismo tipo de queso, pero similar a los valores referidos por Fernández-Salguero et al. (1981), Gómez et al. (1989a) y Requena et al. (1992).

Mas et al. (1991) estudiando el proceso de maduración del queso de los Ibores observaron una fuerte y prolongada acidificación del queso durante la maduración, con un pH mínimo de 4,75 a los 15 días y de 5,05 a los 60 días, valor inferior al citado por Marcos et al. (1984a y 1985), aunque superior a los indicados por estos autores para quesos de cabra.

Fresno et al. (1988b) estudiando el queso de Valdeteja encontraron valores de pH muy bajos desde los primeros momentos de la maduración: 4,6 tres días después del desmoldeo y 4,45 al terminar el afinado. Posteriormente Carballo et al. (1994a) también encontraron bajos niveles de pH en comparación con otros quesos de cabra, Martín-Hernández et al. (1984), Marcos et al. (1985).

Fresno et al. (1996) realiza el estudio de caracterización del queso Armada durante su proceso de maduración, observando un descenso del pH de 6,59 en la leche de partida hasta 4,99 a los 60 días de maduración y 5,13 a los 120 días de maduración.

Medina et al. (1992) estudiaron la evolución de seis partidas de queso de Gredos obteniendo variaciones de pH similares a las descritas en este trabajo.

Martín-Hernández y Juárez (1988) observaron el descenso de pH durante la fabricación y posteriormente un aumento durante la maduración, obteniendo valores de 5,06 en el interior y 7,14 en la superficie de quesos frescos de cabra con *Penicillium candidum* en la superficie. Juárez et al. (1991 y 1992 a) señalaron los valores de pH de distintos quesos de cabra españoles.

Los valores de pH obtenidos en los quesos elaborados en este trabajo fueron similares a los referidos por otros autores para quesos de cabra (Marcos et al., 1984a) para queso de Badaia, (Gómez et al., 1991; Castelo, 1995) para queso Palmero, (Millán et al., 1992) para queso de La Gomera, (Carretero et al., 1992a) para Cendrat del Montsec y Castelo et al. (1996) para queso de Tenerife; pero superior al obtenido por Argumosa et al. (1992) para queso Babia-Laciana.

Los valores de pH correspondientes a distintos quesos de cabra extranjeros son recogidos por Martín-Hernández et al. (1984). Tzanetakis et al. (1995) encontraron valores de pH de 4,3-4,9 en queso de leche de cabra de 240 días de maduración. Sablé et al., (1997) obtuvieron valores de pH de 7,97 y 7,12 en quesos de cabra franceses madurados con mohos.

Al comparar los cinco lotes de quesos elaborados se observaron diferencias significativas entre ellos para los valores de pH,. Destacar, como era previsible, las diferencias halladas entre el lote C y el resto de los lotes en especial a los 2 primeros días de maduración ($p<0,0001$) y que demuestran la influencia de la adición de cultivos iniciadores sobre la evolución de este parámetro.

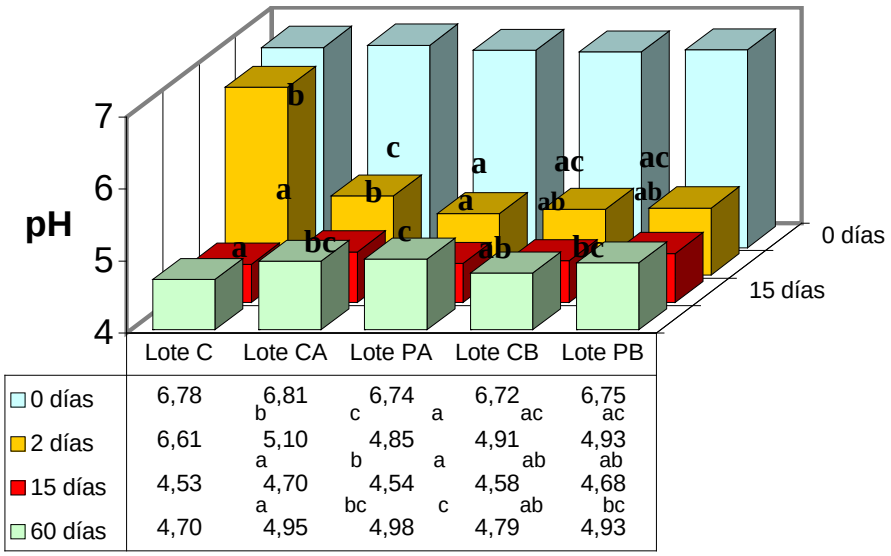


Figura RD.6. Representación y datos medios del valor de pH durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

II.1.2. Extracto seco

Entre los factores que influyen en la evolución del extracto seco de un queso durante la maduración es necesario considerar, además de las características propias del tipo de queso (origen de la leche, modo de cuajado, corte de la cuajada), las condiciones externas en las que se produjo la maduración. Así, la humedad y temperatura de maduración o el mismo tamaño de las piezas elaboradas condicionan la velocidad en la que los quesos pierden humedad. Este aspecto explica la gran diversidad de datos encontrados en la bibliografía para la evolución de este parámetro. Las condiciones adoptadas en nuestras elaboraciones (85% de humedad y 14 ºC de temperatura) y el pequeño tamaño de las piezas elaboradas (en torno a los 500 g), resultan diferentes a las utilizadas por otros autores. En especial, es necesario puntualizar que los estudios realizados sobre quesos comercializados se efectúan en piezas de tamaño claramente superior al de las piezas elaboradas en nuestra planta piloto, lo que conduce a una pérdida de humedad más gradual.

El contenido en extracto seco experimentó un considerable incremento durante la maduración, pasando de unos valores iniciales que oscilaban entre un mínimo de **44,95±2,15 %**en el lote PA y un máximo de **49,11±2,45%** en el lote C, hasta alcanzar valores finales mínimos de **78,23±2,08%** en el lote C y máximos de **83,32±2,47%** para el lote PA.

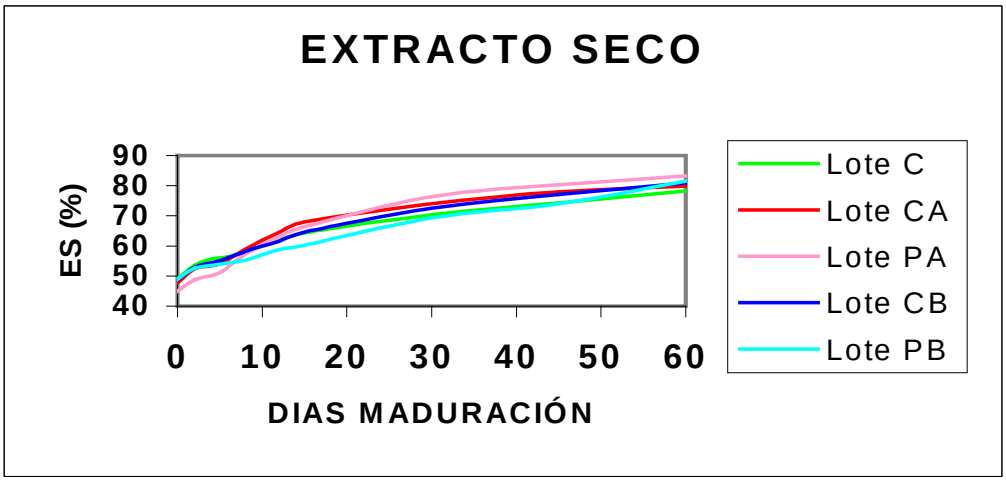


Figura RD.7. Evolución del extracto seco durante los 60 días de maduración en los distintos lotes de queso estudiados

El extracto seco obtenido al final de la maduración es similar al obtenido por otros autores que también realizan estudios de maduración en quesos de cabra. Fontecha et al. (1990) obtuvieron un valor de 82,23% en queso Majorero a los 60 días de maduración y de 83,39% a los 90 días de maduración, valores superiores a los citados por Fernández-Salguero et al. (1981) (53,4%), Marcos et al. (1985) (54,7%), Gómez et al. (1989a) (61,7%), Requena et al. (1992) (59,9%) y Castelo (1995) (64,6%) para el mismo queso.

Fresno et al. (1996) estudiaron el proceso de maduración del queso Armada, encontrando valores de 79,44±4,53% a los 60 días de maduración, y 80,32±3,34% a los 120 días de maduración. Carballo et al. (1994a) obtuvieron valores de 72,4±3,2% para queso Valdeteja de 27 días de maduración.

Sin embargo, Mas et al. (1991) citan valores de 65,40% para queso de los Ibores a los 60 días de maduración, valor similar al referido anteriormente por Marcos et al., (1984a y 1985) para el mismo queso. Medina et al. (1992) encontraron valores de 44,7±3,4% en queso de Gredos a los 60 días de maduración, si bien este queso se sumerge en aceite de oliva a los 15 días de maduración.

Martín-Hernández et al. (1992) comparan las características bioquímicas de tres tipos de quesos elaborados a partir de leche de cabra, encontrando valores de extracto seco de 43,91% en queso a los 15 días de maduración, 55,49% en queso de pasta lavada a los 60 días de maduración y 61,49% en queso Majorero a los 90 días de maduración.

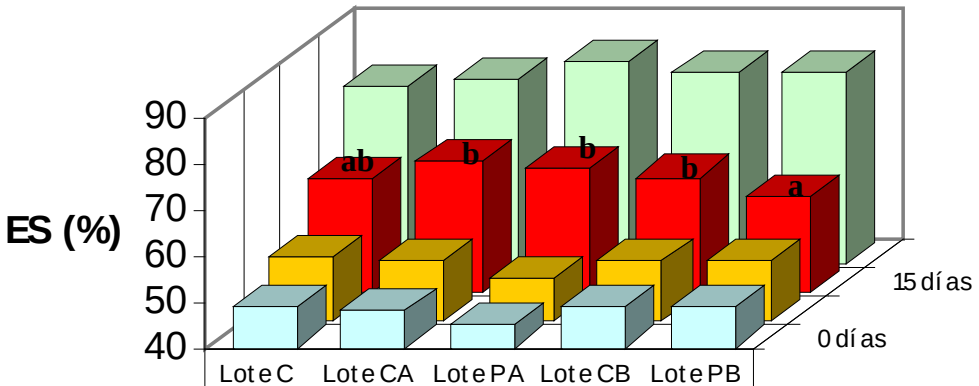
Marcos et al. (1984a) señalan valores de 62% en queso Badaia, Gómez et al. (1991) dan valores de 65% en queso Palmero, coincidiendo con los obtenidos por Castelo (1995) para el mismo queso. Millán et al. (1992) citan valores de 60% en queso de La Gomera, Carretero et al. (1992a) encuentran valores de 51% en Cendrat del Montsec, Argumosa et al. (1992) refieren valores de 72,29% para queso Babia-Laciana y Castelo et al. (1996) obtuvieron valores de 63,5% en queso de Tenerife.

Martín-Hernández et al. (1984) realizan una recopilación de la composición química de distintos quesos de cabra de todo el mundo, citando valores que varían entre 43,6-49,7% en el queso blanco de Irak, hasta 74,8% en queso Khoa de la India.

Tzanetakis et al. (1995) encontraron valores del 44% en queso de leche de cabra de 240 días de maduración. Favier y Dorsainvil (1987) citan valores de sólidos totales que varían entre 34,9% y 69,4% para quesos de cabra franceses. Park (1990) obtuvo valores que oscilaban entre el 75% y el 36% para quesos de cabra en Estados Unidos. Hosono y Shirota (1994) obtuvieron valores de sólidos totales de 41% en queso Crottin de Chavignol y Hosono y Sawada (1994) obtuvieron valores de sólidos totales de 40% para queso Valencay.

Al comparar los distintos lotes de quesos elaborados en planta piloto solamente se observaron diferencias significativas respecto al contenido en extracto seco a los 15 días de maduración. Puede comprobarse que el contenido en extracto seco no se ve influenciado por la adición de cultivos iniciadores, ni por el tratamiento térmico aplicado a la leche.

Como se ha comentado, la pérdida de humedad que experimenta un queso durante la maduración viene condicionado por el tamaño de las piezas así como por la humedad relativa y la temperatura reinantes durante el proceso del afinado, factores que se mantuvieron idénticos para los cinco lotes estudiados.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	49,11	47,82	44,95	48,64	48,97
2 días	53,54	52,44	48,74	52,84	52,57
15 días	64,40 ab	68,00 b	66,37 b	64,64 b	60,21 a
60 días	78,23	79,83	83,32	80,96	81,47

Figura RD.8. Representación y datos medios del extracto seco durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

II.1.3. Contenido en cloruro sódico

La importancia del contenido en NaCl, durante la maduración, está relacionada con su influencia en determinadas reacciones químicas y sobre el crecimiento y actividad de las bacterias ácido lácticas (Fresno et al., 1996).

El contenido en cloruro sódico (g de NaCl/100 g queso) experimentó un continuo aumento durante el proceso de maduración, presentando una evolución muy regular en todos los quesos analizados. Inicialmente el contenido en NaCl osciló entre un mínimo de **0,17±0,08%** en el lote C hasta un máximo de **0,19±0,07%** del lote CB. El contenido en NaCl a los sesenta días de maduración presentó valores que oscilaron entre un mínimo de **3,20±0,11%** en el lote CA a un máximo de **3,45±0,13%** en el lote C.

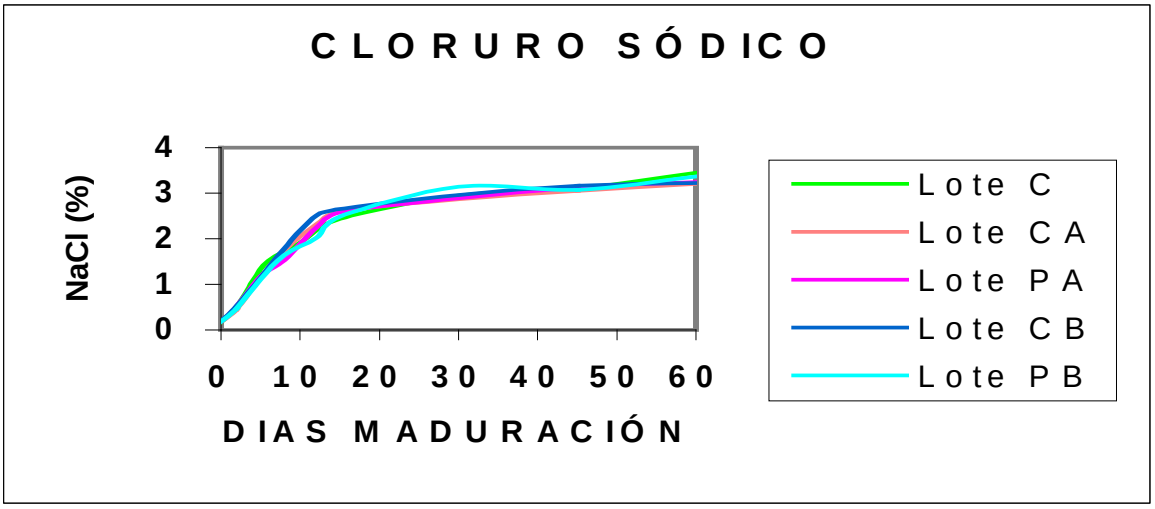


Figura RD.9. Evolución del contenido en cloruro sódico durante los 60 días de maduración de los cinco lotes de queso estudiados

Fontecha, et al. (1990) estudiaron el proceso de maduración de dos partidas de queso Majorero encontrando diferencias en el contenido de NaCl entre ellas, estas diferencias se atribuyeron al distinto tamaño de las piezas de queso y al distinto procedimiento de salado empleado. El valor medio del contenido en NaCl obtenido fue de 2,90% en queso Majorero a los 90 días de maduración. Resultado similar al obtenido por y Gómez et al. (1989a) y Castelo (1995); pero superior al referido por Fernández-Salguero et al. (1981) y Marcos et al. (1985) para el mismo queso.

Carballo et al. (1994a) obtuvieron valores finales de NaCl de 1,88% y evoluciones semejantes durante los 27 días de maduración del queso de Valdeteja. Medina et al. (1992) estudió el proceso de maduración de seis partidas de queso de Gredos obteniendo un contenido en NaCl de 1,6%.

Mas et al. (1991) encontraron una concentración de NaCl muy elevada (5%) en queso de los Ibores de 60 días de maduración, considerándose que fue debido a un elevado contenido en extracto seco, pero también a un salado excesivo. Este valor fue muy superior al referido por Marcos et al. (1984b y 1985) y Martín-Hernández et al. (1984) para ese mismo tipo de queso.

Fresno et al. (1996) obtuvieron un valor de 2,22±0,78% en queso Armada a los 60 días de maduración y observaron una evolución muy irregular en el contenido de NaCl durante el proceso de maduración, atribuida a los diferentes métodos de salado utilizados.

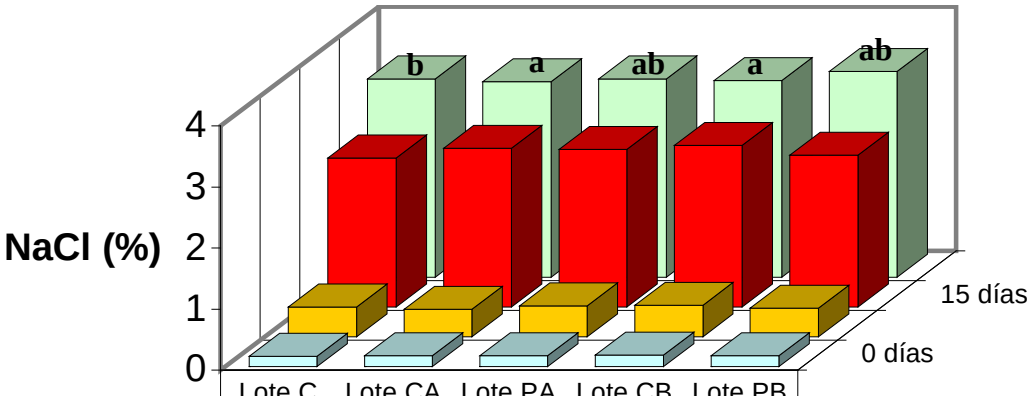
Del mismo modo que ocurría con el contenido en extracto seco, el contenido en NaCl de los quesos elaborados en este trabajo fue superior al encontrado por algunos autores en la bibliografía consultada para otros quesos de cabra españoles, diferencias que pueden ser explicadas por el pequeño tamaño de las piezas elaboradas y su elevado extracto seco. Así, Marcos et al. (1984a y 1985) señalan valores de 1,53% en queso Badaia, Gómez et al. (1991) dan valores de 1,33% en queso Palmero, similar al obtenido por Castelo (1995) para el mismo tipo de queso. Millán et al. (1992) citan valores de 3,37% en queso de La Gomera, Argumosa et al. (1992) refieren valores de 0,93% para queso Babia-Laciana y Castelo et al. (1996) citan valores de 1,87% para queso de Tenerife, similar al obtenido por Belda et al. (1987) para el mismo queso.

Martín-Hernández et al. (1992) analizando la composición bioquímica de tres tipos de queso elaborados con leche de cabra obtuvieron valores de NaCl de 0,81% para queso fresco, 1,35% en queso de pasta lavada de 45 días de maduración y 2,82% en queso Majorero de 90 días de maduración, valor similar al referido por Fontecha et al. (1990).

Martín-Hernández et al. (1984) realizan una revisión de la composición química de diversos quesos de cabra de todo el mundo, encontrándose una gran variabilidad en el contenido en NaCl. Martín-Hernández y Juárez (1988) encontraron un contenido en NaCl de 2,49% en queso fresco de cabra con *Penicillium candidum* en la superficie.

Sablé et al. (1997) obtuvieron valores de NaCl de 2,00±0,12% en queso elaborado con leche de cabra y madurado con mohos.

Al comparar los distintos lotes de queso entre sí sólo se observan diferencias ligeramente significativas respecto al nivel de NaCl al final de la maduración ($p<0,5$). Al igual que ocurría con el parámetro extracto seco, la evolución del NaCl durante la maduración no se ve influida por la adición de cultivos iniciadores ni por el tratamiento térmico al que haya sido sometida la leche.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18
2 días	0,49	0,45	0,51	0,52	0,47
15 días	2,44	2,60	2,58	2,65	2,49
60 días	3,25 [b]	3,20 [a]	3,25 [ab]	3,22 [a]	3,37 [ab]

Figura RD.10. Representación y datos medios del contenido en cloruro sódico durante la maduración en los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas.

Podemos concluir, por tanto, que las diferencias encontradas entre los distintos lotes al comparar los resultados obtenidos en el estudio de la evolución de los diferentes grupos microbianos durante la maduración (que se discuten en el apartado II.2), no se deben a diferencias en la actividad del agua, ya que el extracto seco y el contenido en NaCl presentaron una evolución muy similar en los cinco lotes.

II.1.4. Materia grasa e índice de acidez de la grasa

El contenido en **Materia Grasa** (g MG/100 g de queso) presentó un progresivo aumento proporcional a la disminución del contenido acuoso durante proceso de maduración, partiendo de valores iniciales que oscilaron entre un mínimo de **21,6±1,5%** en el lote PA y un máximo de **24,6±1,6%** en el lote C hasta alcanzar unos valores finales que variaron entre un mínimo de **39,1±1,5%** en el lote PA y un máximo de **43,6±2,1%** en el lote PB a los 60 días de maduración.

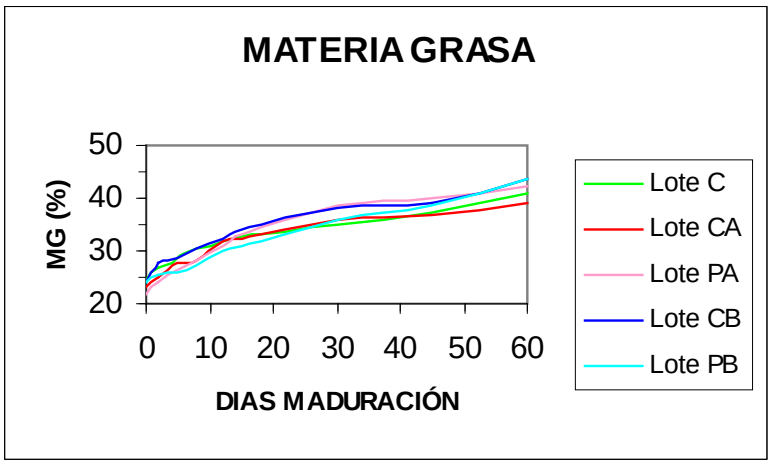


Figura RD.11. Evolución del contenido en materia grasa durante los 60 días de maduración de los cinco lotes de queso estudiados

Esta evolución en sentido creciente desapareció al expresar el porcentaje de materia grasa sobre la base del extracto seco (MG/ES), obteniéndose en cada lote un valor prácticamente constante a lo largo del proceso de maduración. Así, el valor medio para el parámetro MG/ES durante la maduración de los distintos lotes fue de **50,5%** para el lote C, **48,5%** para el lote CA, **49,8%** para el lote PA, **52,1%** para el lote CB y de **50,5%** para el lote PB. El valor medio entre lotes fue de **51,8%**. Por lo tanto, estos quesos se incluyen dentro de la categoría de **QUESOS GRASOS** (Anónimo, 1991).

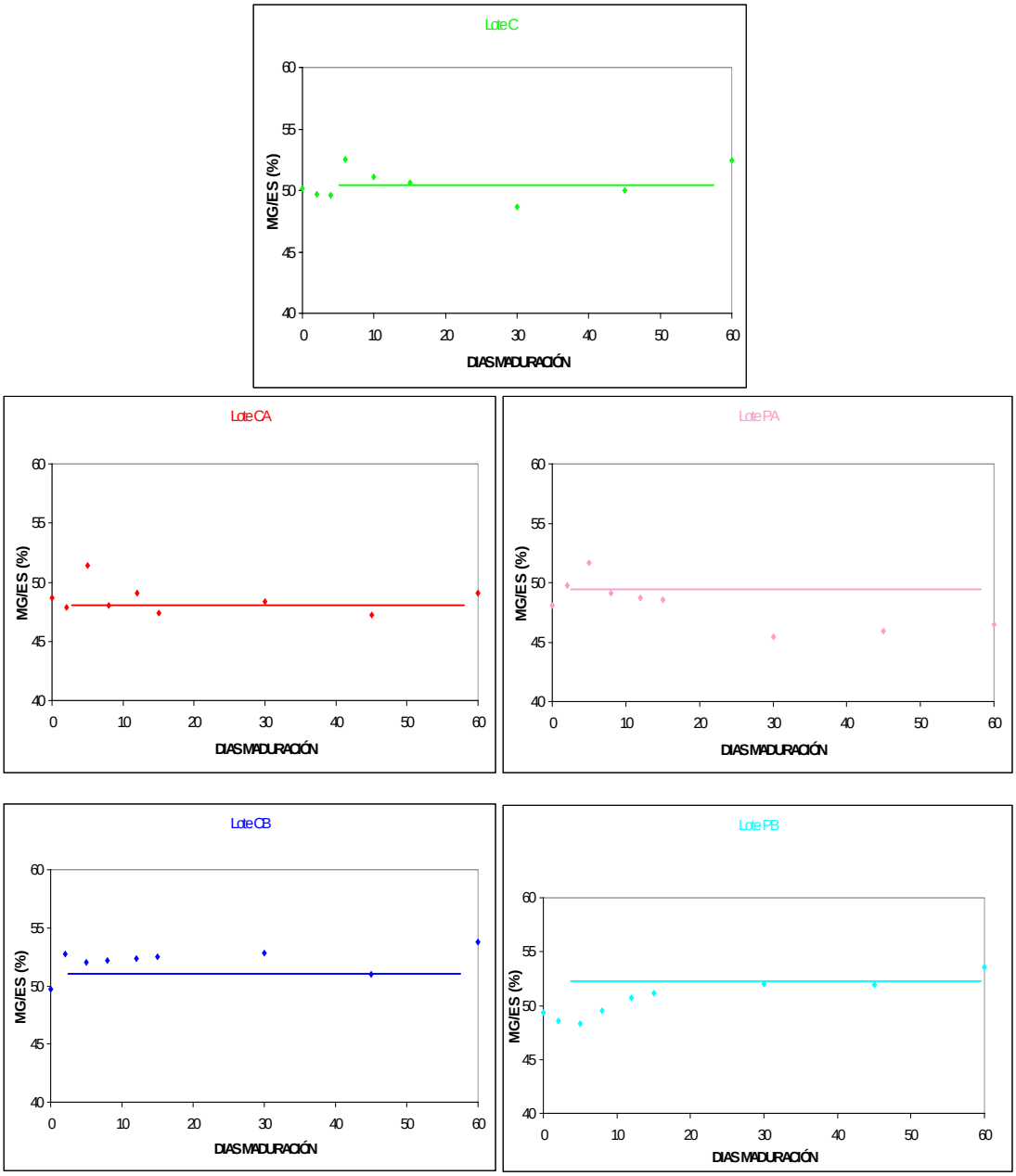


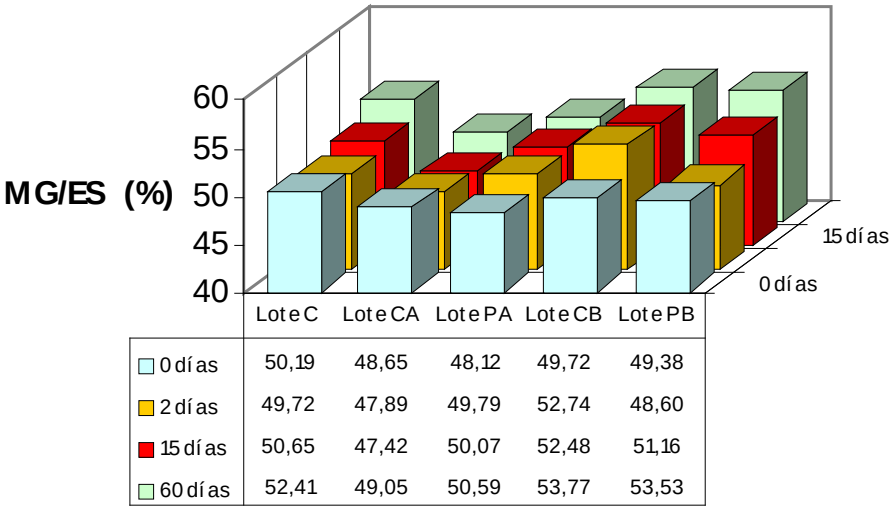
Figura RD.12. Representación del porcentaje de MG/ES durante los 60 días de maduración de los cinco lotes de queso estudiados

El contenido en MG/ES obtenido fue similar al referido por otros autores en el estudio de maduración de distintos quesos de cabra, así, Fontecha et al. (1990) obtuvieron un valor de 54,12% a los 60 días de maduración y 57,56% a los 90 días de maduración de queso Majorero y Carballo et al. (1994a) obtuvieron valores de 48,54±2,10% en queso Valdeteja a los veintisiete días de maduración.

Fresno et al. (1996) indican valores de 60,19±2,23% en queso Armada de 60 días de maduración y 59,27±2,45% a los 120 días de maduración y Mas et al. (1991) obtuvieron valores de 66% en queso los Ibores.

Comparando con otros quesos de leche de cabra, el contenido final de MG/ES obtenido es inferior al del queso de Badaia (62%) (Marcos et al., 1984a y 1985), al del queso Cendrat del Montsec (60,6%) (Carretero et al., 1992a) y al del queso Babia-Laciana (60,47%) (Argumosa et al., 1992), es similar al del queso de La Gomera (53,2%) (Millán et al., 1992) y es superior al del queso Palmero (47,9%) (Gómez et al., 1991; Castelo, 1995) y queso de Tenerife (49,90%) (Castelo et al. (1996).

Al comparar los distintos lotes de quesos elaborados en planta piloto se observa que la relación MG/ES no presentó diferencias significativas en ningún momento.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	50,19	48,65	48,12	49,72	49,38
2 días	49,72	47,89	49,79	52,74	48,60
15 días	50,65	47,42	50,07	52,48	51,16
60 días	52,41	49,05	50,59	53,77	53,53

Figura RD.13. Representación y datos medios de MG/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

La determinación del **Índice de Acidez de la Grasa** es una forma de estimar la intensidad de la lipólisis que tiene lugar durante la maduración, si bien es cierto que no todos los ácidos grasos libres presentes en el queso proceden del metabolismo de las grasas. Los valores del índice de acidez de la grasa vienen determinados por dos factores: (1) los grupos de microorganismos presentes en los quesos, señalando que el grupo de las bacterias ácido lácticas (generalmente mayoritarias) presentan una actividad lipolítica muy baja (Stadhouders y Veringa, 1973) y (2) el bajo valor de pH que se desarrolla desde el primer momento de la maduración que retrasa considerablemente la acción de las lipasas nativas presentes en la leche (Deeth y Fizt-Gerald, 1983).

Durante el proceso de maduración, el índice de acidez de la grasa (mg de KOH/g de grasa) experimentó un continuo aumento, partiendo de valores iniciales que oscilaron entre un mínimo de **0,16±0,08** para los lotes CA y CB hasta un máximo de **0,19±0,14** en el lote PB, se alcanzaron valores finales a los 60 días de maduración que variaron entre un mínimo de **0,59±0,10** en el lote PA hasta un máximo de **3,64±0,13** en el lote C.

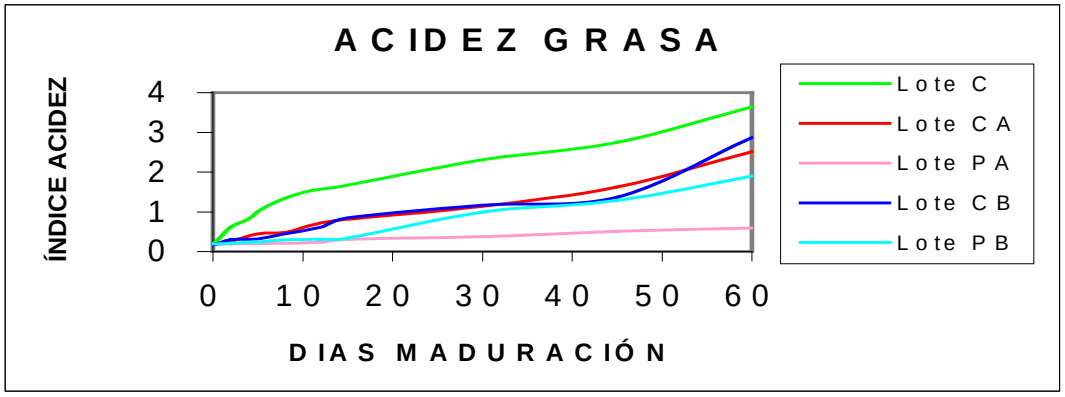


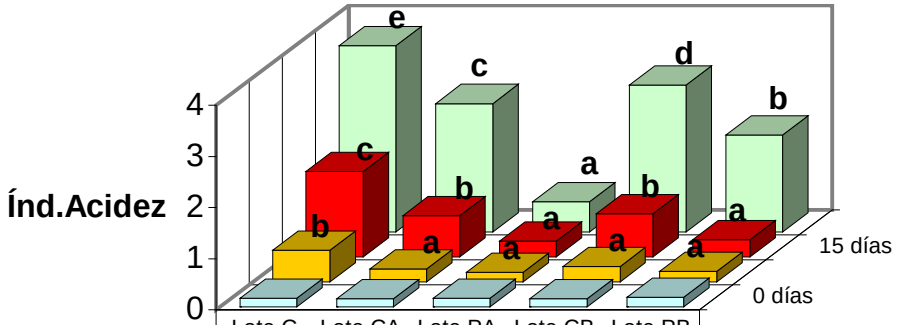
Figura RD.14. Evolución del índice de acidez de la grasa durante los 60 días de maduración en los cinco lotes de queso estudiados

Argumosa et al. (1992) refieren valores de 1,46 mg de KOH/g de grasa para queso Babia-Laciana y Martín-Hernández et al. (1992) obtuvieron valores de 1,01 en queso fresco de cabra a los 15 días de maduración, 1,40 en queso semiduro de pasta lavada de 60 días de maduración y 1,19 en queso Majorero de 90 días de maduración. Carballo et al. (1994a) refiere valores de 1,6 mg de KOH/g de grasa en queso de Valdeteja.

El índice de acidez de la grasa encontrado en los lotes analizados resultó inferior a los publicados para otros quesos (Vanbelle et al., 1978; Alonso et al., 1987) especialmente si los comparamos con los valores detectados en quesos que presentan una intensa lipolisis en los que el índice de acidez de la grasa alcanza valores de 36,46-56,1 mg de KOH/g de grasa (Choisy et al., 1990). Estos bajos valores resultan explicables si tenemos en cuenta el predominio de bacterias lácticas durante la maduración (ver apartado II.2) y los bajos valores de pH alcanzados (en especial en los lotes en los que se adicionó cultivos iniciadores), condiciones estas no demasiado favorables para el desarrollo de actividad lipolítica intensa (Stadhouders y Veringa, 1973; Deeth y Fizt-Gerald, 1983).

Al comparar los distintos lotes de queso elaborados en este trabajo se observa que el índice de acidez de la grasa fue uno de los parámetros que presentó mayor variabilidad entre los distintos lotes ya que se observaron diferencias significativas entre ellos durante toda la de maduración. Estas diferencias confirman que el grado de lipolisis del queso está muy influenciado por el tipo de microorganismos presentes en el queso y, de manera especial, con la evolución del pH.

Así, es el lote C en el que encontramos los mayores índices de acidez de la grasa durante toda la maduración, esto puede ser debido a que en los quesos pertenecientes a este lote no se eliminó por tratamiento térmico la flora presente inicialmente en la leche, la población de bacterias lácticas no se vio reforzada con la adición de cultivos iniciadores y la bajada de pH fue más gradual. Por su parte, los lotes CA y CB en los que los microorganismos presentes en la leche de partida no fueron eliminados pero sí alterados en sus proporciones iniciales por la adición de cultivos iniciadores, presentaron valores intermedios para el parámetro estudiado. El menor grado de lipolisis lo encontramos en los lotes PA y PB, en los que los microorganismos presentes durante la maduración fueron mayoritariamente bacterias lácticas, las cuales presentan una baja actividad lipolítica, además de que con el tratamiento térmico aplicado se eliminó la lipasa nativa presente inicialmente en la leche.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	0,17	0,16	0,17	0,16	0,19
2 días	0,62	0,26	0,19	0,30	0,21
15 días	1,67	0,81	0,31	0,85	0,34
60 días	3,64	2,51	0,59	2,87	1,90

Figura RD.15. Representación y datos medios del índice de acidez de la grasa durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

II.1.5. Fracciones nitrogenadas

La evolución de la proteolisis que tiene lugar durante la maduración de un queso puede evaluarse midiendo la distribución de los compuestos nitrogenados en diferentes fracciones de distinta solubilidad. Inicialmente en la cuajada casi todo el nitrógeno se encuentra en forma de proteínas insolubles, como consecuencia de la hidrólisis inicial, debida fundamentalmente a la acción del cuajo y a las proteasas endógenas de la leche, se originan compuestos proteicos de menor peso molecular solubles a pH 4,4, que durante la maduración y con acción añadida de los enzimas microbianos, se degradan a péptidos menores, aminoácidos libres, etc., no precipitables con ácido tricloro acético (Choisy et al., 1990).

La relación entre el **Nitrógeno Total** sobre extracto seco (NT/ES) presentó para cada uno de los lotes un valor prácticamente constante a lo largo de la maduración. El valor medio de NT/ES para los distintos lotes fue de **5,28%** para el lote C, **5,38%** para el lote CA, **5,42%** para el lote PA, **5,50%** para el lote CB y de **5,72%** para el lote PB. Así, el contenido medio en los quesos elaborados para NT/ES resulta ser de **5,46%.**

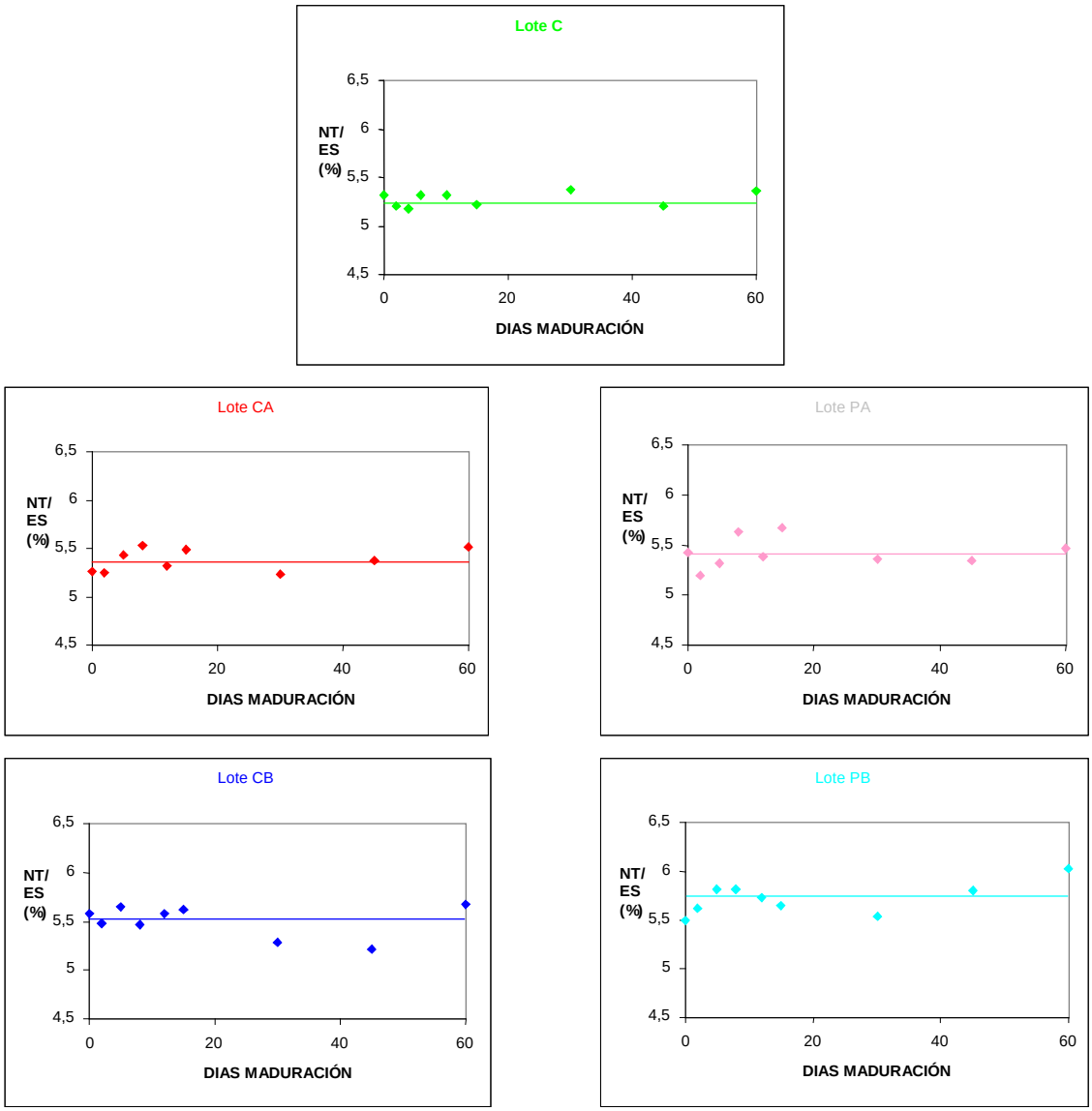
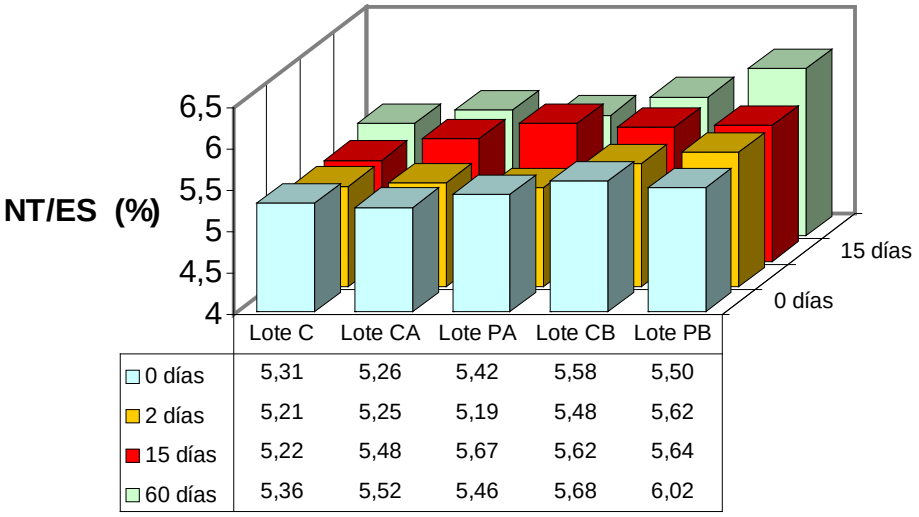


Figura RD.16. Representación del porcentaje de NT/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

Al comparar el contenido en NT/ES de los distintos lotes elaborados no se encontraron diferencias significativas a los 60 días de maduración. Así pues, ni la adición de cultivos iniciadores ni el tratamiento térmico de la leche son factores que presente influencia sobre la evolución de este parámetro.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	5,31	5,26	5,42	5,58	5,50
2 días	5,21	5,25	5,19	5,48	5,62
15 días	5,22	5,48	5,67	5,62	5,64
60 días	5,36	5,52	5,46	5,68	6,02

Figura RD.17. Representación y datos medios del contenido en NT/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

El contenido en **Proteínas** (NT x 6,38) expresado sobre la base del extracto seco (P/ES) también se mantuvo prácticamente constante, para cada lote analizado, durante los 60 días de maduración. El contenido final de P/ES osciló entre un mínimo de **34,20±3,92%** para el lote C y un máximo de **38,41±3,72%** en el lote PB, siendo el valor medio obtenido de **34,83%**.

Aunque estos valores resultaron inferiores a los encontrados por Marcos et al. (1983) y Juárez et al. (1991) en otras variedades de queso de cabra (queso fresco de Cádiz, 39,7% y de Málaga, 42,0%); Gómez et al. (1991) en queso Palmero (43,6%); Castelo (1995) y Castelo et al. (1996) en queso de Tenerife (40,4%), fueron similares a los encontrados por

Fresno et al. (1996) en queso Armada (35%); Carballo et al. (1994a) en queso Valdeteja (35,5%); Argumosa et al. (1992) en queso Babia-Laciana (35,4%); Fontecha et al. (1990) en queso Majorero (38,5%); Marcos et al. (1984a y 1985) y Juárez et al. (1991) en queso de Badaia (34,6%); Marcos et al. (1985), Juárez et al. (1991) y Mas et al. (1991) en queso los Ibores (34,4%); Carretero et al. (1992a) en queso Cendrat del Montsec (35,8%); Millán et al. (1992) en queso La Gomera (36,4%); y similares a los citados por otros autores para quesos de cabra españoles y extranjeros (Martín-Hernández et al., 1984; Favier y Dorsainvil, 1987; Park, 1990).

La relación entre el **Nitrógeno No Proteico** y el extracto seco (NNP/ES) presentó un aumento durante el proceso de maduración, partiendo de unos valores iniciales que oscilaron entre un mínimo de **0,068±0,066%** del lote PA hasta un máximo de **0,092±0,068%** del lote PB, se obtuvieron unos valores finales que variaron entre un mínimo de **0,272±0,067%** en el lote PA hasta un máximo de **0,414±0,064%** del lote C.

A diferencia de lo que ocurre al considerar el Nitrógeno Total, se observó un aumento en los valores del NNP encontrados durante la maduración al expresar este fracción nitrogenada con relación al extracto seco (NNP/ES), lo que indica un cierto grado de proteolisis .

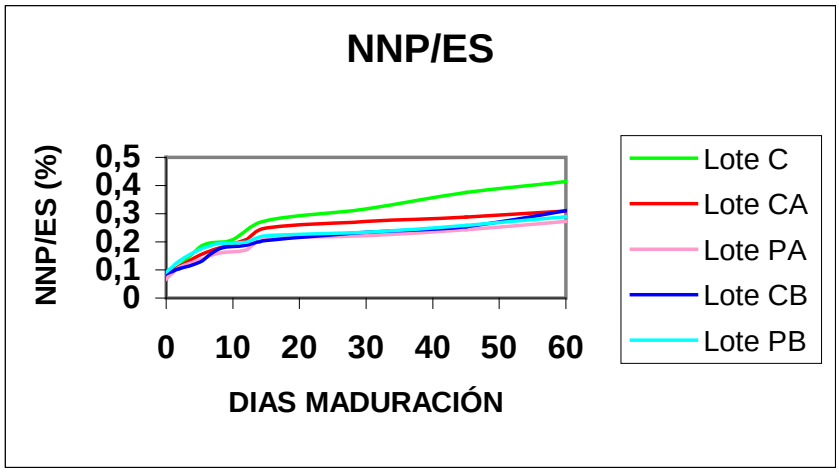


Figura RD.18. Evolución, en porcentaje, del contenido en NNP/ES durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

Igualmente, al expresar el contenido en NNP sobre la base del NT se observó un progresivo aumento en el transcurso de los 60 días de maduración, obteniéndose unos valores finales que oscilaron entre un mínimo de **4,81±0,52%** para el lote PB y un máximo de **7,72±0,53%** en el lote C.

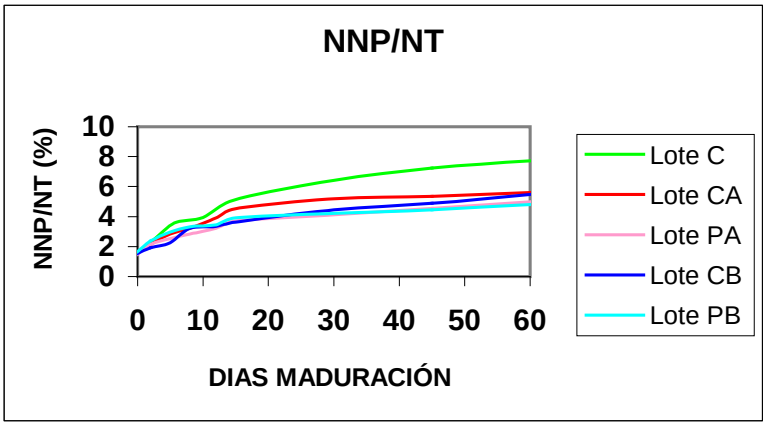


Figura RD.19. Evolución, en porcentaje, del contenido en NNP/NT durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

Estos valores de NNP/NT obtenidos en los distintos lotes de queso elaborados indicaron el bajo nivel de proteolisis que tiene lugar durante los 60 días de maduración.

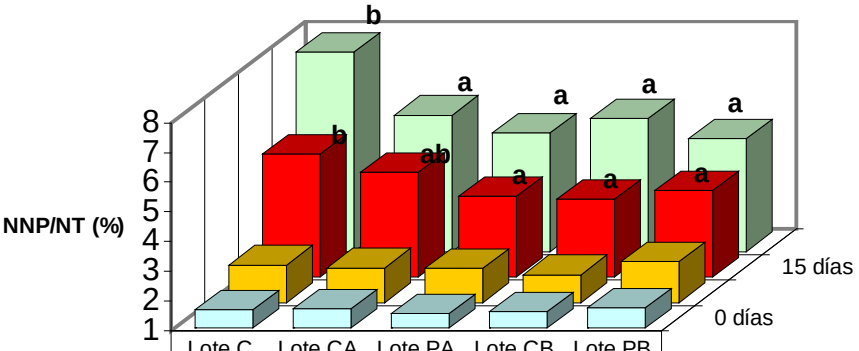
Resultados similares obtuvieron Mas et al. (1991) para queso de los Ibores (7,25%) y Carballo et al., (1994a) para queso de Valdeteja (4,6%) a los 60 y 27 días de maduración, respectivamente. En ambos casos, el escaso nivel de proteolisis alcanzado fue atribuido al elevado contenido en extracto seco, los altos niveles de NaCl y los bajos valores de pH presentes en el queso, circunstancias que coinciden con las encontradas en los lotes de queso elaborados en este trabajo. Parece ser que las enzimas proteolíticas de la leche y las de origen microbiano han de ser fuertemente inhibidas en estas condiciones (Fresno et al., 1988).

Argumosa et al. (1992) obtuvieron un valor de NNP/NT de 5,14%, valor que fue atribuido a la escasa actividad proteolítica de las bacterias ácido lácticas (Visser y De Groot-Mostert, 1977), que son los principales microorganismos presentes en ese tipo de queso; a los valores de pH (3,84) existentes en ese queso, que están muy lejos del pH óptimo de las proteasas elaboradas por las bacterias lácticas; y a la adición de una pequeña cantidad de cuajo en la elaboración del queso.

Los valores obtenidos resultaron inferiores a los descritos para otros quesos de cabra madurados nacionales. En queso Majorero, Marcos et al. (1985) cita valores de 15,9%; Fontecha et al. (1990) obtuvieron valores de 19,02% para NNP/NT a los 60 días de maduración y 20,40% a los 90 días de maduración; Juárez et al. (1991) citan valores de NNP/NT de 20,40% en queso Majorero de elaboración artesanal y 15,71% en Majorero elaborado industrialmente, Castelo, (1995) obtuvo valores medios de 16,7% en un grupo formado por doce muestras de este queso. Valores que indican un moderado grado de proteolisis.

Marcos et al. (1984a y 1985) refieren valores de 19,8% para NNP/NT en queso de Badaia; Carretero et al. (1992a) obtuvieron valores de 22% en queso Cendrat del Montsec, Gómez et al. (1991) y Castelo (1995) citan valores de 14,8% en queso Palmero; Castelo et al. (1996) refieren valores de 13,81% para queso de Tenerife. El queso de La Gomera (Millán et al., 1992) también presentó un valor de NNP/NT relativamente bajo (9,26%).

Al comparar los distintos lotes elaborados respecto de la relación NNP/NT se observaron diferencias significativas a partir del día 15 de maduración entre el lote C y el resto de los lotes. Estas diferencias pueden ser atribuidas a las diferencias existentes en los grupos de microorganismos presentes durante la maduración entre los lotes, condicionadas fundamentalmente por la adición de cultivos iniciadores (apartado II.2).



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	1,61	1,63	1,48	1,54	1,67
2 días	2,26	2,16	2,14	1,93	2,38
15 días	5,14	b 4,53	ab 3,72	a 3,63	a 3,92
60 días	7,72	b 5,60	a 4,99	a 5,48	a 4,81 a

Figura RD.20. Representación y datos medios del contenido en NNP/NT durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

Tabla RD.13. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE C

días maduración	pH	ES	NaCl
0	6,78 ± 0,06	49,11 ± 2,45	0,17 ± 0,08
2	6,61 ± 0,09	53,54 ± 2,41	0,49 ± 0,07
5	5,22 ± 0,11	55,74 ± 2,28	1,08 ± 0,06
8	4,56 ± 0,10	56,36 ± 2,24	1,52 ± 0,12
12	4,69 ± 0,07	59,98 ± 2,25	1,91 ± 0,09
15	4,53 ± 0,11	64,40 ± 2,26	2,44 ± 0,11
30	4,49 ± 0,07	70,36 ± 2,28	2,95 ± 0,15
45	4,58 ± 0,05	74,38 ± 2,18	3,10 ± 0,06
60	4,70 ± 0,07	78,23 ± 2,08	3,45 ± 0,13

Días maduración	MG	MG/ES	Ind.Acidez Grasa
0	24,6 ± 1,6	50,1 ± 4,9	0,17 ± 0,13
2	26,6 ± 1,4	49,7 ± 4,8	0,62 ± 0,08
5	27,6 ± 1,4	49,6 ± 4,8	0,82 ± 0,12
8	29,6 ± 1,6	52,5 ± 4,5	1,14 ± 0,09
12	30,8 ± 1,5	51,1 ± 5,0	1,49 ± 0,10
15	32,6 ±1 4	50,6 ± 5,1	1,67 ± 0,09
30	35,2 ± 1,6	48,6 ± 4,9	2,31 ± 0,07
45	37,2 ± 1,6	50,0 ± 4,8	2,75 ± 0,15
60	41,0 ± 1,8	52,4 ± 4,7	3,64 ± 0,13

Días maduración	NT	NT/ES	Proteína/ES
0	2,608 ± 0,297	5,31 ± 0,67	33,88 ± 3,59
2	2,789 ± 0,298	5,21 ± 0,74	33,24 ± 3,97
5	2,882 ± 0,294	5,17 ± 0,68	32,98 ± 3,59
8	2,993 ± 0,292	5,31 ± 0,69	33,98 ± 3,79
12	3,189 ± 0,296	5,32 ± 0,73	33,94 ± 3,87
15	3,459 ± 0,291	5,22 ± 0,70	33,30 ± 3,78
30	3,675 ± 0,294	5,37 ± 0,72	34,26 ± 3,59
45	3,868 ± 0,299	5,20 ± 0,72	33,18 ± 3,77
60	4,193 ± 0,298	5,36 ± 0,71	34,20 ± 3,92

Días maduración	NNP	NNP/ES	NNP/NT
0	0,042 ± 0,015	0,086 ± 0,071	1,61 ± 0,56
2	0,061 ± 0,011	0,114 ± 0,070	2,26 ± 0,53
5	0,088 ± 0,012	0,158 ± 0,068	3,05 ± 0,54
8	0,109 ± 0,009	0,193 ± 0,066	3,64 ± 0,56
12	0,125 ± 0,010	0,208 ± 0,068	3,93 ± 0,54
15	0,178 ± 0,009	0,276 ± 0,065	5,14 ± 0,56
30	0,236 ± 0,013	0,317 ± 0,070	6,42 ± 0,55
45	0,280 ± 0,012	0,376 ± 0,072	7,23 ± 0,57
60	0,324 ± 0,018	0,414 ± 0,064	7,72 ± 0,53

Tabla RD.14. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE CA

días maduración	pH	ES	NaCl
0	6,81 ± 0,06	47,82 ± 2,38	0,18 ± 0,11
2	5,10 ± 0,09	52,44 ± 2,03	0,45 ± 0,11
5	4,87 ± 0,09	54,12 ± 2,37	1,15 ± 0,14
8	4,70 ± 0,11	58,92 ± 2,37	1,75 ± 0,07
12	4,66 ± 0,08	64,43 ± 2,31	2,32 ± 0,09
15	4,77 ± 0,13	68,00 ± 2,03	2,60 ± 0,12
30	4,65 ± 0,08	74,03 ± 2,21	2,87 ± 0,13
45	4,69 ± 0,11	78,04 ± 2,10	3,05 ± 0,14
60	4,95 ± 0,09	79,83 ± 2,31	3,20 ± 0,11

días maduración	MG	MG/ES	Ind.Acidez Grasa
0	23,2 ± 1,4	48,6 ± 4,7	0,16 ± 0,08
2	25,1 ± 1,5	47,8 ± 5,0	0,26 ± 0,10
5	27,8 ± 1,8	51,4 ± 4,9	0,45 ± 0,10
8	28,3 ± 1,4	48,0 ± 4,7	0,48 ± 0,11
12	31,6 ± 1,6	49,0 ± 5,1	0,72 ± 0,14
15	32,2 ± 1,5	47,4 ± 4,6	0,81 ± 0,06
30	35,8 ± 1,9	48,3 ± 4,7	1,14 ± 0,13
45	36,8 ± 1,5	47,1 ± 4,9	1,63 ± 0,05
60	39,1 ± 1,5	49,0 ± 4,7	2,51 ± 0,08

días maduración	NT	NT/ES	Proteína/ES
0	2,518 ± 0,291	5,26 ± 0,72	33,56 ± 3,59
2	2,752 ± 0,298	5,25 ± 0,73	33,50 ± 3,87
5	2,937 ± 0,293	5,43 ± 0,72	34,64 ± 3,88
8	3,257 ± 0,294	5,53 ± 0,75	35,28 ± 3,66
12	3,425 ± 0,294	5,32 ± 0,70	33,94 ± 3,65
15	3,728 ± 0,294	5,48 ± 0,69	34,96 ± 3,98
30	3,869 ± 0,295	5,23 ± 0,73	33,37 ± 3,26
45	4,201 ± 0,297	5,38 ± 0,73	34,24 ± 3,42
60	4,408 ± 0,296	5,52 ± 0,74	35,22 ± 3,63

días maduración	NNP	NNP/ES	NNP/NT
0	0,041 ± 0,015	0,087 ± 0,067	1,63 ± 0,53
2	0,059 ± 0,008	0,113 ± 0,067	2,16 ± 0,55
5	0,083 ± 0,006	0,153 ± 0,066	2,84 ± 0,50
8	0,105 ± 0,013	0,178 ± 0,066	3,21 ± 0,54
12	0,134 ± 0,015	0,208 ± 0,068	3,92 ± 0,55
15	0,169 ± 0,014	0,249 ± 0,070	4,53 ± 0,52
30	0,201 ± 0,012	0,272 ± 0,066	5,20 ± 0,53
45	0,224 ± 0,011	0,287 ± 0,066	5,34 ± 0,52
60	0,247 ± 0,011	0,309 ± 0,070	5,60 ± 0,55

Tabla RD.15. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE PA

días maduración	pH	ES	NaCl
0	6,74 ± 0,10	44,95 ± 2,15	0,18 ± 0,13
2	4,85 ± 0,08	48,74 ± 2,54	0,51 ± 0,14
5	4,52 ± 0,07	51,12 ± 2,38	1,17 ± 0,10
8	4,55 ± 0,06	57,36 ± 2,10	1,53 ± 0,14
12	4,57 ± 0,11	63,09 ± 2,32	2,24 ± 0,14
15	4,54 ± 0,09	66,37 ± 2,37	2,58 ± 0,09
30	4,56 ± 0,06	76,40 ± 2,29	2,89 ± 0,17
45	4,69 ± 0,11	80,37 ± 2,25	3,12 ± 0,16
60	4,98 ± 0,07	83,32 ± 2,47	3,25 ± 0,09

días maduración	MG	MG/ES	Ind.Acidez Grasa
0	21,6 ± 1,5	48,1 ± 4,5	0,17 ± 0,13
2	24,2 ± 1,4	49,7 ± 4,8	0,19 ± 0,08
5	26,4 ± 1,5	51,7 ± 5,0	0,20 ± 0,14
8	28,1 ± 1,5	49,1 ± 4,8	0,21 ± 0,08
12	30,7 ± 1,9	48,7 ± 4,6	0,24 ± 0,10
15	33,2 ± 2,0	50,0 ± 5,0	0,31 ± 0,15
30	38,6 ± 2,0	50,6 ± 4,7	0,37 ± 0,10
45	39,9 ± 1,7	49,6 ± 4,5	0,51 ± 0,10
60	42,1 ± 1,6	50,5 ± 4,6	0,59 ± 0,10

días maduración	NT	NT/ES	Proteína/ES
0	2,436 ± 0,293	5,42 ± 0,67	34,58 ± 4,13
2	2,528 ± 0,295	5,19 ± 0,70	33,11 ± 3,98
5	2,714 ± 0,296	5,31 ± 0,72	33,88 ± 3,63
8	3,228 ± 0,295	5,63 ± 0,70	35,92 ± 3,72
12	3,394 ± 0,293	5,38 ± 0,68	34,32 ± 3,58
15	3,764 ± 0,299	5,67 ± 0,70	36,17 ± 4,06
30	4,100 ± 0,300	5,36 ± 0,71	34,20 ± 3,64
45	4,294 ± 0,295	5,34 ± 0,75	34,07 ± 3,75
60	4,552 ± 0,293	5,46 ± 0,71	34,83 ± 3,67

días maduración	NNP	NNP/ES	NNP/NT
0	0,036 ± 0,010	0,068 ± 0,066	1,48 ± 0,54
2	0,054 ± 0,006	0,110 ± 0,071	2,14 ± 0,55
5	0,069 ± 0,007	0,135 ± 0,068	2,53 ± 0,50
8	0,092 ± 0,012	0,160 ± 0,066	2,85 ± 0,55
12	0,107 ± 0,003	0,170 ± 0,066	3,21 ± 0,52
15	0,140 ± 0,011	0,211 ± 0,071	3,72 ± 0,53
30	0,169 ± 0,015	0,221 ± 0,067	4,12 ± 0,53
45	0,195 ± 0,007	0,243 ± 0,065	4,54 ± 0,53
60	0,227 ± 0,013	0,272 ± 0,067	4,99 ± 0,54

Tabla RD.16. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE CB

días maduración	pH	ES	NaCl
0	6,72 ± 0,08	48,64 ± 2,49	0,19 ± 0,07
2	4,91 ± 0,09	52,84 ± 2,23	0,52 ± 0,10
5	4,84 ± 0,08	55,16 ± 2,26	1,14 ± 0,13
8	4,63 ± 0,09	58,11 ± 2,27	1,79 ± 0,13
12	4,61 ± 0.12	61,53 ± 2,17	2,51 ± 0,09
15	4,58 ± 0,07	64,64 ± 2,51	2,65 ± 0,08
30	4,62 ± 0,06	72,56 ± 2,02	2,96 ± 0,14
45	4,83 ± 0,07	77,05 ± 2,08	3,16 ± 0,11
60	4,79 ± 0,07	80,96 ± 3,30	3,22 ± 0,09

días maduración	MG	MG/ES	Ind.Acidez Grasa
0	24,1 ± 1,8	49,7 ± 4,7	0,16 ± 0,08
2	27,8 ± 1,3	52,7 ± 4,7	0,30 ± 0,16
5	28,7 ± 1,5	52,0 ± 5,2	0,32 ± 0,09
8	30,3 ± 1,9	52,1 ± 5,0	0,45 ± 0,07
12	32,2 ± 1,5	52,3 ± 4,8	0,61 ± 0,17
15	33,9 ± 2,0	52,4 ± 4,7	0,85 ± 0,15
30	38,3 ± 1,7	52,8 ± 4,5	1,17 ± 0,14
45	39,2 ± 1,6	50,9 ± 5,0	1,37 ± 0,10
60	43,5 ± 1,5	53,7 ± 4,9	2,87 ± 0,07

días maduración	NT	NT/ES	Proteína/ES
0	2,714 ± 0,293	5,58 ± 0,68	35,60 ± 3,59
2	2,891 ± 0,291	5,48 ± 0,72	34,96 ± 3,56
5	3,117 ± 0,295	5,65 ± 0,69	36,05 ± 3,30
8	3,180 ± 0,299	5,47 ± 0,71	34,90 ± 3,63
12	3,432 ± 0,295	5,58 ± 0,73	35,60 ± 3,66
15	3,633 ± 0,296	5,62 ± 0,70	35,86 ± 3,86
30	3,832 ± 0,296	5,28 ± 0,70	33,69 ± 3,38
45	4,015 ± 0,290	5,21 ± 0,67	33,24 ± 3,76
60	4,599 ± 0,290	5,68 ± 0,72	36,24 ± 3,58

días maduración	NNP	NNP/ES	NNP/NT
0	0,042 ± 0,006	0,086 ± 0,065	1,54 ± 0,55
2	0,056 ± 0,010	0,105 ± 0,071	1,93 ± 0,53
5	0,070 ± 0,009	0,127 ± 0,067	2,25 ± 0,55
8	0,102 ± 0,010	0,176 ± 0,068	3,21 ± 0,54
12	0,115 ± 0,012	0,187 ± 0,066	3,35 ± 0,52
15	0,132 ± 0,010	0,204 ± 0,069	3,63 ± 0,51
30	0,170 ± 0,010	0,234 ± 0,064	4,44 ± 0,58
45	0,196 ± 0,003	0,254 ± 0,064	4,88 ± 0,54
60	0,252 ± 0,008	0,311 ± 0,068	5,48 ± 0,52

Tabla RD.17. Media y desviación típica de los parámetros fisicoquímicos de los quesos del LOTE PB

Días maduración	pH	ES	NaCl
0	6,75 ± 0,08	48,97 ± 2,44	0,18 ± 0,08
2	4,93 ± 0,11	52,57 ± 2,19	0,47 ± 0,09
5	4,78 ± 0,13	53,88 ± 2,47	1,11 ± 0,13
8	4,66 ± 0,13	55,24 ± 2,39	1,64 ± 0,14
12	4,64 ± 0,03	58,72 ± 2,02	2,02 ± 0,13
15	4,68 ± 0,10	60,21 ± 2,35	2,49 ± 0,12
30	4,71 ± 0,04	69,34 ± 1,92	3,14 ± 0,16
45	4,73 ± 0,08	74,01 ± 2,27	3,07 ± 0,13
60	4,93 ± 0,06	81,47 ± 1,98	3,37 ± 0,10

Días maduración	MG	MG/ES	Ind.Acidez
0	24,1 ± 1,6	49,3 ± 4,9	0,19 ± 0,14
2	25,5 ± 1,7	48,6 ± 4,8	0,21 ± 0,18
5	26,0 ± 1,9	48,3 ± 5,2	0,25 ± 0,05
8	27,3 ± 1,4	49,5 ± 4,5	0,29 ± 0,07
12	29,7 ± 1,7	50,7 ± 4,5	0,31 ± 0,16
15	30,8 ± 1,5	51,1 ± 4,9	0,34 ± 0,10
30	36,1 ± 1,4	52,0 ± 4,7	1,00 ± 0,16
45	38,4 ± 2,0	51,9 ± 4,9	1,29 ± 0,06
60	43,6 ± 2,1	53,5 ± 4,7	1,90 ± 0,07

Días maduración	NT	NT/ES	Proteína/ES
0	2,695 ± 0,299	5,50 ± 0,71	35,09 ± 3,56
2	2,956 ± 0,294	5,62 ± 0,72	35,86 ± 3,48
5	3,138 ± 0,296	5,82 ± 0,74	37,13 ± 3,60
8	3,211 ± 0,298	5,81 ± 0,72	37,07 ± 3,60
12	3,363 ± 0,291	5,73 ± 0,66	36,56 ± 3,64
15	3,394 ± 0,293	5,64 ± 0,69	35,98 ± 3,48
30	3,843 ± 0,293	5,54 ± 0,72	35,35 ± 3,63
45	4,296 ± 0,294	5,80 ± 0,71	37,00 ± 3,83
60	4,905 ± 0,292	6,02 ± 0,67	38,41 ± 3,72

Días Maduración	NNP	NNP/ES	NNP/NT
0	0,045 ± 0,011	0,092 ± 0,068	1,67 ± 0,51
2	0,070 ± 0,011	0,133 ± 0,069	2,38 ± 0,52
5	0,093 ± 0,015	0,173 ± 0,071	2,96 ± 0,51
8	0,107 ± 0,009	0,194 ± 0,068	3,33 ± 0,52
12	0,116 ± 0,005	0,198 ± 0,067	3,45 ± 0,51
15	0,133 ± 0,007	0,221 ± 0,070	3,92 ± 0,53
30	0,162 ± 0,014	0,234 ± 0,068	4,22 ± 0,51
45	0,191 ± 0,005	0,258 ± 0,065	4,45 ± 0,53
60	0,236 ± 0,009	0,290 ± 0,064	4,81 ± 0,52

II.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

II.2.1. Evolución de los grupos microbianos durante la maduración

Los fenómenos implicados en la maduración del queso son muy complejos debido en parte a la diversidad de microorganismos, en constante evolución, que participan en el proceso. Ciertas especies se desarrollan y otras tienden a desaparecer, sin que exista un equilibrio microbiológico estable. El conocimiento de la flora microbiana presente en un queso, de su evolución a lo largo de la maduración, y de la contribución de los diversos microorganismos a este proceso tiene una importancia fundamental para la puesta a punto de una tecnología adecuada de fabricación (Gutiérrez et al., 1988).

Existen varios trabajos sobre los cambios microbiológicos que experimentan los quesos elaborados a base de leche de cabra sin adición de cultivos iniciadores durante su maduración. Así, tenemos en quesos españoles los estudios realizados por Gutiérrez et al. (1988) en queso Valdeteja; Fontecha et al. (1990) en queso Majorero; Mas et al. (1991), González-Crespo y Mas (1992) y Mas y González-Crespo (1993) en queso los Ibores; Mor-Mur et al. (1994) en queso Cendrat del Montsec; Medina et al. (1992) y Juárez et al. (1991) en queso de Gredos; Tornadijo et al. (1995) en queso Armada. Y en otros países encontramos los trabajos realizados por Fatichenti et al. (1979) en Cerdeña; Tham et al. (1990) en Suecia, Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis (1992) en Grecia.

Las Tablas RD.18, RD.19, RD.20, RD.21 y RD.22 muestran los recuentos correspondientes a la evolución de los grupos microbianos estudiados presentes en los distintos lotes de queso durante los 60 días de maduración.

II.2.1.1. Queso elaborado con leche cruda sin cultivos iniciadores

La siguiente figura muestra la evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos elaborados en planta piloto a partir de leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (designado como LOTE C).

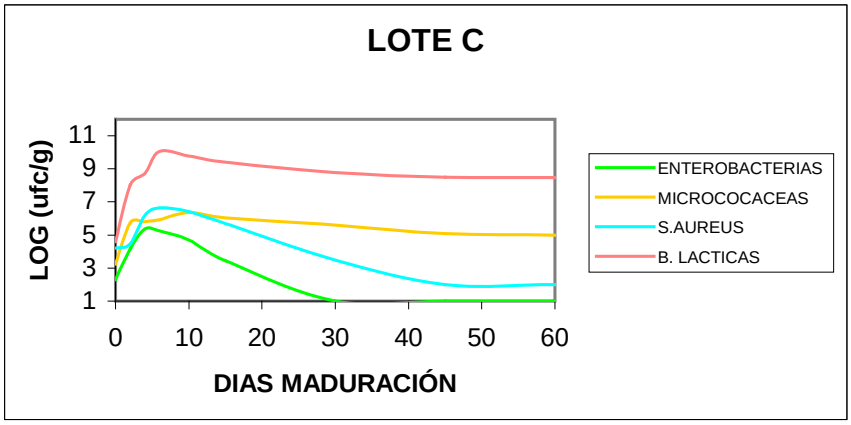


Figura RD. 21. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE C durante los 60 días de maduración

La leche utilizada en la elaboración de este lote presentó unos recuentos de aerobios mesófilos de 5 log ufc/ml (Tabla RD.18). Este valor fue similar al obtenido por Medina et al. (1992) en queso de Gredos, para el que refiere valores de 4,75±0,29 log ufc/ml; pero fue inferior a los recuentos referidos en leche cruda de cabra utilizada en la elaboración de otros quesos (Gutiérrez et al., 1988; Fontecha et al., 1990; Mas et al., 1991; Mor-Mur et al., 1992; Tornadijo et al., 1995).

Los recuentos de Enterobacterias, coliformes fecales y *Staphylococcus aureus* de la leche, también fueron inferiores a los observados por otros autores, lo que indica buena calidad higiénica en la recogida, transporte, refrigeración y manipulación de la leche utilizada en la elaboración de los quesos. Estas buenas condiciones higiénicas de la leche pueden ser debidas a que fue suministrada por una quesería que cuenta con rebaño de cabras propio, de cuya limpieza, nutrición y cuidados sanitarios se encarga directamente.

Los recuentos de estos grupos microbianos observados en el queso de 0 días fueron superiores, por término medio, en 1 unidad logarítmica respecto de los observados en la leche. Este incremento en los recuentos se debe a la multiplicación bacteriana y a la retención física de los microorganismos durante la coagulación y desuerado (Tatini et al., 1971). El incremento observado en estos quesos es similar al referido por Medina et al.

(1992) en queso de Gredos, Tornadijo et al. (1995) en queso Armada y Gutiérrez et al. (1988) en queso Valdeteja.

Así, el nivel inicial de **aerobios mesófilos** a los 0 días, fue de **6,51±0,80 log ufc/g**, aumentando el recuento de estos microorganismos en dos unidades logarítmicas a los 5 días de maduración. El valor máximo de aerobios mesófilos se alcanzó a los 12 días de maduración obteniéndose un recuento de **8,96±0,49 log ufc/g**. A partir de este momento este grupo microbiano fue descendiendo progresivamente hasta alcanzar un valor final de **7,38±0,79 log ufc/g** a los 60 días de maduración.

Los recuentos de aerobios mesófilos presentes durante la maduración de este lote fueron similares a los obtenidos por otros autores en queso de cabra de los Ibores (Mas et al., 1991; González-Crespo y Mas, 1992; Mas y González-Crespo, 1993); pero inferiores, en todo momento, a los referidos para queso Valdeteja de 27 días de maduración (Gutiérrez et al., 1988), para queso Majorero artesanal (Fontecha et al., 1990), para queso Armada (Tornadijo et al., 1995) y para queso de Gredos (Medina et al., 1992; Juárez et al., 1991) y Cendrat del Montsec (Mor-Mur et al., 1992).

Tham (1989) señaló niveles de este grupo de microorganismos de (> 9 < 10 log ufc/g) mientras que los valores señalados por Fatichenti et al. (1979) en queso de cabra de Cerdeña 10 días de maduración fueron de 5-7 log ufc/g. Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis (1992) indicaron en queso blanco en salmuera niveles iniciales de en la cuajada de 5,82 log ufc/g, que aumentaron durante el proceso de maduración para posteriormente descender hasta 6,96 log ufc/g a los 90 días de maduración, debido a la acción combinada del bajo valor de pH y del alto contenido en sal.

Los recuentos iniciales de **Enterobacterias** fueron de **2,3±0,59 log ufc/g**, a los dos días de maduración los recuentos aumentaron en dos unidades logarítmicas. El nivel máximo de Enterobacterias se alcanzó a los 5 días de maduración, momento en el que se obtuvo un recuento de **5,36±0,81 log ufc/g**. Posteriormente los recuentos fueron disminuyendo progresivamente, de tal forma que a partir del día 15 y hasta el final de la maduración este grupo microbiano dejó de detectarse, puesto que los valores obtenidos resultaron inferiores a **1 log ufc/g**.

Los valores de Enterobacterias detectados en este lote fueron inferiores a los referidos por otros autores (Gutiérrez et al., 1989) en queso Valdeteja, (Medina et al., 1992 y Juárez et al., 1991) en queso de Gredos, (Mor-Mur et al., 1994) en queso Cendrat del Montsec; pero superiores a los obtenidos por Mas et al. (1991), González-Crespo y Mas (1992), Mas y González-Crespo 1993) en queso los Ibores. En estos quesos también se describe una progresiva disminución en los recuentos de Enterobacterias a partir del día 15 de maduración, siendo la evolución muy similar a la descrita para este lote.

Los niveles iniciales de **coliformes fecales** resultaron elevados, alcanzando valores de **3,80 log ufc/g**. Estos recuentos fueron continuamente descendiendo hasta alcanzar un mínimo de **0,48 log ufc/g** en el día 30 de maduración. Los niveles de coliformes fecales se estabilizaron en este valor hasta el final de la maduración.

Los valores obtenidos para coliformes fecales resultaron superiores a los descritos por Mas et al. (1991), González-Crespo y Mas (1992), Mas y González-Crespo 1993) en queso los Ibores, y Mor-Mur et al. (1994) para el queso Cendrat del Montsec, si bien la evolución de los mismos fue similar.

Medina et al. (1992) y Juárez et al. (1991) en queso de Gredos, parten de recuentos muy bajos para este grupo microbiano (2,12 log ufc/g en la cuajada), produciéndose un aumento de 2 unidades logarítmicas a los 4 días de maduración.

Por su parte, ***Staphylococcus aureus*** presentó unos recuentos iniciales de **4,20±1,13 log ufc/g**, valor que aumentó en dos unidades logarítmicas a los 5 días de maduración, alcanzando un máximo de **6,63±1,00 log ufc/g**. A partir de este momento los recuentos fueron descendiendo de forma que a los 45 días de maduración ya no se detecta su presencia.

Medina et al. (1992) y Juárez et al. (1991) obtienen valores de 2,91±1,54 en la cuajada de queso de Gredos y dejan de detectar este grupo microbiano a partir del día 30 de maduración.

De forma general se observa que los microorganismos indicadores de la calidad higiénico-sanitaria del queso, presentaron unos niveles iniciales elevados, Enterobacterias (2,30±0,59 log ufc/g), coliformes fecales (>3,38 log ufc/g) y *Staphyloccoccus aureus* (4,20±1,13 log ufc/g); pero inferiores a los referidos por otros autores en quesos de cabra elaborados a partir de leche cruda sin cultivos iniciadores, lo cual nos de idea de la buena calidad microbiológica de la leche de partida. En general, estos grupos microbianos siguieron multiplicándose en los primeros días de la maduración, alcanzando sus niveles máximos en torno a los 8 días, momento a partir del cual se observa un progresivo descenso en sus recuentos, llegando incluso, en algunos casos, a no ser detectados.

Este comportamiento está justificado por la evolución que experimentó el pH en este lote. En los quesos elaborados a partir de leche cruda sin adición de cultivos iniciadores, el descenso de pH se produjo de un modo gradual, teniendo que pasar 8 días para que el pH disminuyera hasta valores lo suficientemente bajos (4,56±0,10) como para poder inhibir el crecimiento de los microorganismos indicadores.

El grupo de **Micrococáceas** presentó unos recuentos iniciales de **3,26±0,62 log ufc/g**, este valor se incrementó rápidamente en dos unidades logarítmicas a los 2 días de la maduración. Posteriormente las Micrococáceas experimentaron un ligero aumento hasta lacanzar su valor máximo a los 12 días de maduración (**6,36±1,23 log ufc/g**). A partir de este momento, los recuentos de Micrococáceas experimentaron un leve descenso que se mantuvo hasta el final de la maduración.

Estos valores resultaron inferiores a los referidos por Fontecha et al. (1990) para queso Majorero, que obtuvieron valores máximos de 7,27 log ufc/g a los 2 días de maduración; pero superiores a los referidos por Mas et al. (1991) en queso los Ibores, Tornadijo et al. (1995) en queso Armada, Gutiérrez et al. (1988) en queso Valdeteja.

Los recuentos iniciales de **bacterias lácticas** presentes en este lote fueron de **4,60±1,43 log ufc/g**. Este grupo microbiano experimentó un espectacular aumento, de 4 unidades logarítmicas, a los 2 días de maduración. El nivel máximo de bacterias lácticas (**10,04±0,59 log ufc/g**) se obtuvo a los 8 días de maduración, momento en el que el pH alcanza su valor más bajo, debido a la producción de ácido láctico por parte de estos

microorganismos. Los valores finales correspondientes a las bacterias lácticas fueron de **8,46±1,47 log ufc/g** a los 60 días de maduración. Esta población de bacterias lácticas, procedente de la leche de partida, resulta suficiente para provocar una reducción importante del pH, si bien necesita para ello un margen de 8 días, durante los cuales también se produce la proliferación de microorganismos no deseables.

Las bacterias lácticas fueron el grupo microbiano más abundante durante la maduración de los quesos pertenecientes a este lote, presentando valores y comportamientos similares a los referidos por otros autores para quesos de cabra, Fontecha et al. (1990) en queso Majorero artesanal, Gutiérrez et al. (1988) y Fresno et al. (1988) en queso Valdeteja, Medina et al. (1992) en queso de Gredos, Tornadijo et al. (1995) en queso Armada. Mor-Mur et al. (1994) indicaron valores de bacterias lácticas algo inferiores (de 6 a 7 log ufc/g) en queso Cendrat del Montsec.

En quesos extranjeros elaborados con leche de cabra, Fatichenti et al. (1979) refiere valores entre 6 y 7 log ufc/g en quesos de Cerdeña, Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis (1992) citan recuentos de bacterias lácticas de 8,55 log ufc/g en queso blanco en salmuera.

Por último, Las **levaduras** y **mohos** presentaron un valor inicial de **5,20±0,79 log ufc/g**. Estos recuentos experimentaron un lento pero constante incremento durante toda la maduración alcanzando un valor final de **6,92±1,32 log ufc/g** a los 60 días. El recuento de mohos y levaduras, explicaría la ligera recuperación que experimenta el valor de pH al final de la maduración, ya que las levaduras son capaces de metabolizar el ácido láctico producido por las bacterias lácticas.

Resultados similares a los obtenidos por Gutiérrez et al. (1988) en queso Valdeteja, pero superiores a los referidos por Mas et al. (1991) en queso los Ibores, Fontecha et al. (1990) en queso Majorero artesanal, Mor-Mur et al. (1994) en queso Cendrat del Montsec y Tornadijo et al. (1995) en queso Armada.

II.2.1.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores.

Las siguientes figuras muestran la evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos elaborados en planta piloto a partir de leche cruda más cultivos iniciadores (LOTES CA y CB).

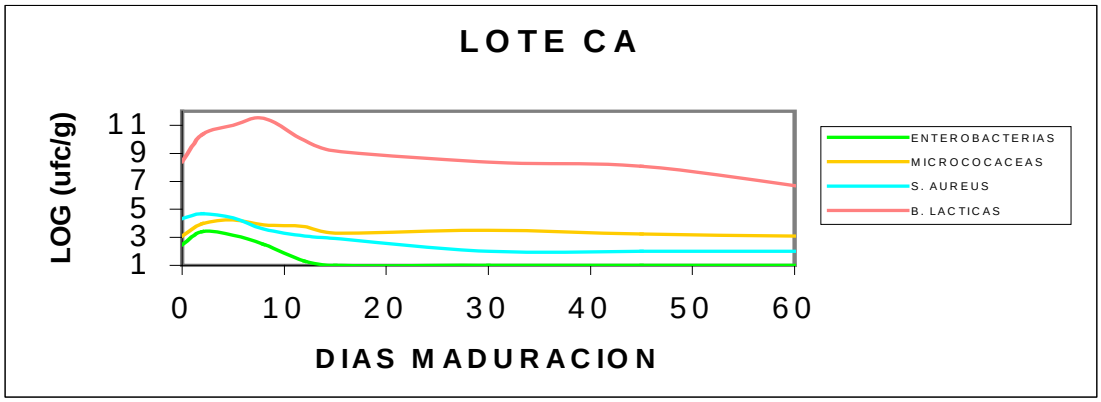


Figura RD.22. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE CA durante los 60 días de maduración

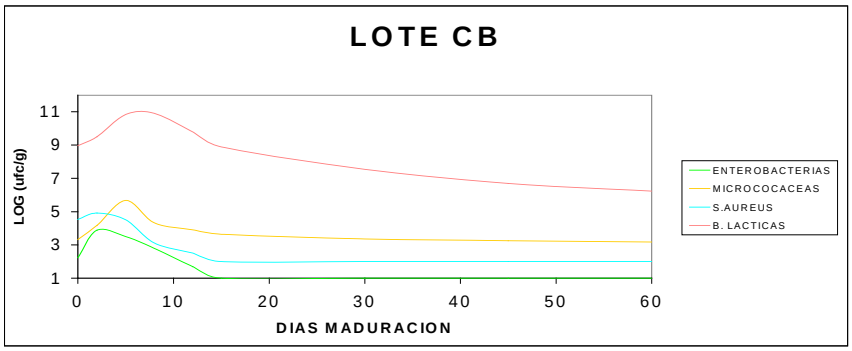


Figura RD.23. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE CB durante los 60 días de maduración

El nivel inicial de **aerobios mesófilos** fue de **6,71±0,82 log ufc/g** para los quesos del lote CA y **6,56±1,61 log ufc/g** para los quesos del lote CB (Tablas RD.19 y RD.21).

Los recuentos de este grupo microbiano experimentaron un continuo crecimiento durante los primeros 12 días de la maduración alcanzando unos valores máximos de **8,11±1,23 log ufc/g** en el lote CA y de **8,30±0,50 log ufc/g** en el lote CB. Posteriormente los niveles fueron disminuyendo de forma progresiva hasta el final de la maduración.

Los grupos microbianos indicadores de la calidad microbiológica del queso presentaron un comportamiento muy similar en los dos lotes analizados. Así, las **Enterobacterias** presentaron unos recuentos iniciales de **2,48±1,21 log ufc/g** en el lote CA y de **2,23±0,64 log ufc/g** en el lote CB. Este grupo microbiano presentó un crecimiento de 1 unidad logarítmica a los 2 días de maduración y posteriormente, fue disminuyendo paulatinamente hasta alcanzar niveles inferiores a **1 log ufc/g** a los 15 días de la maduración.

Para **coliformes fecales** se obtuvieron unos recuentos iniciales que superaban los **3,38 log ufc/g**, el nivel de este grupo microbiano descendió de forma constante hasta no poder ser detectado a partir del día 15 de maduración en el lote CA y del día 8 en el lote CB.

Los niveles iniciales de ***Staphylococcus aureus*** fueron de **4,32±0,48 log ufc/g** en el lote CA y de **4,53±0,72 log ufc/g** en el lote CB. Los recuentos de *Staphylococcus aureus* disminuyeron constantemente hasta no ser detectado a partir del día 30 en el lote CA y del día 15 en el lote CB.

El grupo de **micrococáceas** presentó unos recuentos iniciales de **3,08±1,38 log ufc/g** en el lote CA y **3,32±0,81 log ufc/g** en el lote CB. También en este caso se observó una evolución muy similar en ambos lotes, alcanzando un valor máximo a los 5 días de maduración, para, posteriormente estabilizar sus recuentos hasta los 60 días de maduración.

Los recuentos iniciales de **bacterias lácticas** fueron de **8,40±0,66** log ufc/g en el lote CA y de **8,96±1,06** log ufc/g en el lote CB. El valor máximo obtenido para las bacterias lácticas se alcanzó, en ambos lotes, a los 8 días de maduración. A partir de este momento los

niveles fueron disminuyendo de forma continua hasta el final de la maduración alcanzando valores de **6,70±1,17 log ufc/g** en el lote CA y **6,23±0,84 log ufc/g** en el lote CB.

Los **mohos** y **levaduras** presentaron un recuentos iniciales de **5,32±0,84 log ufc/g** en el lote CA y de **6,04±1,54 log ufc/g** en el lote CB. En los quesos del lote CA los recuentos de mohos y levaduras alcanzaron un valor máximo de **6,76±0,63 log ufc/g** a los 12 días de maduración, mientras que en el lote CB el valor máximo de **6,40±0,43 log ufc/g** se alcanzó a los 5 días de maduración.

II.2.1.3. Efecto de la pasteurización y adición de cultivos iniciadores

Las siguientes figuras muestran la evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos elaborados en planta piloto a partir de leche pasteurizada más cultivos iniciadores (LOTES PA y PB).

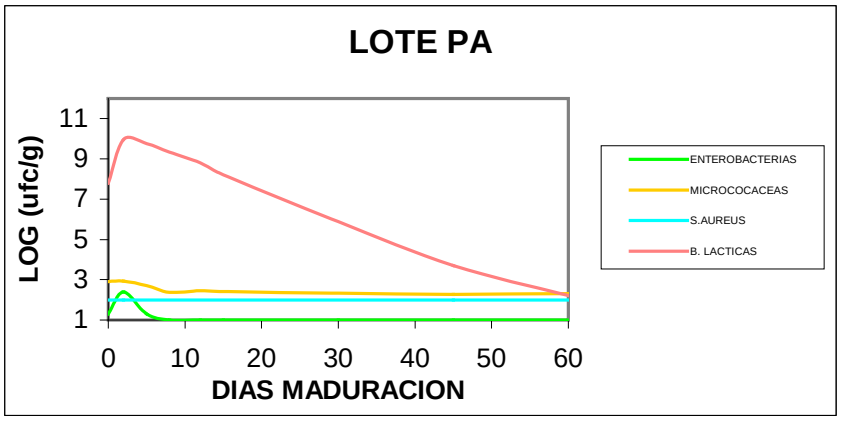


Figura RD.24. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE PA durante los 60 días de maduración

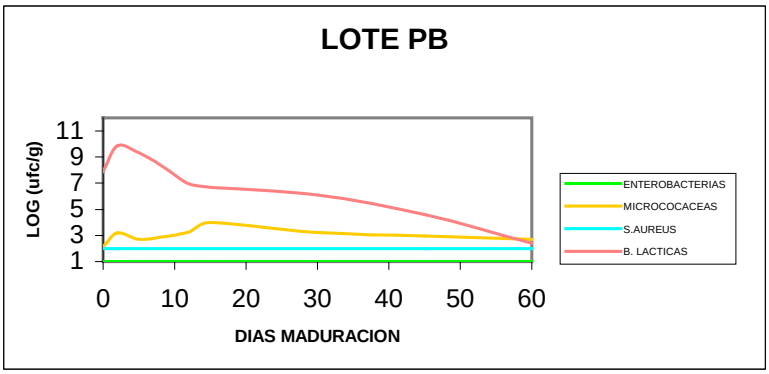


Figura RD.25. Evolución de los principales grupos microbianos estudiados en los quesos pertenecientes al LOTE PB durante los 60 días de maduración

Los recuentos de mesófilos encontrados en la leche (2,1 log ufc/ml) están dentro del rango habitual para la leche de cabra pasteurizada (Fatichenti et al., 1979; Gómez et al., 1989; Requena et al., 1992; Belda et al., 1997) y es del orden de 10 veces menor que el de la leche cruda. *Staphylococcus aureus*, Enterobacterias y coliformes fecales, que son los organismos indicadores de la calidad bacteriológica de la leche, no fueron detectados en ninguna de las muestras analizadas.

Los niveles de aerobios mesófilos y bacterias lácticas se incrementaron drásticamente (alrededor de 2-3 unidades logarítmicas) desde la leche al queso de 0 días de maduración, debido a la adición del cultivo iniciador y a la posterior multiplicación bacteriana y retención de microorganismos en la cuajada (Tatini et al., 1971).

El nivel inicial de **aerobios mesófilos** fue de **6,26±0,22 log ufc/g** para los quesos del lote PA y **6,80±0,83 log ufc/g** para los quesos del lote PB (Tablas RD.20 y RD.22). En los quesos de ambos lotes, el recuento de aerobios mesófilos experimentó un aumento en 2 unidades logarítmicas a los 2 días de maduración, alcanzando su nivel máximo a los 5 días con un valor de **8,60±0,93 log ufc/g** en el lote PA y de **8,11±1,05 log ufc/g** en el lote PB. A partir de este momento el nivel fue descendiento de forma constante hasta obtener un valor

final de **4,32±0,81 log ufc/g** en el lote PA y de **5,51±1,04 log ufc/g** en el lote PB a los 60 días de maduración.

Estos valores fueron inferiores a los citados por Gómez et al. (1989) para queso Majorero de elaboración industrial, Requena et al (1992) en queso de cabra de elaboración experimental en laboratorio y en planta piloto, González-Crespo y Mas (1993) en la elaboración de queso de cabra de pasta prensada y Belda et al. (1997) en queso industrial de Tenerife.

No se detectó la presencia de **coliformes fecales** ni ***Staphylococcus aureus*** en ninguna de las muestras analizadas correspondientes a estos lotes. Las **Enterobacterias** estuvieron ausentes en los quesos pertenecientes al lote PB; mientras que en el lote PA se detectaron Enterobacterias en niveles muy bajos **2,38±1,36 log ufc/g** a los 2 días de maduración, posiblemente debido a una pequeña recontaminación postpasteurización. Este grupo microbiano dejó de detectarse a partir del día 8 de maduración.

Todo ello indica que la calidad bacteriológica de estos quesos fue buena, reflejando buenas condiciones higiénicas durante los procesos de elaboración y manipulación.

Por su parte, el grupo de **micrococáceas** presentó unos recuentos iniciales de **2,90±1,58 log ufc/g** en el lote PA y **2,15±1,09 log ufc/g** en el lote PB.

La evolución de este grupo microbiano fue muy similar en cada uno de los lotes considerados. Así, en los quesos del lote PA se observa que los recuentos de micrococáceas experimentaron una ligera disminución en los primeros 8 días de la maduración, y posteriormente se estabilizaron hasta el final del proceso. En los quesos pertenecientes al lote PB se observó el mismo comportamiento inicial, si bien los niveles de micrococáceas experimentaron un ligero aumento a los 15 días de maduración, alcanzando niveles de **4,00±0,78 log ufc/g**. A partir de este momento, los recuentos fueron disminuyendo progresivamente, de tal forma que los niveles finales alcanzados en ambos lotes fueron muy similares.

Gómez et al. (1989) describen recuento y comportamientos similares en dos partidas de queso Majorero de elaboración industrial, Belda et al. (1997) obtuvieron niveles de Micrococáceas de 2,24±0,94 log ufc/g a los 30 días y 3,46±0,51 log ufc/g a los 60 días de maduración en queso industrial de Tenerife.

Los recuentos iniciales de **bacterias lácticas** fueron de **7,79±0,94 log ufc/g** en el lote PA y de **7,90±1,15 log ufc/g** en el lote PB. Este grupo microbiano experimentó un aumento de 2 unidades logarítmicas a los 2 días de maduración, alcanzando sus niveles máximos de **9,96±0,87 log ufc/g** en el lote PA y **9,86±1,30 log ufc/g** en el lote PB. A partir de este momento, los valores de este grupo microbiano fueron descendiendo de forma continua hasta el final de la maduración, alcanzándose unos recuentos finales muy similares en ambos lotes, **2,20±1,00 log ufc/g** en el lote PA y **2,40±0,90 log ufc/g** en el lote PB.

Resulta destacable los bajos valores obtenidos a los 60 días de maduración que reflejan la escasa capacidad de adaptación, de los microorganismos que componen los cultivos iniciadores utilizados, a las condiciones que exhiben los quesos de estos lotes al final de la maduración.

Resultados y evoluciones similares son descritos por otros autores, Belda et al. (1997) en queso industrial de Tenerife y Requena et al. (1992) en queso de cabra de elaboración experimental en laboratorio y en planta piloto.

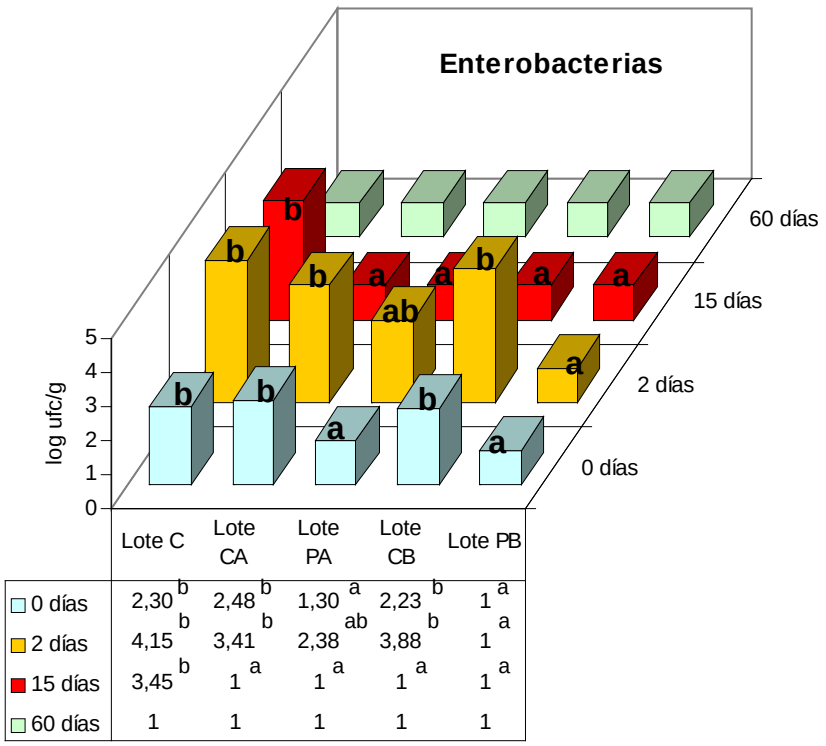
Por último, los **mohos** y **levaduras** presentaron un recuentos iniciales de **4,85±0,97 log ufc/g** en el lote PA y de **4,99±1,24 log ufc/g** en el lote PB. La evolución de estos microorganismos fue muy similar en ambos lotes, experimentando un aumento progresivo hasta alcanzar unos niveles finales de **7,94±0,65 log ufc/g** en el lote PA y **8,34±0,96 log ufc/g** en el lote PB a los 60 días de maduración.

Estos valores resultaron superiores a los citados por otros autores en quesos similares, Gómez et al. (1989) (2,69 log ufc/g) en queso Majorero de elaboración industrial y Belda et al. (1997) (4,15±0,26 log ufc/g) en queso Tenerife. Estos altos valores de mohos y levaduras pueden explicarse si tenemos en cuenta los bajos recuentos de bacterias lácticas presentes en los quesos en este momento, lo que sugiere que la falta de microorganismos

competidores favorece el desarrollo de mohos y levaduras y el ácido láctico es buen sustrato para su desarrollo.

II.2.1.4. Comparación de los resultados obtenidos

Al comparar los resultados obtenidos en la evolución de los microorganismos que intervienen en la maduración de los cinco lotes de queso, se observaron las diferencias significativas que se indican en las Figuras que se muestran a continuación.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	2,30 b	2,48 b	1,30 a	2,23 b	1 a
2 días	4,15 b	3,41 b	2,38 ab	3,88 b	1 a
15 días	3,45 b	1 a	1 a	1 a	1 a
60 días	1	1	1	1	1

Figura RD.26. Representación y datos medios de los recuentos de Enterobacterias durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados

En el caso de las Enterobacterias puede observarse como al inicio de la maduración las principales diferencias se encuentran entre los lotes elaborados con leche cruda (C, CA y CB) y los elaborados con leche pasteurizada (PA y PB). Sin embargo ya a los 15 días de maduración, es la inoculación con cultivos iniciadores (lotes CA, PA, CB y PB frente al lote C) la que marca las diferencias observadas. Al final de la maduración todos los lotes presentaban resultados negativos al efectuar el recuento de microorganismos de este grupo.

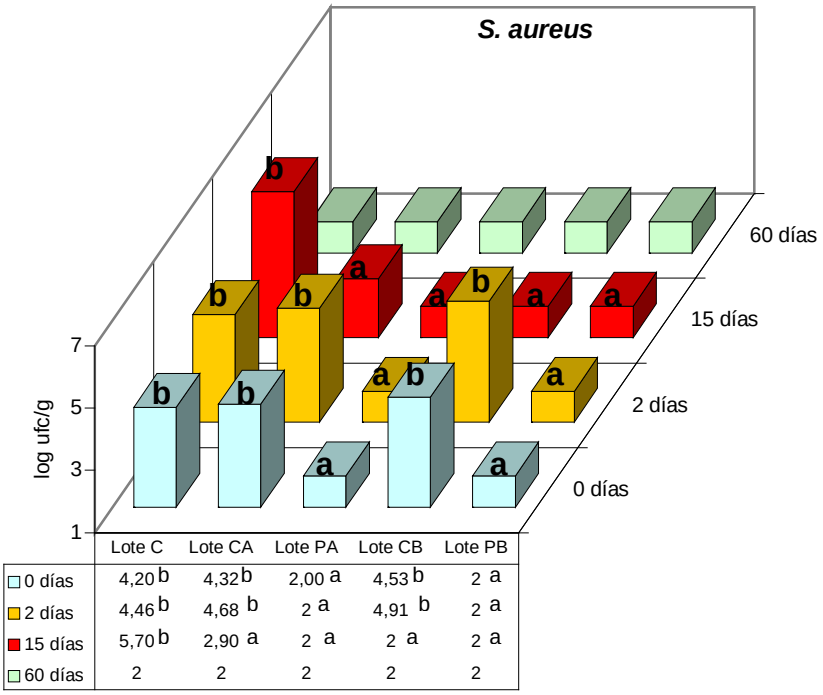


Figura RD.27. Representación y datos medios de los recuentos *de Staphylococcus aureus* durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

Como queda reflejado en la figura RD.27, las diferencias encontradas entre los distintos lotes con respecto a la presencia de ***Staphylococcus aureus*** presentan una evolución similar a las halladas en Enterobacterias. Así, si bien al principio de la maduración es la pasteurización de la leche de partida la que marca las diferencias encontradas, pronto es la presencia de cultivo iniciador el principal factor de influencia. Igualmente, en ninguno de los lotes se detectó la presencia de *S.aureus* al final de la maduración.

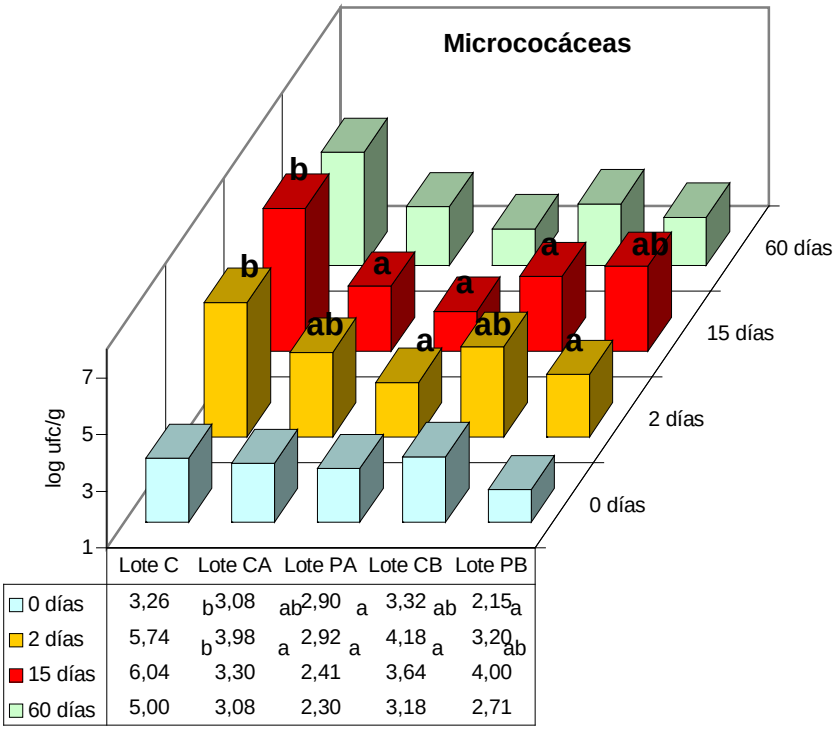
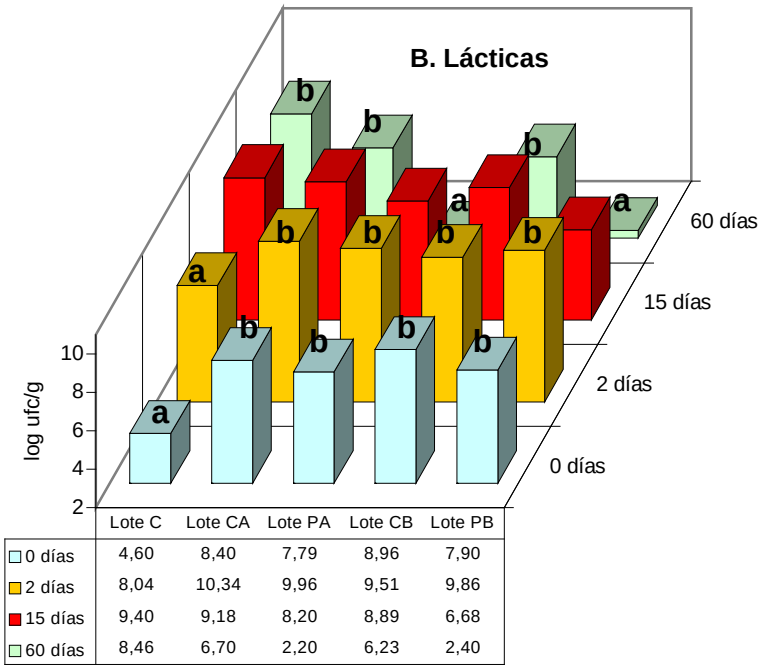


Figura RD.28. Representación y datos medios de los recuentos de Micrococáceas durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

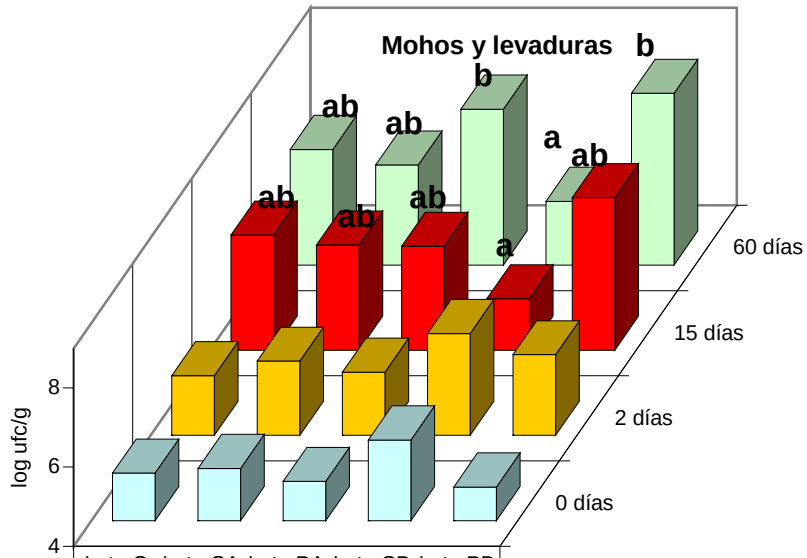
Por su parte, las diferencias halladas en el recuento de **Micrococáceas** muestran también una mayor influencia de la inoculación frente al tratamiento térmico de la leche (lotes CA, PA, CB y PB frente al lote C). Las diferencias entre estos lotes son especialmente significativas hacia la mitad del proceso de maduración, perdiendo su significado al final de la misma.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	4,60	8,40	7,79	8,96	7,90
2 días	8,04	10,34	9,96	9,51	9,86
15 días	9,40	9,18	8,20	8,89	6,68
60 días	8,46	6,70	2,20	6,23	2,40

Figura RD.29. Representación y datos medios de los recuentos de bacterias lácticas durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

En la figura RD.29, correspondiente a los recuentos de **bacterias lácticas** efectuados, puede observarse como al principio de la maduración las principales diferencias se encuentran, como podía esperarse, entre los lotes inoculados con cultivos iniciadores (CA, CB, PA y PB) y el lote no inoculado (lote C). Sin embargo, ya en el día 15 de maduración no se encontraron diferencias significativas entre los lotes. De hecho, a partir de este momento las diferencias entre lotes muestran claramente la influencia del tratamiento térmico inicial de la leche, siendo especialmente significativas las diferencias halladas entre los lotes elaborados con leche cruda en los que no fueron eliminadas las bacterias lácticas presentes en la leche de partida (lotes C, CA y CB) frente a los lotes en los que el tratamiento térmico aplicado eliminó estas bacterias (lotes PA y PB). En los quesos pertenecientes a estos dos últimos lotes los recuentos de bacterias lácticas al final de la maduración mostraron valores especialmente bajos.



	Lote C	Lote CA	Lote PA	Lote CB	Lote PB
0 días	5,20	5,32	4,99	6,04	4,85
2 días	5,51	5,88	5,60	6,58	6,04
15 días	6,91 ab	6,66 ab	6,63 ab	5,30 a	7,86 ab
60 días	6,92 ab	6,53 ab	7,94 b	5,61 a	8,34 b

Figura RD.30. Representación y datos medios de los recuentos de Mohos y levaduras durante la maduración de los cinco lotes de queso estudiados. Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas

Esta figura RD.30 correspondiente a los datos obtenidos en la investigación de la evolución de **Mohos y levaduras** en los distintos lotes, muestra la ausencia de diferencias significativas en el inicio de la maduración. Esta observación puede ser explicada si se tiene en cuenta la procedencia ambiental de este grupo de microorganismos, que aparecen en todos los quesos elaborados en nuestra planta piloto en cantidad similar. Sin embargo, al final de la maduración se observan diferencias en los recuentos de mohos y levaduras entre los lotes elaborados con leche cruda (C, CA y CB) frente a los elaborados con leche pasteurizada (PA y PB) que presentaban valores significativamente más altos. Debe recordarse que los quesos de los lotes PA y PB en este momento de maduración presentan muy bajos recuentos de bacterias lácticas lo que parece ser la causa de una mayor proliferación de mohos y levaduras.

La evolución de un grupo microbiano concreto condiciona a su vez el comportamiento de los otros microorganismos presentes en el queso. Así queda reflejado en las siguientes gráficas en las que puede observarse que las diferencias en la evolución de las bacterias lácticas encontradas entre los distintos lotes condicionan la evolución del grupo de Enterobacterias, presentes en cantidades apreciables durante más de 20 días de maduración en el lote C pero cuya presencia apenas superó los 10 días en los lotes inoculados elaborados con leche no pasteurizada (lotes CA y CB). En los quesos pertenecientes a los lotes elaborados con leche pasteurizada, las Enterobacterias desaparecieron en el tratamiento de pasteurización aplicado, salvo en los quesos del lote PA en la que se produjo una recontaminación postpasteurización.

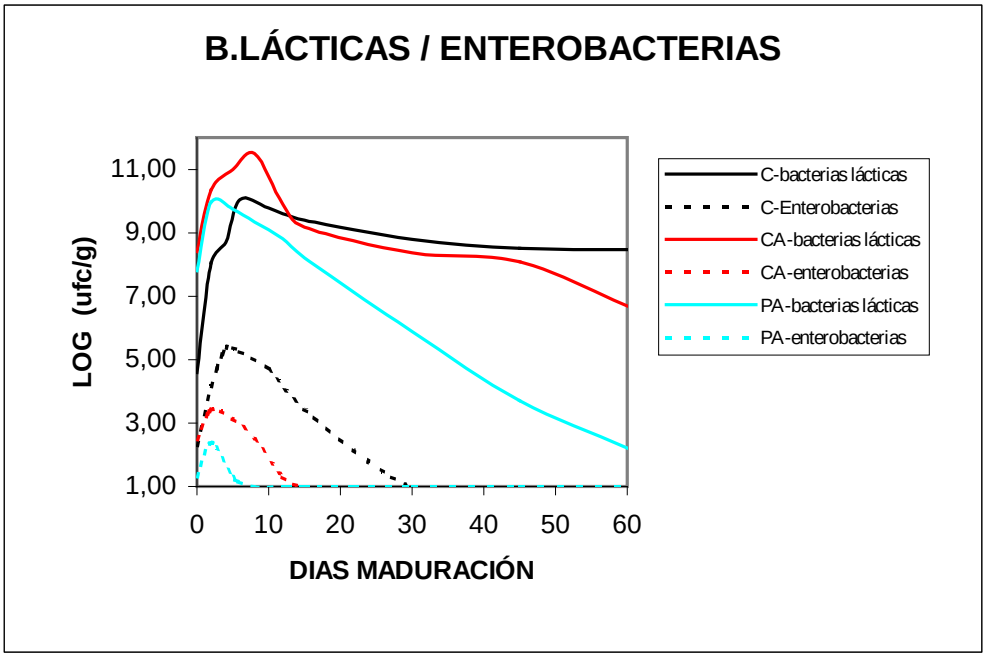


Figura RD.31. Evolución del grupo de bacterias lácticas y Enterobacterias en el lote de queso elaborado con leche cruda (LOTE C) y los lotes de queso elaborados con cultivos iniciadores A (LOTES CA y PA)

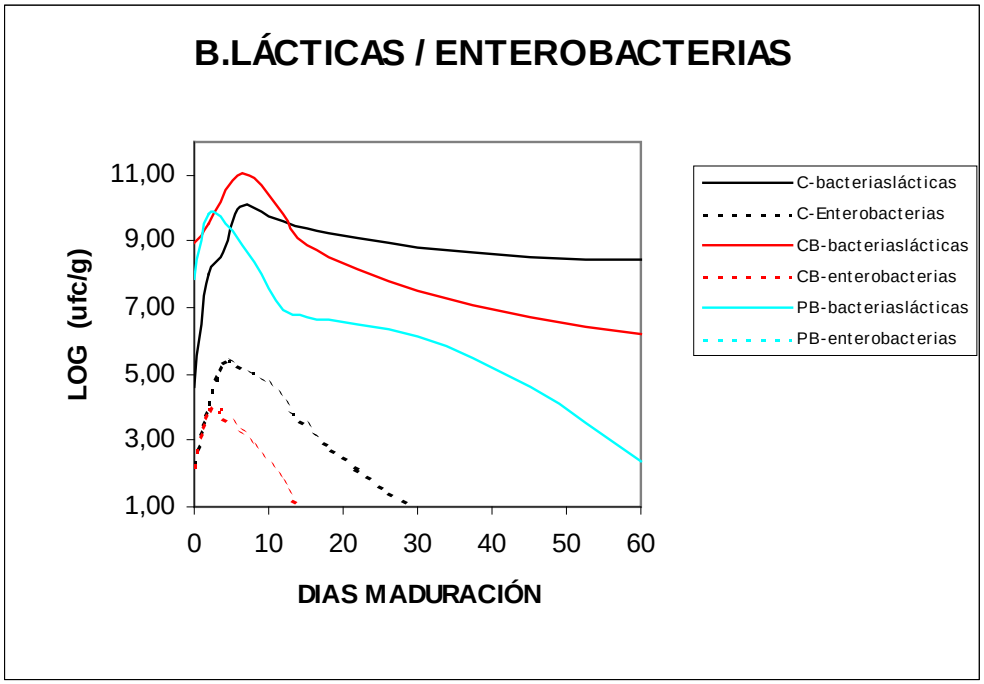


Figura RD.32. Evolución del grupo de bacterias lácticas y Enterobacterias en el lote de queso elaborado con leche cruda (LOTE C) y los lotes de queso elaborados con cultivos iniciadores B (LOTES CB y PB)

Por último señalar que no existieron diferencias significativas para ningún grupo microbiano a lo largo de la maduración entre los lotes PA y PB por un lado y los lotes CA y CB por otro, lo que indica que los cultivos iniciadores empleados (A y B) presentan un comportamiento muy parecido, lo cual es lógico considerando que la composición de ambos cultivos era muy similar.

Tabla RD.18. Medías y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE C. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso

Días maduración	Mesófilos	Enterobacterias	Coliformes fecales	B. Lácticas
Leche	5,10 ± 0,15	1,95 ± 0,31	2,08	3,85 ± 0,72
0	6,51 ± 0,80	2,30 ± 0,59	>3,38	4,60 ± 1,43
2	6,60 ± 1,22	4,15 ± 0,44	>3,38	8,04 ± 0,75
5	8,10 ± 1,13	5,36 ± 0,81	3,04	8,70 ± 1,29
8	8,80 ± 1,13	5,26 ± 0,96	2,66	10,04 ± 0,59
12	8,96 ± 0,49	4,70 ± 0,56	2,38	9,78 ± 0,76
15	8,20 ± 0,82	3,45 ± 1,12	2,08	9,40 ± 0,70
30	7,90 ± 1,14	<1	<0,48	8,79 ± 1,02
45	6,95 ± 1,30	<1	<0,48	8,51 ± 0,81
60	7,38 ± 0,79	<1	<0,48	8,46 ± 1,47

Días maduración	Micrococáceas	*S. aureus*	Mohos y levaduras
Leche	2,20 ± 0,56	3,28 ± 0,25	4,30 ± 0,83
0	3,26 ± 0,62	4,20 ± 1,13	5,20 ± 0,79
2	5,74 ± 1,40	4,46 ± 1,13	5,51 ± 0,44
5	5,79 ± 1,04	6,18 ± 0,96	5,76 ± 1,66
8	5,92 ± 0,76	6,63 ± 1,00	5,89 ± 0,36
12	6,36 ± 1,23	6,41 ± 1,63	6,84 ± 1,15
15	6,04 ± 0,77	5,70 ± 1,00	6,91 ± 1,15
30	5,60 ± 0,61	3,48 ± 0,21	6,62 ± 0,96
45	5,08 ± 1,18	<2	6,88 ± 1,20
60	5,00 ± 1,07	<2	6,92 ± 1,32

Tabla RD.19. Medías y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE CA. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso

Días maduración	Mesófilos	Enterobacterias	Coliformes fecales	B. Lácticas
Leche	5,10 ± 0,15	1,95 ± 0,31	2,08	3,85 ± 0,72
0	6,71 ± 0,82	2,48 ± 1,21	>3,38	8,40 ± 0,66
2	7,64 ± 0,62	3,41 ± 1,12	2,18	10,34 ± 0,74
5	8,00 ± 1,44	3,15 ± 0,75	1,97	11,00 ± 1,26
8	7,76 ± 1,26	2,49 ± 0,50	1,88	11,49 ± 1,39
12	8,11 ± 1,23	1,30 ± 1,54	0,95	9,91 ± 0,34
15	6,30 ± 0,78	<1	<0,48	9,18 ± 1,45
30	6,26 ± 1,29	<1	<0,48	8,36 ± 0,83
45	6,20 ± 1,45	<1	<0,48	8,08 ± 0,27
60	6,45 ± 0,99	<1	<0,48	6,70 ± 1,17

Días maduración	Micrococáceas	*S. aureus*	Mohos y levaduras
Leche	2,20 ± 0,56	3,28 ± 4,20	4,30 ± 0,83
0	3,08 ± 1,38	4,32 ± 0,48	5,32 ± 0,84
2	3,98 ± 1,20	4,68 ± 1,38	5,88 ± 1,01
5	4,23 ± 1,04	4,38 ± 0,96	6,32 ± 1,36
8	3,90 ± 1,47	3,59 ± 0,67	6,57 ± 0,90
12	3,78 ± 1,12	3,08 ± 0,60	6,76 ± 0,63
15	3,30 ± 1,37	2,90 ± 1,10	6,66 ± 1,31
30	3,51 ± 1,33	<2	6,49 ± 1,55
45	3,26 ± 0,99	<2	6,43 ± 0,38
60	3,08 ± 1,67	<2	6,53 ± 0,46

Tabla RD.20. Medías y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE PA. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso

Días maduración	Mesófilos	Enterobacterias	Coliformes fecales	B. Lácticas
Leche	2,10 ± 0,95	<1	<0,48	2,35 ± 0,98
0	8,08 ± 0,22	1,30 ± 0,77	<0,48	7,79 ± 0,94
2	8,11 ± 0,85	2,38 ± 1,36	<0,48	9,96 ± 0,87
5	6,08 ± 1,05	1,30 ± 1,13	<0,48	9,75 ± 0,95
8	7,65 ± 0,63	<1	<0,48	9,34 ± 0,77
12	6,08 ± 1,27	<1	<0,48	8,81 ± 0,27
15	5,00 ± 1,25	<1	<0,48	8,20 ± 1,07
30	4,70 ± 0,74	<1	<0,48	5,88 ± 0,64
45	4,38 ± 0,98	<1	<0,48	3,70 ± 1,10
60	4,32 ± 0,81	<1	<0,48	2,20 ± 1,00

Días maduración	Micrococáceas	*S. aureus*	Mohos y levaduras
Leche	<1	<2	<2
0	2,90 ± 1,58	<2	4,99 ± 1,24
2	2,92 ± 0,94	<2	5,60 ± 1,51
5	2,70 ± 0,32	<2	5,88 ± 1,64
8	2,36 ± 1,05	<2	6,99 ± 0,43
12	2,45 ± 1,27	<2	6,00 ± 1,52
15	2,41 ± 1,00	<2	6,63 ± 1,18
30	2,32 ± 0,68	<2	7,00 ± 0,98
45	2,28 ± 0,46	<2	7,88 ± 1,06
60	2,30 ± 1,09	<2	7,94 ± 0,65

Tabla RD.21. Medías y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE CB. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso

Días maduración	Mesófilos	Enterobacterias	Coliformes fecales	B. Lácticas
Leche	5,10 ± 0,15	1,95 ± 0,31	2,08	3,85 ± 0,72
0	6,56 ± 1,61	2,23 ± 0,64	>3,38	8,96 ± 1,06
2	8,20 ± 0,62	3,88 ± 1,36	1,63	9,51 ± 1,29
5	8,00 ± 1,14	3,51 ± 1,02	1,36	10,84 ± 0,70
8	8,30 ± 0,78	2,79 ± 0,98	<0,48	10,90 ± 1,25
12	8,30 ± 0,50	1,70 ± 0,84	<0,48	9,80 ± 0,52
15	7,23 ± 1,11	<1	<0,48	8,89 ± 1,75
30	7,38 ± 1,58	<1	<0,48	7,54 ± 1,48
45	6,49 ± 1,18	<1	<0,48	6,70 ± 1,21
60	6,32 ± 1,10	<1	<0,48	6,23 ± 0,84

días maduración	Micrococáceas	*S. aureus*	Mohos y levaduras
Leche	2,20 ± 0,56	3,28 ± 0,25	4,30 ± 0,83
0	3,32 ± 0,81	4,53 ± 0,72	6,04 ± 1,54
2	4,18 ± 0,53	4,91 ± 0,91	6,58 ± 1,74
5	5,67 ± 0,44	4,51 ± 1,23	6,40 ± 1,43
8	4,32 ± 0,54	3,11 ± 1,09	6,00 ± 0,84
12	3,91 ± 1,40	2,51 ± 1,46	5,43 ± 0,78
15	3,64 ± 1,38	<2	5,30 ± 0,70
30	3,36 ± 1,50	<2	5,38 ± 1,76
45	3,26 ± 1,08	<2	5,51 ± 1,01
60	3,18 ± 1,62	<2	5,61 ± 1,38

Tabla RD.22. Medías y desviaciones típicas de los recuentos de diferentes grupos microbianos de los quesos pertenecientes al LOTE PB. Datos en ufc/ml para la leche y ufc/g para el queso

Días maduración	Mesófilos	Enterobacterias	Coliform. fecales	B. Lácticas
Leche	2,10 ± 0,95	<1	<0,48	2,35 ± 0,98
0	6,80 ± 0,83	<1	<0,48	7,90 ± 1,15
2	8,26 ± 1,20	<1	<0,48	9,86 ± 1,30
5	8,60 ± 0,93	<1	<0,48	9,32 ± 1,08
8	7,94 ± 0,59	<1	<0,48	8,40 ± 0,83
12	7,20 ± 0,73	<1	<0,48	6,96 ± 1,42
15	7,04 ± 0,76	<1	<0,48	6,68 ± 1,66
30	5,36 ± 0,30	<1	<0,48	6,11 ± 0,87
45	5,40 ± 0,79	<1	<0,48	4,61 ± 1,52
60	5,51 ± 1,04	<1	<0,48	2,40 ± 0,90

Días maduración	Micrococáceas	*S. aureus*	Mohos y levaduras
Leche	<1	<2	<2
0	2,15 ± 1,09	<2	4,85 ± 0,97
2	3,20 ± 0,96	<2	6,04 ± 1,24
5	2,71 ± 0,89	<2	7,20 ± 1,32
8	2,86 ± 0,83	<2	7,57 ± 1,49
12	3,26 ± 0,37	<2	7,68 ± 0,92
15	4,00 ± 0,78	<2	7,86 ± 0,59
30	3,23 ± 0,84	<2	7,92 ± 0,88
45	2,96 ± 1,29	<2	7,86 ± 0,88
60	2,71 ± 0,80	<2	8,34 ± 0,96

II.2.2. Identificación de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración

La identificación de las bacterias lácticas se realizó tomando al azar 5 colonias de cada una de las placas de los distintos medios utilizados en el análisis microbiológico de las muestras de queso, M17, MRS, Rogosa, y MSE.

A partir de las placas de medios MRS, MSE, M17 y Rogosa, se aislaron 815 colonias, de las cuales se perdieron o no fueron identificadas como bacterias lácticas 155, lo que supone un 19% del total. Las 660 colonias restantes pudieron ser identificadas como bacterias lácticas.

Tabla RD.23. Distribución del total de colonias aisladas estudiadas, en función del lote del que proceden y el género al que pertenecen

	Total aislados Estudiados	Aislados no identificados	Aislados identificados como (en %)			
			Lactobacillus	*Lactococcus*	*Enterococcus*	*Leuconostocs*
Lote C	168	26	58	20	16	6
Lote CA	157	35	39	49	9	3
Lote PA	160	46	0	100	0	0
Lote CB	161	29	36	51	8	5
Lote PB	169	19	0	100	0	0

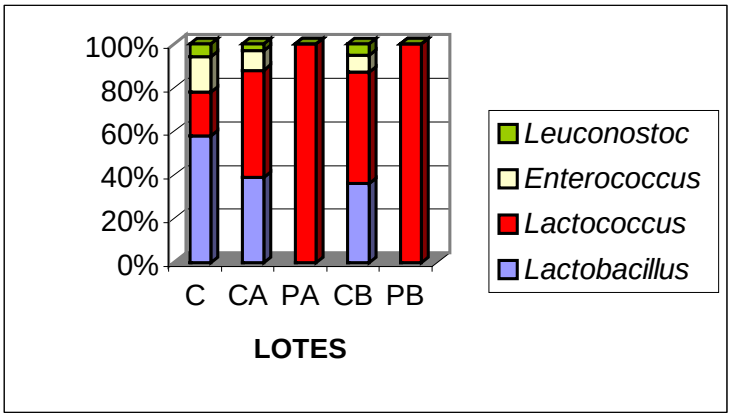


Figura RD.33. Representación de la distribución, en porcentajes, de los principales géneros identificados en los distintos lotes de queso estudiados

II.2.2.1. Quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores

La distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al lote C se recoge en la Tabla RD.24 y de manera gráfica en la Figura RD.34

Tabla RD.24. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C

	Días de maduración								
	0	2	5	8	10	15	30	45	60
Lactobacillus (%)	40	33	50	57	60	71	75	71	56
Lactococcus (%)	30	42	44	36	30	14	0	0	0
Enterococcus (%)	20	17	0	0	10	14	17	29	33
Leuconostoc (%)	10	8	6	7	0	0	8	0	11

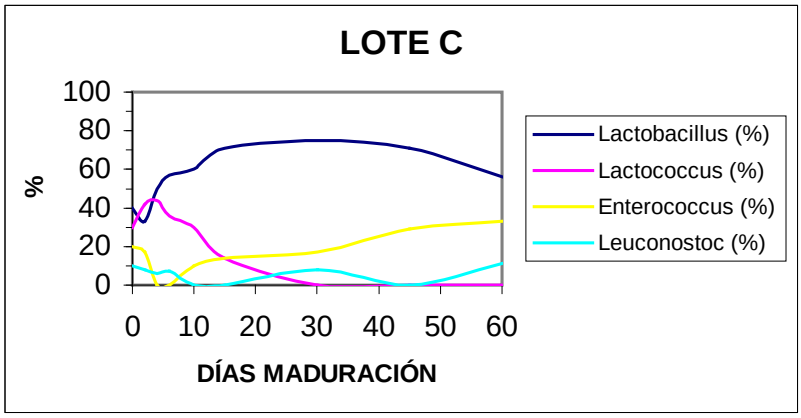


Figura RD.34. Representación, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C

La Tabla RD.27 representa la distribución, por especies, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al lote C.

Las bacterias lácticas pertenecientes al género *Lactobacillus* fueron los microorganismos presentes en mayor proporción durante toda la maduración, representando 58% del total de cepas aisladas en el lote C (Tabla RD.23). Además constituyeron el grupo microbiano predominante a partir de los 12 días de maduración, momento en que ya representan el 60% de las bacterias lácticas identificadas. A los 45 y 60 días de maduración, *Lactobacillus* constituye el 71% y 56% de las bacterias lácticas aisladas, respectivamente (Tabla RD.24).

En estudios realizados por otros autores en quesos similares se observa un comportamiento semejante de estos microorganismos si bien el predominio de *Lactobacillus* ocurre un poco más tarde (Alonso et al., 1988; Mas y González-Crespo, 1992; Medina et al., 1992; Tornadijo et al., 1995). Esta circunstancia pudiera ser debido a la gran facilidad que *Lactobacillus* presenta para crecer a bajo pH (Nuñez, 1976 y 1978). La elevada resistencia de *Lactobacillus* a la sal (Sharpe, 1979) puede también ser la causa de este predominio en los últimos momentos de la maduración.

Sin embargo, Fontecha et al. (1990) observaron mayores recuentos para *Lactococcus* que para *Lactobacillus* durante los 90 días de maduración del queso Majorero artesanal.

En queso Valdeteja de 27 días de maduración, Gutiérrez et al. (1988) encontraron elevados niveles iniciales de *Lactococcus* y *Leuconostoc*, aunque los recuentos de estas bacterias lácticas fueron disminuyendo progresivamente a la vez que se incrementaba la tasa de *Lactobacillus*.

Las especies del género *Lactobacillus* presentes en mayor proporción fueron *L. plantarum* (36%), seguido de *L. casei* (22%). *L. brevis*, *L. paracasei*, *L. fermentum* y *L. rhamnosus*, también estuvieron presentes aunque en menor proporción (Tabla RD.27). De las 82 cepas estudiadas pertenecientes a este género, 11 (13%) no pudieron ser identificadas a nivel de especie, considerándose como *Lactobacillus* atípicos, por no ajustarse totalmente a los patrones de fermentación de carbohidratos.

Las especies de *Lactobacillus* aisladas en este lote C, y en especial *L. plantarum*, coinciden con las identificadas en otros quesos de cabra, Fontecha et al. (1990) en queso Majorero; Mas y González-Crespo (1992) en queso los Ibores; Alonso et al. (1988) en queso Valdeteja; Tornadijo et al. (1995) en queso Armada y Fatichenti et al. (1979) en queso de Cerdeña de 10 días de maduración.

Las bacterias lácticas pertenecientes al género *Lactococcus* supusieron el 20% del total de cepas aisladas en los quesos del lote C (Tabla RD.23) y estuvieron presentes, fundamentalmente, en las primeras etapas de la maduración, representando un 30% de las cepas aisladas en el momento inicial y un 44% a los 5 días de maduración. Posteriormente, el porcentaje de aislados correspondientes a este género fue disminuyendo hasta que dejaron de detectarse a partir del día 30 (Tabla RD.24).

Este descenso en los niveles de *Lactococcus* parece estar relacionado con el bajo pH y el elevado contenido en NaCl que presentan los quesos de este lote y ya ha sido observado previamente por otros autores. Así, Tornadijo et al. (1995) para queso Armada, encontraron que *Lactococcus* era el género predominante en la leche de partida, en la cuajada y durante la primera semana del proceso de maduración; posteriormente, el porcentaje de estos microorganismos fue disminuyendo progresivamente hasta representar solamente el 12,5% de los aislados a los 60 días de maduración. También Mas y González-Crespo (1992) refieren un comportamiento similar en el queso de los Ibores; Litopoulou-Tzanetakis y Tzanetakis (1992) en queso blanco en salmuera.

Por el contrario, Fontecha et al. (1990) obtuvieron recuentos muy elevados de *Lactococcus* durante toda la maduración del queso Majorero artesanal, aunque los niveles fueron descendiendo progresivamente, los recuentos de *Lactococcus* a los 90 días de maduración todavía alcanzaron valores de 6 log ufc/g.

Las especies del género *Lactococcus* presentes en mayor proporción fueron *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* y *L. lactis* ssp. *cremoris* que representaron el 61% y 36%, respectivamente, del total de cepas aisladas de este género. *L. lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis* también fue identificada pero estuvo presente en una proporción muy escasa (3%) (Tabla RD.27).

Las especies de *Lactococcus* aisladas en estos quesos coinciden con las identificadas por otros autores en quesos de cabra (Fontecha et al., 1990; Fatichenti et al., 1979; Mas y González-Crespo, 1992; Tornadijo et al., 1995; Litopoulou-Tzanetakis y Tzanetakis, 1992).

El 16% de las cepas aisladas en los quesos del lote C fueron identificadas como pertenecientes al género *Enterococcus* (Tabla RD.23*)*. Este grupo microbiano presentó una evolución irregular durante el proceso de maduración, ya que fue detectado en todo momento, salvo en las muestras tomadas a los 5 y 8 días de maduración. A los 12 días, el género *Enterococcus* constituyó el 10% de las cepas aisladas, esta proporción fue en aumento hasta alcanzar el 33% de los aislados a los 60 días de maduración (Tabla RD.24).

La evolución del género *Enterococcus* durante la maduración es similar a la descrita por otros autores (Mas y González-Crespo, 1992; Tornadijo et al., 1995). *Enterococcus* presenta gran capacidad de adaptación a situaciones ambientales extremas, bajos valores de pH, elevado contenido en extracto seco y altas concentraciones de sal y ácido láctico, lo que les permite estar en las últimas fases del proceso de maduración de quesos duros y semiduros (Mundt et al., 1988; Ordóñez et al., 1988; Poullet et al., 1991 b). *Enterococcus* contribuye al proceso de maduración porque tiene importantes efectos lipolíticos y caseinolíticos, y algunos de ellos son capaces de estimular la producción de ácido por algunos *Lactococcus* y favorecer la producción de gas por parte de los *Leuconostoc* (Devoyod et al. (1970).

Sin embargo, en queso Majorero artesanal, (Fontecha et al., 1990) refieren un comportamiento muy diferente para este género, ya que registran valores muy elevados (8 log ufc/g) al comienzo de la maduración y un descenso progresivo de los recuentos hasta (5 log ufc/g) a los 90 días.

Dentro del género *Enterococcus* la especie dominante fue *E. faecalis*, constituyendo el 87% del total de cepas aisladas de este género (Tabla RD.27). También se detectó, aunque en menor proporción (13%), la presencia de *E. faecium*. Estas dos especies, *E. faecalis* y *E. faecium*, también han sido detectadas por otros autores en quesos de cabra pero en proporciones variables. Así, *E. faecalis* se presenta como la especie del género *Enterococcus* dominante en quesos artesanales como Majorero, (Fontecha et al., 1990), los

Ibores (Mas y González-Crespo, 1992), Armada (Tornadijo et al., 1995) y Cerdeña (Fatichenti et al., 1979). Mientras que en queso blanco en salmuera elaborado con leche cruda de cabra (Litopoulou-Tzanetakis y Tzanetakis, 1992) *E. faecium* domina sobre otras especies del género *Enterococcus*.

Leuconostoc fue el género de bacterias lácticas más escaso durante la maduración de los quesos del lote C. De las 168 cepas aisladas e identificadas en estos quesos, solamente 10 (el 6%) pertenecían a este género (Tabla RD.23).

Durante el proceso de maduración el porcentaje de cepas identificadas como pertenecientes al género *Leuconostoc* osciló entre el 6% a los 5 días de maduración y el 11% a los 60 días. En las muestras tomadas durante los días 12, 15 y 45 no se detectó la presencia de *Leuconostoc*, lo cual no supondría la ausencia total de este género, sino que al encontrarse en proporciones tan bajas sería difícil su "captura" durante la toma de muestras (Tabla RD.24).

Un comportamiento similar al descrito es referido por Mas y González-Crespo (1992) en queso los Ibores, donde *Leuconostoc* es detectado durante todo el proceso de maduración salvo en las muestras correspondientes al día 30.

Todas las cepas del género *Leuconostoc* se identificaron como *L. mesenteroides* (Tabla RD.27), especie que también fue identificada por otros autores en quesos de cabra (Fatichenti et al., 1979; Fontecha et al., 1990); Mas y González-Crespo, 1992; Tornadijo et al., 1995; Litopoulou-Tzanetakis y Tzanetakis, 1992).

Algunas especies pertenecientes al género *Leuconostoc* presenta la capacidad de metabolizar citrato para producir diacetilo, uno de los compuestos que contribuyen al desarrollo del aroma del queso, pero también producen CO_2, lo que origina la aparición de ojos en la pasta. Ninguna de las cepas estudiadas era productora de diacetilo partir de citrato.

Mas y González-Crespo (1992) tampoco detectaron ninguna cepa productora de diacetilo queso de los Ibores. Núñez (1976 b), en queso Manchego, sólo encontró una cepa de *Leuconostoc* productora de diacetilo, de un total de 193 estudiadas, señalando el contraste de estos resultados con el papel productor de aroma que se atribuye a este género (Scott, 1991). Asímismo, Poullet (1991) encontró sólo 12 cepas productoras de diacetilo de un total de 314 cepas de *Leuconostoc* estudiadas.

Por tanto, en la maduración de los quesos elaborados a base de leche cruda de cabra sin adición de cultivos iniciadores, *Lactobacillus* fue el género de bacterias lácticas predominante, sobre todo en las etapas finales de la maduración, momento en que llegó a constituir el 70% de las bacterias lácticas presentes en el queso. *Lactococcus* presentó niveles importantes en las primeras etapas de la maduración, pero estuvo ausente a partir del día 30. *Enterococcus* y *Leuconostoc* parece que participaron, en todo momento, pero en muy baja proporción, por lo que no pudieron ser detectados en las muestras correspondientes a determinados días de la maduración.

II.2.2.2. Efecto de la adición de cultivos iniciadores

La distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes a los lotes CA y CB se recoge en las Tablas RD.25 y RD.26, respectivamente y de manera gráfica en las figuras RD.35 y RD.36.

Tabla RD.25. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA

	Días de maduración								
	0	2	5	8	12	15	30	45	60
Lactobacillus (%)	0	12,5	20	38	43	60	63	64	75
Lactococcus (%)	100	87,5	70	44	43	30	25	12	0
Enterococcus (%)	0	0	0	12	14	10	12	12	25
Leuconostoc (%)	0	0	10	6	0	0	0	12	0

Tabla RD.26. Distribución, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB

	Días de maduración								
	0	2	5	8	12	15	30	45	60
Lactobacillus (%)	0	25	20	18	18	28	60	80	75
Lactococcus (%)	100	75	80	82	67	43	20	0	0
Enterococcus (%)	0	0	0	0	6	14	13	13	25
Leuconostoc (%)	0	0	0	0	11	14	7	7	0

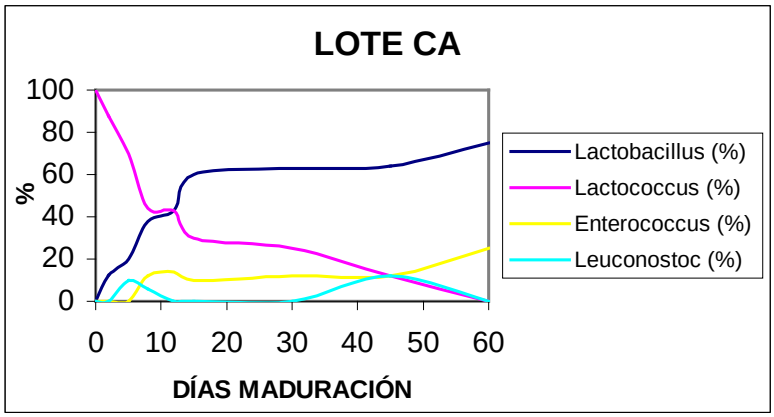


Figura RD.35. Representación, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA

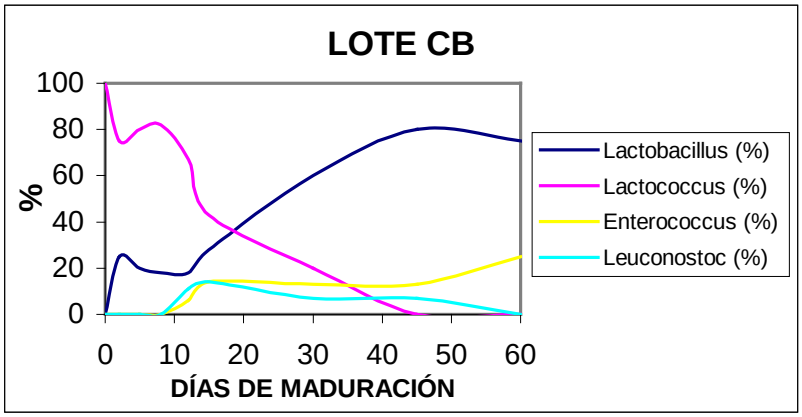


Figura RD.36. Representación, por géneros, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB

Las tablas RD.28 y RD.29 representan la distribución, por especies, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes a los lotes CA y CB respectivamente.

Las bacterias lácticas pertenecientes al género *Lactococcus* fueron los microorganismos presentes en mayor proporción durante el proceso de maduración, representando el 49% y el 51% del total de cepas aisladas en los quesos de los lotes CA y CB, respectivamente (Tabla RD.23).

Lactococcus comenzó siendo el único género de bacterias lácticas detectado a los 0 días, pero sus recuentos fueron disminuyendo paulatinamente durante el proceso de maduración, hasta que dejó de detectarse. En los quesos correspondientes al lote CB, *Lactococcus* no fue detectado a partir de los 45 días de maduración (Tabla RD.25), y en los quesos del lote CA a los 60 días de maduración (Tabla RD.26).

Las especies pertenecientes al género *Lactococcus* y presentes en mayor proporción en los quesos del lote CA fueron *L. lactis ssp. lactis* que constituyó el 54% del total de cepas de este género, seguido de *L. lactis ssp. cremoris*, el 42% de las cepas aisladas, y por último *L. lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis* que supusieron el 4% restante (Tabla RD.28). Las cepas aisladas en los quesos del lote CB fueron identificadas como *L. lactis ssp lactis* y *L. lactis ssp. cremoris*, ambas presentes en la misma proporción (50%) (Tabla RD.29).

El siguiente género más frecuente en los quesos elaborados con leche cruda y cultivos iniciadores fue *Lactobacillus*, que constituyó el 39% del total de cepas aisladas en el lote CA y el 36% del total de cepas aisladas en el lote CB (Tabla RD.23).

La evolución que experimentó *Lactobacillus* durante la maduración fue igual en ambos lotes, comenzó a detectarse a partir del dia 2 de maduración y experimentó un crecimiento continuo hasta convertirse en el género dominante, a partir del día 15 en el lote CA y del día 30 en el lote CB. Al final de la maduración, *Lactobacillus* representa el 75% de las cepas aisladas en ambos lotes (Tablas RD.25 y RD.26).

Las especies identificadas dentro de este género fueron las mismas en ambos lotes, *L. brevis*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, siendo ésta última, la especie más frecuente. El 48% de las cepas de *Lactobacillus* aisladas en el lote CB fueron identificadas como *L. plantarum*, en el lote CA la proporción de esta especie fue del 62% (Tablas RD.28 y RD.29).

En los quesos correspondientes al lote CA, *Enterococcus* sólo representó el 9% del total de cepas aisladas. No fue detectado en las primeras etapas de la maduración, hubo que esperar al día 8 para poder confirmar su presencia. Al final del proceso de maduración, este género representó el 25% de los aislados (Tabla RD.25). En los quesos del lote CB, *Enterococcus* constituyó el 8% del total de cepas aisladas. Su evolución fue igual a la descrita en el lote anterior. Se detectó por primera vez a los 12 días de la maduración, y la proporción en la que estuvo presente a los 60 días de la maduración fue también del 25% (Tabla RD.26).

La única especie identificada en este género fue *E. faecalis*, tanto en el lote CA como en el lote CB (Tablas RD.28 y RD.29).

Más escasa todavía fue la presencia del género *Leuconostoc*, el 3% del total de cepas aisladas en el lote CA y el 5% del total de cepas aisladas en el lote CB (Tabla RD.23). Al estar presente en proporciones tan baja, en los quesos del lote CA se detectó de forma intermitente durante toda la maduración, mientras que en el lote CB sólo se detectó a partir del día 12 (Tablas RD.25 y RD.26).

La única especie identificada en este género fue, para ambos lotes, *L. mesenteroides* (Tablas RD.28 y RD.29).

Se puede concluir respecto al efecto de la adición de cultivos iniciadores lácticos (*Lactococcus*) que este género de bacterias va desapareciendo a lo largo de la maduración siendo sustituido por el género *Lactobacillus*, a semejanza de lo que ocurre con los queso s elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores.

II.2.2.3. Efecto de la pasteurización y la adición de cultivos iniciadores

En los quesos elaborados con leche pasteurizada y adición de cultivos iniciadores, *Lactococcus* fue el único género de bacterias lácticas detectado durante toda la maduración, tal y como queda reflejado en la Tabla RD.23.

En los quesos del lote PA se aislaron un total de 206 cepas, de las cuales 46 no fueron identificadas y las 160 cepas restantes pertenecían al género *Lactococcus*. En los quesos del lote PB se aislaron un total de 178 cepas, de las cuales 19 no pudieron ser identificadas y las 169 cepas restantes pertenecían al género *Lactococcus* (Tabla RD.23)

Lactococcus presentó un rápido crecimiento durante las primeras etapas de la maduración, alcanzando sus recuentos más elevados a los 2 días, **9,96±0,87** log ufc/g en el lote PA y **9,86±1,30** log ufc/g en el lote PB. A partir de este momento los recuentos descendieron progresivamente hasta alcanzar valores finales de **2,20±1,00** log ufc/g en el lote PA y **2,40±0,90** log ufc/g en el lote PB, lo que supone una reducción de 7 unidades logarítmicas (Tablas RD.20 y RD.22).

Gómez et al. (1989) describen una evolución similar en queso Majorero de elaboración industrial, pero los recuentos de estos microorganismos a los 60 días de maduración fueron algo superiores (4,72 log ufc/g). Belda et al. (1997) en queso de Tenerife, también refieren un recuento máximo para *Lactococcus* a los 2 días de maduración, pero el descenso experimentado por estos microorganismos es menos acusado, puesto que a los 60 días de maduración *Lactococcus* todavía presenta valores de 7,50±0,51 log ufc/g, produciéndose una reducción del 2 unidades logarítmicas.

Requena et al. (1992) en queso Majorero de elaboración industrial, obtuvo recuentos máximos de *Lactococcus* a los 2 días de maduración no produciendose apenas descenso de estos recuentos durante la maduración.

La distribución, por especies, de las bacterias lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes a los lotes PA y PB se recoge en las Tablas RD.30 y RD.31, respectivamente.

Las especies identificadas en los quesos del lote PA fueron *L. lactis* ssp *lactis*, *L. lactis* ssp. *cremoris* y *L. lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis*. La especie que apareció con más frecuencia fue *L. lactis* ssp. *cremoris* que representó un 49% de las cepas aisladas, y que fue la especie predominante durante todo el proceso de maduración, seguida por *L. lactis ssp. lactis* (44%) y por último *L. lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis* que sólo representó el 7% de las cepas aisladas. *Streptococcus thermophilus* no fue detectado en ningún momento, a pesar de ser un componente del cultivo iniciador utilizado, quizás porque se encontraba en una proporción inferior al 5%.

En los quesos pertenecientes al lote PB sólo se identificaron *L. lactis* ssp *lactis*, *L. lactis* ssp. *cremoris*, puesto que *L. lactis ssp lactis* biovar *diacetylactis* no formaba parte del cultivo iniciador utilizado. Las proporciones de cada una de las especies fue muy similar, el 49% para *L. lactis ssp cremoris* y el 51% para *L. lactis* ssp *lactis*.

No se encontró ningún microoganismo perteneciente a los géneros *Leuconostoc*, *Enterococcus* ni *Lactobacillus*. Es de suponer, por tanto, que el tratamiento térmico aplicado a la leche de partida (74 ºC durante 20 segundos) fue lo suficientemente drástico como para provocar la desaparición de las bacterias lácticas presentes en la leche cruda, siendo los *Lactococcus* adicionados a la leche pasteurizada, como cultivo iniciador, las únicas bacterias lácticas presentes durante la maduración de los quesos pertenecientes a estos lotes.

Algunos autores detectan la presencia de *Lactobacillus* en quesos elaborados a base de leche de cabra pasteurizada y cultivos iniciadores que no incluyen estas bacterias lácticas (Gómez et al. (1989) y Requena et al. (1992) en queso Majorero de elaboración industrial; Belda et al. (1997) en queso de Tenerife). En estos casos, la presencia de *Lactobacillus* se atribuye a contaminaciones medioambientales, puesto que estos microorganismos están presentes en gran cantidad en el ambiente de las queserías. En los quesos de los lotes PA y PB no se produjo esta contaminación ambiental, posiblemente porque las elaboraciones de quesos tuvieron lugar en la planta piloto, no siendo ésta la actividad habitual de este local.

La ausencia de bacterias lácticas pertenecientes a otros géneros fue la causa de que estos quesos presentaran en determinados parámetros fisicoquímicos resultados diferentes a los encontrados en los demás lotes. Podemos comprobar que los valores del índice de acidez

y la relación NNP/NT son inferiores a los registrados en los demás quesos. Esto indica un escaso nivel de lipolisis y proteolisis, posiblemente debido a la ausencia de *Enterococcus*, que contribuye al proceso de maduración porque tiene importantes efectos lipolíticos y caseinolíticos.

Tabla RD.27. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE C

		0 Dias		2 Dias		5 Dias		8 Dias		10 Dias		15 Dias		30 Dias		45 Dias		60 Dias	
		nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%
Lactobacillus																			
	Lb.brevis	2	10			2	13	2	14	1	10	1	7	2	8				
	Lb. casei			2	17			1	7	2	20	3	21	4	17	4	29	2	11
	Lb. fermentum									1	10			2	8				
	Lb.paracasei							1	7			1	7	2	8			2	11
	Lb.plantarum	2	10	2	17	2	13	1	7	2	20	3	21	6	17	6	43	6	33
	Lb.rhamnosus	2	10			2	13												
	Lactobacillus sp.	2	10			2	13	3	21			2	14	2	8				
Lactococcus																			
	L. lactis lactis	3	15	3	25	4	25	3	21	2	20	2	14						
	L. lactis cremoris	2	10	2	17	3	19	2	14	1	10								
	L.lactis ssp lactis biovar *diacetylactis*	1	5																
Enterococcus																			
	E. faecalis	3	15	2	17					1	10	2	14	3	13	4	29	5	28
	E. faecium	1	5											1	4			1	5
Leuconostoc																			
	L. mesenteroides	2	10	1	8	1	6	1	7					2	8			2	11

Tabla RD.28. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CA

		0 Dias		2 Dias		5 Dias		8 Dias		12 Dias		15 Dias		30 Dias		45 Dias		60 Dias	
		nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%
Lactobacillus																			
	Lb.brevis							1	6	1	6			1	6				
	Lb. casei			2	13			2	13	2	13			2	13				
	Lb.paracasei											1	10						
	Lb.plantarum					2	20	2	13	3	21	4	40	5	31	8	50	6	75
	Lactobacillus sp.							1	6			1	10	2	13	2	13		
Lactococcus																			
	L. lactis lactis	8	50	7	44	5	50	4	25	5	36	2	20	1	6				
	L. lactis cremoris	7	44	6	38	2	20	3	19	1	6	1	10	3	19	2	12		
	L. lactis ssp lactis biovar *diacetylactis*	1	6	1	6														
Enterococcus																			
	E. faecalis							2	12	2	14	1	10	2	13	2	12	2	25
Leuconostoc																			
	L. mesenteroides					1	10	1	6							2	12		

Tabla RD.29. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE CB

		0 Dias		2 Dias		5 Dias		8 Dias		12 Dias		15 Dias		30 Dias		45 Dias		60 Dias	
		nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%
Lactobacillus																			
	Lb. brevis							1	6					1	7	1	7	1	8
	Lb. casei			3	25	2	13	1	6	1	6	1	5	2	13	1	7		
	Lb.paracasei											1	5	1	7	1	7		
	Lb.plantarum					1	7	1	6	1	6	3	14	3	20	7	47	7	58
	Lactobacillus sp.									1	6	1	5	2	13	2	13	1	8
Lactococcus																			
	L. lactis lactis	3	50	5	42	6	40	9	50	5	28	4	19	1	7				
	L. lactis cremoris	3	50	4	33	6	40	6	32	7	39	5	24	2	13				
	L. lactis ssp lactis biovar.*diacetylactis*																		
Enterococcus																			
	E. faecalis									1	6	3	14	2	13	2	13	3	25
Leuconostoc																			
	L. mesenteroides									2	11	3	14	1	7	1	7		

Tabla RD.30. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE PA

		0 Dias		2 Dias		5 Dias		8 Dias		12 Dias		15 Dias		30 Dias		45 Dias		60 Dias	
		nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%
Lactococcus																			
	L. lactis lactis	6	50	8	53	7	58	6	50	5	36	5	38	5	38	4	36	4	33
	L. lactis cremoris	5	42	6	40	4	33	5	42	7	50	7	54	7	54	7	64	8	67
	L.lactis ssp lactis biovar *diacetylactis*	1	8	1	7	1	8	1	8	2	14	1	8	1	8				

Tabla RD.31. Distribución de las Bacterias Lácticas aisladas durante la maduración de los quesos pertenecientes al LOTE PB

		0 Dias		2 Dias		5 Dias		8 Dias		12 Dias		15 Dias		30 Dias		45 Dias		60 Dias	
		nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%	nº cepas	%
Lactococcus																			
	L. lactis lactis	12	57	17	63	9	60	7	50	6	46	4	40	5	38	5	33	4	33
	L. lactis cremoris	9	43	10	37	6	40	7	50	7	54	6	60	8	62	10	66	8	66
	L. lactis ssp lactis biovar *diacetylactis*																		

II.3. ANÁLISIS SENSORIAL

La Tabla RD.32 representa los resultados obtenidos en el análisis sensorial de los quesos de 60 días de maduración. Las condiciones establecidas en la realización de dichos análisis se describen en el capítulo de Material y Métodos, cada parámetro fue evaluado mediante escalas de siete puntos (1, inaceptable, 7 excelente).

Tabla RD.32. Valores medios y desviaciones estandar de las características sensoriales evaluadas en los quesos elaborados en planta piloto a los 60 días de maduración

	ASPECTO AL CORTE	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABIL. GENERAL
LOTE C	3,85 ±0,72	3,75±0,98	4,12±0,15	4,25±0,18	3,91±0,53	3,89±0,65
LOTE CA	4,44±0,23	3,35±0,34	5,67±0,54	4,98±0,12	4,56±0,21	4,72±0,71
LOTE CB	4,25±0,19	4,01±0,21	5,75±0,12	5,00±0,61	4,38±0,12	4,87±0,38
LOTE PA	5,85±0,72	3,75±0,65	3,45±0,37	3,52±0,65	3,41±0,71	3,57±0,19
LOTE PB	5,31±0,27	4,10±0,54	3,60±0,61	3,25±0,42	3,28±0,86	3,40±0,59

El aspecto de los quesos al corte recibió puntuaciones favorables. Si bien los quesos pertenecientes a los lote PA y PB presentaron orificios bien distribuidos, los quesos elaborados con leche cruda, con o sin cultivos iniciadores (en especial estos últimos), presentaron más orificios de lo normal para este tipo de quesos, probablemente debido a la presencia de coliformes al comienzo del proceso de maduración.

Las puntuaciones otorgadas al color fueron muy similares en todos los quesos, pero se apreciaron diferencias en las características de olor, sabor y textura. Los quesos elaborados con

leche pasteurizada más cultivos iniciadores fueron descritos como pobres en aroma y presentaron sabores ácidos y amargos. Su textura fue calificada mayoritariamente como arenosa, probablemente debido a la rápida producción de ácido por parte de los cultivos iniciadores. Igualmente estas caracteríasticas pueden ser explicadas teniendo en cuenta la escasa prevalencia de las bacterias lácticas empleadas como cultivos iniciadores en ambos lotes al final de la maduración.

Los quesos elaborados con leche cruda sin cultivos iniciadores presentaron una mayor complejidad en aroma y sabor si bien los panelistas detectaban cierto grado de salinidad y regustos desagradables. Estos resultados pueden ser justificados por una mayor permanencia de microorganismos no deseables (Enterobacterias y coliformes) durante la maduración.

Las mayores puntuaciones para la aceptabilidad general correspondieron a los quesos elaborados con leche cruda más cultivos iniciadores, cuyo olor y sabor fueron calificados positivamente por los panelistas que les otorgaron las mayores puntuaciones. Esto indica que la acción combinada de los microorganismos inicialmente presentes en la leche de partida y los cultivos iniciadores añadidos, permite obtener quesos con excelentes características organolépticas.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1ª.- El queso de Cameros se caracteriza como un queso elaborado con leche de cabra, de coagulación enzimática, fresco y graso cuyos parámetros analíticos son:

- Contenido en agua: 57,5%
- Extracto seco: 42,5%
- Proteína: 31,79%
- NNP/NT: 2,2%
- Materia grasa: 23%
- pH: 6,35

2ª.- Sensorialmente, es un queso fresco de forma cilíndrica troncocónica, de color blanco homogéneo, con superficie brillante y húmeda, sin grietas apreciables.

Carece de corteza y su superficie aparece grabada con el dibujo del molde utilizado en su elaboración. Posee un sabor suave y ligeramente salado, con débil gusto ácido y olor poco intenso.

Se ha diseñado una ficha de cata para la valoración organoléptica de este queso.

3ª.- Los quesos analizados presentaron buena calidad microbiológica por tratarse de quesos elaborados con leche pasteurizada.

Las contaminaciones postpasteurización detectadas son debidas a incorrectas prácticas de manipulación. A destacar la detección *Listeria monocytogenes* en varias muestras de queso procedentes de la misma quesería.

4ª.- Asistimos actualmente a una visible recuperación de este producto tradicional. Existen actualmente en la Comunidad Autónoma de La Rioja tres queserías dedicadas a la fabricación de este queso, que han sabido adaptar el proceso tradicional de elaboración a las nuevas tecnologías y requerimientos higiénico-sanitarios, lo que ha permitido conservar las características propias de este producto.

5ª.- En la elaboración de quesos de 60 días de maduración se comprobó que ni la aplicación de tratamiento de pasteurización ni la adición de cultivos iniciadores a la leche de partida influyeron en la evolución de los siguientes parámetros analíticos:

- Extracto seco
- Contenido en cloruro sódico
- Contenido de materia grasa sobre extracto seco
- Contenido en proteínas sobre extracto seco

6ª.- El tratamiento térmico de pasteurización y la adición de cultivos iniciadores sí influyeron en la evolución de los parámetros: pH, índice de acidez de la grasa y en la relación NNP/NT. Para los tres parámetros considerados las principales diferencias se encontraron entre los quesos elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C) y el resto de los quesos (LOTES CA, PA, CB y PB).

7ª.- El tratamiento térmico aplicado y la adición de cultivos iniciadores influyeron en la evolución de las poblaciones de *Enterobacterias* y *Staphylococcus aureus*. Durante los primeros días del proceso de maduración las principales diferencias se encontraron entre los lotes elaborados con leche cruda (LOTES C, CA y CB) y los elaborados con leche pasteurizada (LOTES PA y PB). A partir de este momento, es la inoculación de cultivos iniciadores (LOTES CA, PA, CB y PB frente al LOTE C) la que determina las diferencias observadas.

8ª.- Las diferencias encontradas en el recuento de Micrococaceas muestran una mayor influencia de la inoculación frente al tratamiento térmico de la leche (LOTES CA, PA, CB y PB frente al LOTE C). Las diferencias entre estos lotes son especialmente significativas hacia la mitad del proceso de maduración, perdiendo su significado al final del mismo.

9ª.- En todos los lotes estudiados se alcanzaron recuentos de bacterias lácticas similares, superiores a log 9 ufc/g, incluido el lote no inoculado, si bien en este último lote estos niveles se alcanzaron en torno a los ocho días de maduración.

10ª.- Las bacterias lácticas presentes en los cultivos iniciadores estudiados mostraron una buena adaptación a las condiciones presentadas por los quesos al inicio de la maduración, pero no fueron capaces de sobrevivir en las etapas finales del proceso, tal y como muestran los resultados obtenidos de los lotes PA y PB. Sin embargo, en los lotes en los que la flora láctica propia de la leche no fue eliminada (Lotes C, CA y CB) los recuentos de bacterias lácticas se mantuvieron en niveles apreciables hasta el final de la maduración.

12ª.- Los bajos niveles de bacterias lácticas exhibidos al final de la maduración por los lotes elaborados con leche pasteurizada, explican la mayor implantación de mohos y levaduras que experimentaron, frente a los lotes no sometidos a tratamiento térmico.

13ª.- En los quesos elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C), *Lactobacillus* fue el género de bacterias lácticas predominante, siendo las especies *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* las especies presentes en mayor proporción. *Lactococcus* presentó niveles importantes en las primeras etapas de la maduración, pero no fue detectado a partir del trigésimo día de maduración. *Enterococcus* y *Leuconostoc* fueron detectados durante todo el proceso de maduración pero en bajas proporciones.

14ª.- En los quesos elaborados con leche cruda y adición de cultivos iniciadores (LOTES CA y CB), *Lactococcus* fue el género de bacterias lácticas presente en mayor proporción durante las primeras etapas de la maduración, si bien sus recuentos fueron disminuyendo progresivamente hasta desaparecer. *Lactobacillus* presentó una evolución inversa, experimentando un crecimiento continuo hasta convertirse en el género dominante al final del proceso de maduración. *Enterococcus* y *Leuconostoc* sólo fueron detectados y en muy bajas proporciones a partir del octavo día de maduración.

15ª.- En los quesos elaborados con leche pasteurizada más cultivos iniciadores *Lactococcus* fue el único género de bacterias lácticas presente en el proceso de maduración. *Lactococcus* presentó un rápido crecimiento durante las primeras etapas de maduración y fue disminuyendo progresivamente hasta alcanzar niveles inferiores a log 2 ufc/g.

16ª.- En la evaluación sensorial de los quesos de 60 días de maduración se comprobó que los quesos elaborados a partir de leche cruda más cultivos iniciadores (LOTES CA y CB) fueron los que alcanzaron las mayores puntuaciones de aceptabilidad general, seguidos de los quesos elaborados con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores (LOTE C) y por último los quesos elaborados con leche pasteurizada y adición de cultivos iniciadores (LOTES PA y PB).

17ª.- En conclusión, la maduración del queso de Cameros aumenta las posibilidades comerciales de las empresas actualmente dedicadas a su elaboración, puesto que constituye una manera interesante de diversificar la producción. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto la incapacidad que presentan los cultivos iniciadores existentes en el mercado para adaptarse a las condiciones reinantes en las etapas finales del proceso de maduración, por lo que sería conveniente desarrollar un cultivo iniciador específico para este tipo de queso.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

ABOU-DAWOOD, A.E.; GHITA, I.I.; TAHA, S.M. (1980). Major and minor components and trace elements of the Egyptian ewes' and goats' milk. *Egyptian Journal Dairy Science*, **8**, 109-115

ADDEO, F.; ANELLI, G.; STINGO, C.; CHIANESE, L.; PETRILLI, P.; SCUDIERO, A. (1984). Riconoscimento e dosaggio dell latte bovino nel formaggio "Pecorino". *Latte*, **9**, 37-44

AFNOR NF V 09-105 (1987). Directives générales pour l'implantation de locaux destinés à l'analyse sensorielle.

AKINSOYINU, A.O. (1981). Calcium and phosphorus in milk and blood serum of the lactating red Sokoto goat. *Journal of Dairy Research*, **48**, 509-511

ALFA-LAVAL, (1990). *Manual de industrias lácteas*. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid.

ALONSO, L.; PELÁEZ, M. C.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, M. C. (1987), Agentes proteolíticos responsables de la maduración del queso. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, septiembre-octubre, 159-166

ALONSO, C.; GARCÍA, M. L.; CARBALLO, J.; GUTIÉRREZ, L. M.; DAPORTA, P. (1988). Especies de lactobacilos presentes en el queso de cabra de Valdeteja (León). VI Reunión Científica de Microbiología de Alimentos, 54-55

ANDREWS, W.H.; JUNE, G.A.; SHERROD, P. S.; HAMMACK, T.S.; AMAGUANA, R. M. (1995). *Salmonella*. En: *Bacteriológical analitical Manual*, Food and Drug Administration, AOAC International, Gaithersburg, USA.

ANIFANTAKIS, E. M. y KANDARAKIS, J. G. (1980): Contribution to the study of the composition of goat's milk. *Milchwissenchaft*, **35** (10), 617-619

ANÓNIMO. (1985). Orden de la Presidencia de Gobierno de 29 de noviembre de 1985, por la que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos destinados al mercado interior, BOE núm. 292, de 6 de diciembre de 1985.

ANÓNIMO. (1991). Código Alimentario Español. Ed. Boletín Oficial del Estado. Colección textos legales, 6ª Ed. Madrid.

ANÓNIMO. (1992). Directiva 92/46/CEE del Consejo de 16 de junio, por la que se establecen las normas sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos. DOCE núm. L 268 del 14 de septiembre de 1992.

ANÓNIMO. (1993 y 1995). Estadística Agraria Regional. Ed. Gobierno de La Rioja, Logroño.

ANÓNIMO. (1994). Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos. B.O.E., núm. 229, de 24 de septiembre de1994.

ARGUMOSA, O. G.; CARBALLO, J.; BERNARDO, A.; MARTÍN, R. (1992). Chemical characterization of a Spanish artisanal goat cheese (Babia-Laciana variety). *Microbiologie, Aliments and Nutrition*, vol. **10**, 69-76

ARROYO, A. y GARCÍA DEL CERRO, C. (1988). *Quesos de España*. Ed. Espasa-Calpe, Madrid.

ASTRUP, H. N.; STEINE, T. A.; ROBSTAD, A. M. (1985). Taste, free fatty acids and fatty acids content in goat's milk. *Acta Agric. Scand.* **35**, 315-320

AYUSO, P. (1997). Situación actual del sector lácteo español. *Distribución y Consumo*, **37**, 70-73

BARBOSA, M. y MIRANDA, R. (1986). Physico-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. *Bulletin of International Dairy Federation*, **202**, 84-89

BARRETO MATOS, J. (1979). Componentes nitrogenados del queso de Fuerteventura. *Archivos de Zootecnia*, vol. **28**, núm.11, 287-296

BARRIOS, M. J.; MEDINA, L. M.; SERRANO, C. E.; JORDANO, R. (1996). Parámetros básicos de composición de quesos de cabra y oveja de la región sur de España. *Industrias Lácteas Españolas*, marzo, 35-39

BELDA, F.; ZARATE, V.; CARDELL, E. (1997). Caracterización del queso de leche de cabra de Tenerife elaborado industrialmente. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, julio/agosto, 77-80

BELTRÁN, C. y RODRÍGUEZ, I. (1993). Estudio sobre el queso tipo Garrotxa o Pell Florida. *Industrias Lácteas Españolas*, septiembre, 37-42

BERGDOLL, M. S. (1989). *Staphylococcus aureus*. pp 463-523. En: M. P. Doyle (ed.) Foodborne Bacterial Pathogens. Marcel Dekker Inc. New York.

BERNHAUER, H.; BAUDNER, S.; GUNTHER, H. O. (1983). Inmunological detection of protein of cow's milk in sheep or goat milk and cheese with a specific inmunoglobulin. *Z. Lebensm Unters Forsch*. **117**, 8-10

BOULANGER, A. y GROSCLAUDE, F. (1984). Polymorphisme des caseines alfa-s_1 et alfa-s_2 de la chévre. *Genet. Sel. Evolution*. **16** (2), 157-176

BRADLEY, R.L.; ARNOLD, E.; BARBANO, D.M.; SEMERAD, R.G.; SMITH, D.E.; VINES, B.K. (1992). Chemical and Physical. *In Standard Methods for the Examinaton of Dairy Products*. (Ed. Marshall, R.T.). American Public Health Association, Washington.

CALCEDO, V. (1997). Futuro de la producción de leche en la Unión Europea". *Guía Tecnológica láctea, Anuario Guía*, 79-86

CALVO, J. (1977): *Los Cameros*. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

CANUT E. (1988). *Manual de quesos, queseros y quesómanos*, Ediciones Temas de hoy, Madrid.

CARBALLO, J.; FRESNO, J. M.; TUERO, J. R.; PRIETO, J. G.; BARNARDO, A.; MARTÍN-SARMIENTO, R. (1994a). Characterization and biochemical changes during the ripening of a Spanish hard goat cheese. *Food Chemistry*, **49**, 77-82

CARBALLO, J.; FRESNO, J.M.; RODRÍGUEZ TUERO, J.; GONZÁLEZ PRIETO, J.; BARNARDO, A.; MARTÍN-SARMIENTO, R. (1994b). Diferentiation of two Spanish goat cheese from biochemical paramiters linear discriminant analisys. *Microbiologie, Aliments and Nutrition*, Vol. **12**, 53-60

CARMONA, M.A. y GÓMEZ, R. (1994). Adición de cultivos lácticos y maduración controlada en la elaboración del queso de los Pedroches. Industrias Lácteas Españolas, junio, 33-38

CARRETERO, C.; MOR-MUR, M.; PLÁ, R. GUAMIS, B. (1992a). Caracterización fisicoquímica del queso de leche de cabra Cendrat del Montsec. *Revista Española de Lechería*, abril, 28-33

CARRETERO, C.; TRUJILLO, J.; MOR-MUR, M.; PLÁ, R.; GUAMIS, B. (1992b). Estudio de la evolución de las caseínas durante la maduración del queso de cabra Cendrat del Montsec. *Revista Española de Lechería*, junio, 41-43

CARRETERO, C.; TRUJILLO, J.; MOR-MUR, M.; PLÁ, R.; GUAMIS, B. (1994). Electrophoretic study of caseín breakdown during ripening of goat's milk cheese. *Journal of Agriculture Food and Chemistry.*, **42**, 1546-1550

CASADO CIMIANO, P. (1991). *Guía para el análisis químico de la leche y los derivados lácteos*. Ed. Ayala, Madrid.

CASTAGNETTI, G.B.; CHIAVARI C.; LOSI, G. (1984). Studies on chemical and physical characteristics and dairy aptitude of milk ol goat breeds with high productive potentiality. *Science and Technology Lattiero-Casearia*, **35**, 109-132

CASTELO, M.; MUÑOZ, M. C.; CARDONA, A.; SALAZAR, A.; SANJUÁN, E.; PENEDO, J. C.; MILLÁN, R. (1992). Estudio de algunas poblaciones microbianas en cinco grupos de quesos canarios. *Alimentaria*, marzo, 45-47

CASTELO, M. (1995). Componentes fisicoquímicos, microbiológicos y evaluación sensorial de quesos canarios: Estudio individual y comparado. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas.

CASTELO, M.; MILLÁN, R.; SANJUÁN, E.; MUÑOZ, M.; CARDONA, A. (1995). Componentes microbiológicos y fisicoquímicos del queso de Fuerteventura. *Microbiologie, Aliments and Nutrition*, Vol. **13**, 163-170

CASTELO, M.; MILLÁN, R.; SANJUÁN, E.; ESTIPUÑA, S.; MANGAS, J. (1996). Componentes microbiológicos y fisicoquímicos del queso de Tenerife. *Alimentaria*, abril, 87-91

CERBULIS, J.; PARKS, O. W.; FARREL, J. R. (1983). Fatty acid composition and polar lipids in goat's milk. *Lipids*, **18** (1), 55-58

CERUTTI, G.; CIAPOELLANO, S.; GALEAZZI, R. (1992). Sulla composicione minerale del latte di capra. *Il Latte*, juglio, 636-639

CHAMPAGNE, C. P.; GIRARD, F.; MORIN, N. (1990). Inhibition of the psychrotrophic bacteria of raw milk by addition of lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection*, **53**, 400-403

CHAPMAN, G.H. (1945). The significance of sodium chloride on studies of Staphylococci. *Journal of Bacteriology*, **50**, 201-203

CHAVARRI, F. J.; NUÑEZ, J. A.; BAUTISTA, L.; NUÑEZ, M. (1985). Factors affecting the microbiological quality of Burgos and Villalón cheeses at the retail level. *Journal of Food Protect*ion, **48**, 865-869

CHOISY, C.; DESMAZEAUD, M. J.; GRIPON, J. C.; LAMBERET, G.; LENOIR, J.; TOURNEUR, C. (1990). Los fenómenos microbiológicos y enzimáticos y la bioquímica del afinado. En Eck, A., coordinador. *El queso*, Ed. Omega, Barcelona.

COLUMELLA, L. J. M. (1945). *De Re Rustica*, Heinemann Press Ltd, London.

COGAN, T. M. (1981). Constitutive nature of the enzymes of citrate metabolism in Streptococcus lactis, spp. diacetylactis. *Journal of Dairy Research*, **48**, 489-495

COMPAIRE, C. (1974). Control de calidad de quesos terminados. *Revista Española de Lechería*, **93**, 145-165

CONDON, S. (1987). Responses of lactic acid bacteria to oxygen. *FEMS, Microbiol. Reviews*, **46**, 269-280

CORCY, J. C. (1993). *La cabra*. Ed Aedos-Mundi Prensa, Madrid.

CORDOBA, M. G.; BARRIOS, M. J.; MEDINA, L. M.; LÓPEZ, M. C.; JORDANO, R. (1994). Determinación de Enterobacteriaceas, estafilococos patógenos, levaduras y mohos en quesos andaluces. *Microbiologie, Aliments and Nutrition*, **12**, 279-283

DEETH, H. C. y FITZ-GERALD, C. H. (1983). Lipolytic enzimes and hydrolytic rancidity in milk and milk products. In *Developments in Dairy Chemistry*, Vol. II, ed. P.F. Fox. Applied Sciences Publishers, London and New York, NY, USA.

DELGADO, J. A.; TASCÓN, A.; MARGANO, S. (1991). El queso de cabra de la isla de Tenerife. Evolución microbiológica. *Mundo ganadero*, **2**, 56-60

DEVOYOD, J. J. y DESMAZEAUD, M.; (1970). Les asociations microbiennes dans le fromage de Roquefort. I. Action dis enterocoques us-a-vis des streptocoques lactis et del Leuconostoc. Nature des substances stimulantes produites par Streptococcus faecalis var. licuefaciens. *Lait*, **50**, 374-390

DÍEZ DORADO, M.E.; ALVAREZ BARTOLOMÉ, M.L.; MORO GARCÍA, R. (1990). Determinación de proteínas, grasa, extracto seco y pH en el queso de Cabrales. *Alimentaria*, diciembre, 39-47

DOYLE, M. P. GLASS, K. A.; BEERY, J. T.; GARCÍA, G. A.; JEFFREY, R.; SCHULTZ, R. D. (1987). Survival *Listeria monocytogenes* in milk during high-temperature, short-time pasteurization. *Journal of Food Protection*, **52**(7), 426-430

EEKHOF-STORK, N (1976) *The world atlas of cheese*. Paddinton Press Ltd.,

ESPIE, W. E. y MULLAN, W. M. A. (1990). Compositional aspects of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft*. **45** (6), 361-362

EUROPEAN COMMISSION (1997). Situation and outlook. Dairy sector working documents. Directorate Generale for Agriculture.

FARBER, J. M.; JOHNSTON, M. A.; PURVIS, U.; LOIT, A. (1987). Surveillance of soft and semi-softcheese for the presence of *Listeria, ssp. International Journal of Food Microbiologie*, **5**, 157-163

F.A.O. (1994, 1995 y 1996). In: 1994,1995 y 1996 Production Yearbook. FAO Statistics series. FAO, Rome, Italy

FATICHENTI, F.; DEIANA, P.; FARRIS, G. A.; SOGGIA, G. (1979). Études microbiologiques sur le lait et le fromage de chèvre en Sardeigne. Note II: streptocoques, lactobacille, et leuconostoc. *Le Lait*, **587**, 387-400

FAVIER, J. C. y DORSAINVIL, E. (1987). Composition des formages de chèvre. *Cah. Nutr. Dié*. **XXII**, 2, 117-123

FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS (F.I.A.B.) (1992). *Estudio-Experiencia de aplicación del sistema de Análisis*

de Riesgos y Control de Puntos Críticos. Coedición Ministerio de Sanidad y Consumo – F.I.A.B.

FERNÁNDEZ-GARAYZÁBAL, J. F.; DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ, L.; VÁZQUEZ BOLAND, J. A.; BLANCO CANCELO, J. L.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, G. (1986). *Listeria monocytogenes* dans la lait pasteurrisé. *Canadian Journal of Microbiology*, 329 (2), 149-150

FERNÁNDEZ-SALGUERO, J.; BARRETO, J. D.; MARSILLA, B. A. (1981). Electroforesis cuantitativa y datos composicionales del queso de Fuerteventura. *Alimentaria*, **18**, (119), 71-80

FERTIALLY, S. S. y FACKLAM, R. (1987). Comparison of physiologic tests used to identify non-beta- haemolytic aerococci, enterococci and streptococci. *Journal of Clinical Microbiology*, **25**, 1874-1859

FLEMING, D. W.; COCHI, S. L.; McDONALD, K. L.; BRONDUM, J.; HAYES, P.S.; PLIKAITIS, B.D.; HOLMES, M.B. AUDURIER, A.; BROOME, C.V.; REINGOLD, A. L. (1985). Pasteurized milk as a vehicle of infection in an outbreak of listeriosis. *New England Journal of Medicine*, **312** (7), 404-407

FONTECHA, J.; PELÁEZ, C.; JUÁREZ, M.; REQUENA, T.; GÓMEZ, C.; RAMOS, M. (1990). Biochemical and Microbiological characteristics of artisanal hard goat's cheese. *Journal of Dairy Science*, **73**, 1150-1157

FRESNO, J. M.; RODRÍGUEZ, J.; CARBALLO, J.; BERNARDO, A.; GONZÁLEZ J.; MARTÍN, R. (1988 a). Evolución de los componentes nitrogenados durante la maduración del queso de Valdeteja. *Anales Facultad de Veterinaria de León*, **34**, 101-109

FRESNO, J. M.; CARBALLO, J.; VIDAL, I.; GONZÁLEZ J.; MARTÍN, R.; BERNARDO, A.; (1988 b). Evolución de los principales grupos de microorganismos durante la elaboración y maduración del queso de Valdeteja. *Anales de la Facultad de Veterinaria de León*, **34**, 119-126

FRESNO, J. M.; TORNADIJO, M. E.; CARBALLO, J.; GONZÁLEZ-PRIETO, J.; BERNARDO, A. (1996). Characterization and biological changes during the ripening of a Spanish craft goat's milk cheese (Armada variety). *Food Chemistry*, **55**(3), 225-230

FRESNO BAQUERO M.; DARMANIN GARRIDO, N.; CAPOTE ALVÁREZ, J.; GARCÍA RODRÍGUEZ, J. M. (1992). Caracterización del queso artesanal canario. *Archivos de Zootecnia*, **41**: 657-666

FURTADO, M.M. (1983). Detection of cow milk in goat milk by polyacrylamide gel electrophoresis. *Journal of Dairy Sciences*, **66**(9), 1822-24

GARCÍA, A. (1993). Programa de control de Listeria en las industrias lácteas. Conferencia Consenso sobre *Listeria* en alimentos, Ed. Ministerio de Sanidad y Consumo, León.

GARCÍA-OLMEDO, R.; CARBALLIDO, A.; ARNAEZ, A. (1979 a). Contribución al estudio de la grasa de leche de cabra. I Constantes fisicas y químicas. *Anales de Bromatología*, **31**, 209-226

GARCÍA-OLMEDO, R.; CARBALLIDO, A.; ARNAEZ, A. (1979 b). Contribución al estudio de la grasa de leche de cabra. II ácidos grasos mayores y sus relaciones. *Anales de Bromatología*, **31**, 227-270

GARCÍA-OLMEDO, R.; CARBALLIDO, A.; ARNAEZ, A. (1980 a). Contribución al estudio de la grasa de leche de cabra. III ácidos grasos menores. *Anales de Bromatología*, **32**, 169-180

GARCÍA-OLMEDO, R.; CARBALLIDO, A.; ARNAEZ, A. (1980 b). Composición química de la leche de cabra. *Revista Española de Lechería*, **117**, 153-158

GARCÍA-VAQUERO, E. (1989). El futuro de la producción de queso en España. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, julio-agosto, 169-171

GARCÍA RAMIREZ, A. (1989). Programa de limpieza e higiene. *Alimentaria*, marzo, 29-50

GAYA, P.; MEDINA, M.; NÚÑEZ, M. (1983). Acelerated decrease of Enterobacteriaceae counts during ripening of raw milk Manchego cheese by lactic acid inoculation. *Journal of Food Protection*, **46**, 305-308

GAYA, P.; MEDINA, M.; BAUTISTA, L.; NÚÑEZ, M. (1988). Influence of lactic starter bacteria inoculation, curd heating and ripening temperature on Staphylococcus aureus behaviour in Manchego cheese. *International Journal of Food Microbiology*. **6**, 249-257

GEORGELET, P. (1993). Producción, consumo y comercialización de los quesos de cabra en la CEE. *Industrias Lácteas Españolas*, Septiembre, 43-49

GILMOUR, A. y HARVEY, J. (1990). Staphylococci in milk and milk products. *Journal of Applied Bacteriology.* Symposium Suppl. 147S-166S

GIRÓ, J. (1978). La elaboración del queso de cabra en la zona de Cameros viejo, base de una economía complementaria artesanal. *Narria*, **10**, 6-10

GÓMEZ, R. y PELÁEZ, C. (1989). Fermentos lácticos en la industria quesera. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, enero-febrero, 193-202

GÓMEZ, R. y PELÁEZ, C. (1990). Bioprocesos en la industria láctea. *Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos*, 30/2, 163- 173

GÓMEZ, R.; PELÁEZ, C.; DE LA TORRE, E. (1989a). Microbiological study of semi-hard goat's milk cheese (Majorero). *International Journal of Food Science and Technology*, **24**, 147-151

GÓMEZ, R.; PELÁEZ, C.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. (1989b). Enzyme activity in Spanish goat cheese. *Food Chemistry*, **28**, 159-165

GÓMEZ. R.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J.; SANJUÁN, E. (1991). Caracterización química del queso Palmero. *Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos*, 31/2, 187-194

GONZÁLEZ-CRESPO, J y MAS M. (1990). Quesos artesanos extremeños, su producción y posibilidades de mejora. *Agricultura*, núm. 690, 28-30

GONZÁLEZ-CRESPO, J. y MAS, M. (1992 a). Inhibición de enterobacteriáceas por H_2O_2, fermento acidificante y NaCl en la fabricación de quesos de los Ibores con leche cruda. *Alimentaria*, enero-febrero, 51-54

GONZÁLEZ-CRESPO, J. y MAS, M. (1992 b). Queso de los Ibores. Composición y características tecnológicas. *Agricultura*, núm. 714, 40-47

GONZÁLEZ-CRESPO, J. y MAS, M. (1993 a). Queso de los Ibores: un sabor lleno de sorpresas. *Albear*, núm. 1, 29-34

GONZÁLEZ-CRESPO, J. y MAS, M. (1993 b). Estudio del empleo de fermentos iniciadores autóctonos en la elaboración de queso de cabra de pasta prensada, con leche pasterizada. *Alimentaria*, junio, 51-53

GONZÁLEZ-CRESPO, J.; LOZANO, M.; MAS, M.; SERRANO, A. (1995). Producción y composición química de la leche de cabra Verata. *Alimentaria*, núm. 263, 53-58

GRANDPIERRE, C.; GHISOLFI, J.; THOUVENOT, J.P. (1988). Etude biochimique du lait de chèvre. Cah. Nutr. Diet. XXXIII (5), 367-374

GRAPPIN, R.; JEUNET, R.; PILLET, R.; LE TOQUIN, A. (1981): Etude des laits de chèvre. *Lait*, **61**, 117-133

GRAPPIN, R. (1986). Variations of the major nitrogen fractions of goat's and ewe's milk. Bulletin of International Dairy Federation, **202**, 79-80

GUTIÉRREZ, L.M.; CARBALLO, J.; VIDAL, I. GONZÁLEZ PRIETO, J.; MARTÍN-SARMIENTO, R.; BERNARDO, A. (1988). Evolución de los principales grupos de microorganismos durante la elaboración y maduración del queso de Valdeteja. *Anales de la Facultad de Veterinaria de León*, Vol. 34, 119-126

HERRERA, M. (1996) Producción de leche en la especie caprina. Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotécnia y Caprinotécnia. Logroño.

HERRERO, L. (1993). Quesos de cabra y oveja: arcaísmo, tradición y futuro. *Industrias Lácteas Españolas*, Septiembre, 17-23

HERRERO, L. (1996). Los quesos tradicionales en España: situación actual y nuevas tendencias. Jornada científica europea sobre tradición y modernidad en la industria quesera. Pamplona, 7 de noviembre de 1996.

HICKEY, P. J.; BECKELHEIMER, C. E.; PARROW, T. (1993). Microbiological test for equipment, containers, water and air. En: Marshall, R.T. *Standard methods for the examination of dairy products*. Ed. American Public Health Association, Washington.

HITCHINS, A. D. (1995). *Listeria monocytogenes*. En: *Bacteriológical analitical Manual*, Food and Drug Administration, AOAC International, Gaithersburg, USA.

HOSONO, A. y SHIROTA, S. (1994). Chemical and microbiology studies on "Crottin de Chavignol", a soft goat's milk cheese. *Animal Sciences and Technology*, **65**(6), 551-555

HOSONO, A. y SAWADA, M. (1995). Chemical and bacteriological properties of "Valencay", a soft goat's milk cheese. *Animal Sciences and Technology*, **66**(5), 422-429

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) (1978). *Microorganisms in foods. 1. Their significance and methods of enumeration*, 2ª ed., University of Toronto Press, Toronto.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) (1984). *Ecología microbiana de los alimentos, 1*. Ed. Acribia, Zaragoza.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) (1991). El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos: su aplicación a las industrias de alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1964). Determination of the protein content of processed cheese products. FIL-IDF standard 25. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1981). Milk: determination of fat content. Gerber butyrometers. FIL-IDF standad 105. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1982). Cheese and processed cheese: determination of total solids content. FIL-IDF standard 4 A. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1993). Milk: determination of nitrogen content. FIL-IDF standard 20 B. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1995) Sensory Evaluation of dairy products. FIL-IDF 99A. Brussels, Belgium.

INDUSTRIAS LÁCTEAS ESPAÑOLAS (I.L.E.) (1994 y 1995). Anuario lácteo.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1996). Encuesta industrial 1995. Productos y Empresas.
ISIDORO, SANTO (1580). *Opera omnia quae extant*, Ed. Michaël Sonnium, Paris.

JENNES, R. (1980). Composition and characteristics of goat milk. *Journal of Dairy Science*. **63** (10), 1603-1630

JOHNSON, M. F. y OLSON, N. F. (1985). A comparison of available methods for determining salt levels in cheese. *Journal of Dairy Sciences*, **68** (4), 1020-1024

JUÁREZ, M. (1985). Composición y factores de variabilidad de la leche. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, julio-agosto, 47-56

JUÁREZ, M. y RAMOS, M. (1986). Physicochemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. *Bulletin of International Dairy Federation*, **202**, 54-67

JUÁREZ, M. y MARTÍN-HERNÁNDEZ, M. C. (1989). Características de leche y quesos de cabra. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, julio-agosto, 133-137

JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. (1991). *Quesos españoles de leche de cabra*. Fundación de Estudios Lácteos (FESLAC), Madrid

JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. (1992 a). Quesos españoles de leche de cabra (1ª parte). *España agrícola ganadera*, 8-17

JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. (1992 b). Quesos españoles de leche de cabra (2ª parte). *España Agrícola ganadera*, núm. 206, 48-55

KALANTZOPOULOS, G. (1993). Etat de la recherche sur le lait de chèvre en Grèce. *Lait*, **73**, 431-441

KRAUSE, I.; BELITZ, H. D.; KAISER, K. P. (1982). Detection of cow's milk in sheep milk and goat's milk and cheese by isoelectric focusing on thin layers of polyacrilamide gels containing urea. *Z. Lenbensm Unters Forch*, **174**, 195-199

LE JAOUEN, J.C. y TOUSSAINT, G. (1993). Le lait de Chèvre en Europe. *Lait*, **73**, 407-415

LITOPOULOU-TZANETAKI, E. y TZANETAKIS, N. (1992). Microbiological study of white-brined cheese made from raw goat milk. *Food Microbiology*, **9**, 13-19

LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; TZANETAKIS, N.; VAFOPOULOU-MASTROJIANNAKI, A. (1993). Effect of the type of lactic starter on microbiological chemical and sensory characteristics of Feta cheese. *Food Microbiology*, **10**, 31-41

LOBERA DE ÁVILA, L. (1539). *Banquete de nobles caballeros*. Ed. Henricus Stainer, Ausburgo.

LOBERA DE ÁVILA, L. (1551). *Libro del régimen de la salud*. Ed. Sebastián Martínez, Valladolid.

LÓPEZ-DÍAZ, T. M.; CALLEJA, A.; SANZ, J.J.; SANTOS, J. A.; GARCÍA, M. L. (1994). Tipificación del queso azul de Valdeón artesanal. *Revista Española de Lechería*, noviembre-diciembre, 35-38

LÓPEZ-DÍAZ, T. M.; ALONSO, C.; J. J.; SANTOS, J. A.; GARCÍA, M. L.; MORENO, B. (1995). Microbial changes during manufacture and ripening of a naturally ripened blue cheese (Valdeón, Spain). *Milchwissenschaft*, **50** (7), 381-384

LOEWENSTEIN, M.; SPECK, S. J.; BARNHART, H. M.; FRANK, J. F. (1980). Research on goa's milk products: a review. *Journal of Dairy Sci*ences, **63** (10), 1631-1648

LUCEY, J. D.; GORRY, C.; FOX, P. F. (1993). Changes in the acid-base buffering curves during the ripening of Emmental cheese. *Milchwissenschaft*, **48**, 183-186

LUQUET, F. M. (1993). *Leche y productos lácteos*. Ed. Acribia, Zaragoza.

MACKEY, T.; LEJEUNE, V.; JANSENS, M. (1993). Identification of gram-positive coccal and coccobacilary vancomycin resistant bacteria. *Journal of Clinical Microbiology*, **27**, 724-730

MADRID, A. (1983). *El libro de los quesos*. Ed Castillo-Rio, Madrid.

MAN de, J.C.; ROGOSA, M. SHARPE, M.E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, **23**, 130-135

MAPA. (1969). *Catálogo de quesos españoles*, Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1973). *Catálogo de quesos españ*oles. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1983). Mapa mural de quesos españoles. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1986). *Inventario de quesos artesanos en España*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1988). *Quesos de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1989). *Manual sobre cabras*. Coedición Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de extensión agraria y Ed. Mundi-prensa, Madrid.

MAPA. (1990). *Catálogo de quesos de España*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1993, 1994 y 1995). Anuario de Estadística Agraria. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA. (1996). *Inventario español de productos tradicionales*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MARCOS, A.; MILLÁN, R.; ESTEBAN, M. A.; ALCALÁ, M.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. (1983). Chemical composition and water activity of spanish cheeses. *Journal of Dairy Sciences*, **66**, 2488-2493

MARCOS, A.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J.; ESTEBAN, M. A.; LEÓN, F. M; ALCALÁ, M.; BELTRÁN DE HEREDIA, F. H. (1984 a). El queso de Badaia. Tablas de composición química, valor nutritivo y estabilidad. *Industrias Lácteas Españolas*, núm. 65-66, 21-27.

MARCOS, A.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J.; ESTEBAN, M. A.; LEÓN, F. M; ALCALÁ, M.; BELTRÁN DE HEREDIA, F. H. (1984 b).). El queso de los Ibores: Composición química, valor nutritivo y estabilidad. *Industrias Lácteas Españolas*, núm. 64, 15-20

MARCOS, A.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J.; ESTEBAN, M. A.; LEÓN, F.; ALCALÁ, M.; BELTRÁN DE HEREDIA, F. H. (1985). *Quesos españoles. Tablas de composición, valor nutritivo y estabilidad*. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba.

MARGOLLES, A.; RODRÍGUEZ, A.; G. DE LOS REYES-GAVILÁN, C. (1996). Some chemical and bacteriological characteristics of regional cheeses from Asturias, Spain. *Journal of Food Protection*, **59** (5), 509-515

MARSHALL, R. T. (1993). *Standard methods for the examination of dairy products*. Ed. American Public Health Association, Washington.

MARTÍN-HERNÁNDEZ, C.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M. (1984). Producción y características de composición de la leche y quesos de cabra. *Alimentaria*, Julio-Agosto, 61-71

MARTÍN-HERNÁNDEZ, C.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; MARTÍN-ALVAREZ, P.J. (1988). Composición de la leche de cabra de razas Murciana y Granadina. *Anales de Bromatología*, XL-2, 237-248

MARTÍN-HERNÁNDEZ, M. C. y JUÁREZ, M. (1988). A ripening and storage study of soft goat cheese with *Penicillium candidum* on the surface. *Food Chemistry*, **30**, 191-203

MARTÍN-HERNÁNDEZ, M. C.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M. (1992). Biochemical characteristics of three types of goat cheese. *Journal of Dairy Science*, **75**, 1747-1752

MAS, M.; TIMÓN J.; GONZÁLEZ-CRESPO, J. (1991). Queso de los Ibores: caracterización productiva, físicoquímica y microbiológica. *Archivos de Zootecnia*, **40**: 103-113

MAS, M. y GONZÁLEZ-CRESPO, J. (1992). Bacterias lácticas en el queso de los Ibores. *Alimentaria*, marzo, 41-43

MAS, M. y GONZÁLEZ-CRESPO, J. (1993). Control de microorganismos patógenos en el queso de los Ibores. *Alimentaria*, marzo, 41-44

MASSÓ, R.; OLIVA, J. M.; MORO, I. (1990). Investigación de *Listeria monocytogenes* en quesos frescos elaborados en als comarcas barcelonesas. Comunicación a la VII Reunión Científica de Microbiología de Alimentos, *SEM*, Barcelona.

MAYEUX, J.V.; SANDINE, W.E.; ELLIKER, P.R. (1962). A selective medium for detecting Leuconostoc organisms in mixed-strain starter cultures. *Journal of Dairy Sciences*, **45**, 655-656

MCLAUCHLIN, J.; GREENWOOD, M. H.; PINI, P. N. (1987). The occurrence of *Listeria monocytogenes* in cheese from a manufacturer associated with a case of listeriosis, *International Journal of Food Microbiologie*, **10**, 255-262

MEDINA, M.; FERNÁNDEZ DEL POZO, B.; RODRÍGUEZ-MARÍN, A.; GAYA, P.; NÚÑEZ, M. (1991). "Effect of lactic starter inoculation on chemical, microbiological, rheological and sensory characteristics of La Serena cheese. *Journal of Dairy Research*, **58**, 355-361

MEDINA, M.; GAYA, P.; NÚÑEZ, M. (1992). Gredos goat's milk cheese: microbiological and chemical changes throughout ripening. *Journal of Dairy Research*, **59**, 563-566

MIDDLETON, G. y FIZT-GERALD, C.H. (1981). Chemical analysis of goat's milk as affected by nutritional manipulation. *Journal of Dairy Technology*, **36**, 115-117

MILLÁN, R.; ALCALÁ, M.; SANJUÁN, E. (1982). Quesos frescos de cabra de Cádiz y Málaga: I. Composición y valor nutritivo. XIV Jornadas de Estudio, Economía y Técnica de la producción de leche y queso de oveja y cabra. *ITEA*, **1**: 418-423

MILLÁN, R.; ALCALÁ, M.; SANJUÁN, E. (1990). Componentes fisicoquímicos y nitrogenados del queso de Burgos. *Alimentaria*, diciembre, 35-38

MILLÁN, R.; ALCALÁ, M.; SANJUÁN, E.; CASTELO, M. (1991). Queso de Villalón: composición química y componentes nitrogenados. *Alimentaria*, octubre, 57-59

MILLÁN DE LARRIVA, R.; SANJUÁN VELÁZQUEZ, E.; CASTELO GONZÁLEZ, M.; CARDONA ROMERO, A.; PENEDO PADRÓN, J. C.; SALAZAR DOMÍNGUEZ, A. (1992). Contribución al estudio fisicoquímico y microbiológico del queso de La Gomera. Congreso de química de la ANQUE, Burgos, 553-558

MILLÁN, R.; SANJUÁN, E.; SAAVEDRA, P.; CASTELO, M. (1996). Caracterización de quesos canarios mediante la aplicación del análisis discriminante de variedades fisicoquímicas. *Food Science and Technology International*, **2**, 173-176

MOR-MUR, M.; CARRETERO, C.; PLÁ, R.; GUAMIS, B. (1992). A survey on the microbiological quality of semi-soft on-farm manufactured goat cheese. *Food Microbiology*, **9**, 345-352

MOR-MUR, M.; CARRETERO, C.; PLÁ, R.; GUAMIS, B. (1994). Microbiological changes during ripening of Cendrat del Montsec, a goat's milk cheese. *Food Microbiology*, **11**, 177-185

MORO GARCÍA, R.; ALVAREZ BARTOLOMÉ, M.L.; DÍEZ DORADO, M.E. (1991). Determinación de calcio, fósforo y magnesio en el queso de Cabrales. Alimentaria, marzo, 51-56

MORO GARCÍA, R.; ALVAREZ BARTOLOMÉ, M.L.; DÍEZ DORADO, M.E.; FERNÁNDEZ, M.T.; GARCÍA M.J.; CUESTA M.J.; VARGAS, A.; LÓPEZ J.A. (1992 a). Composición de quesos artesanos y semiartesanos del Principado de Asturias. I. Quesos de Cabrales, Gamonedo, Los Beyos y Casín. *Alimentaria*, noviembre, 51-55

MORO GARCÍA, R.; ALVAREZ BARTOLOMÉ, M.L.; DÍEZ DORADO, M.E.; FERNÁNDEZ, M.T.; GARCÍA M.J.; CUESTA M.J.; VARGAS, A.; LÓPEZ J.A. (1992 b). II. Quesos elaborados en los Concejos de Peñamellera Baja y Peñamellera alta. Alimentaria, diciembre, 31-33

MORTIMORE, S. y WALLACE, C. (1994). *HACCP, a practical approach*. Ed. Chapman and Hall, Londres.

MOSSEL D.A.A.; KLEYNEN-SEMMELING, A.M.C. VINCENTIE, H.M. BEERENS, H.; CATSARAS, M. (1970). Oxytetraciclyne-glucose-yeast extract agar for selective enumeration of moulds and yeast in foods and clinical material. *Journal of Applied Bacteriology*, **33**, 454-457

MOSSEL, D. A. A. (1989). *Listeria monocytogenes* in foods, isolation, characterization and control. *International Journal of Food Microbiology*, **8**, 183-196

MUNDT, J. O. (1986). Enterococci. En: *Bergey's Manual of systematic bacteriology*, Vol 2 (PHA Sneath, NS Mair, ME Sharpe, JG Holt, eds). The Williams and Wilkins Company, Baltimore: MD, USA.

NETHERLANDS STANDARD NEN 3059 (1969). Butyrometric determination of the fat content of cheese (Gerber-Van Gulik method). Neth. Milk Dairy, **23**, 214-220.

NORMA ESPAÑOLA UNE 34 105 (1969). Métodos de ensayo de queso: obtención de muestras. IRANOR, Madrid.

NORMA ESPAÑOLA UNE 87-001-86/1 (1986). Análisis sensorial: términos y definiciones. IRANOR, Madrid.

NÚÑEZ, M. (1976). Flora microbiana del queso Manchego. IV: Lactobacilos. *Anales del INIA*, 4, 57-65

NÚÑEZ, M. (1978). Microflora of Cabrales Cheese: changes during maturation. *Journal of Dairy Research*, **45**, 501-508

NÚÑEZ, M. y MEDINA, M. (1979). La flore lactique du fromage bleu de Cabrales. *Le Lait*, **59**, 497-513

OLARTE, C.; SANZ, S.; TORRE, P.; BARCINA, Y.; LOMAS, C. (1995). El queso de Cameros. Recuperación y caracterización de un producto riojano tradicional. *Alimentaria*, núm. 263, 97-101

OLARTE, C.; SANZ, S.; GUTIÉRREZ, A. R.; TORRE, P. (1997). Control higiénico-sanitario del queso de cameros y detección de puntos de contaminación microbiana en superficies y equipos. *Alimentaria*, núm. 285, 41-44

ORDOÑEZ, J. A.; SELGA, M. D.; GARCÍA, M. L.; SANZ, B. (1988). Grupos microbianos de interés lactológico. *Revista Española de Lechería*, **3**, 30-35

ORTEGA, S. (1983). *Tabla de quesos españoles*. Ed. Poniente, Madrid.

ORTÍN, L.; SÁNCHEZ-ALBAGA, T.; DOMÍNGUEZ, C.; ORTÍN, F. J. (1992 a). Quesos frescos y maduros: determinación de mezclas de leche de cabra, vaca y oveja por isoelectroenfoque sobre gel de poliacrilamida, capa muy fina (PHAST-SYSTEM). Proteínas séricas en el queso. *Alimentaria*, abril, 39-42

ORTÍN, L.; SÁNCHEZ-ALBAGA, T.; DOMÍNGUEZ, C.; ORTÍN, F. J. (1992 b). Determinación de las proteínas lácteas en los quesos de mezcla de oveja, cabra y vaca. Empleo del Phastsystem en la separación de las kappa-caseínas y cuantificación por densitometria. *Alimentaria*, julio-agosto, 27-33

PAN, I. (1953). Aspectos etnográficos de La Rioja. *Berceo*, 25-27

PARK, Y. V. (1990). Nutrient profiles of commercial goat milk cheese manufacturedin the United States. *Journal of Food Science*, **73**, 3059-3067

POULLET, B.; HUERTAS, M.; SÁNCHEZ, A.; CÁCERES, P.; LARRIBA, G. (1991). Microbial study of Casar de Cáceres cheese throught ripening. *Journal of Dairy Research*, **58**, 231-238

POULLET, B.; HUERTAS, M.; SÁNCHEZ, A.; CÁCERES, P.; LARRIBA, G. (1993). Main lactic acid bacteria isolated during ripening of Casar de Cáceres cheese. *Journal of Dairy Research*, **60**, 123-127

QUERESHI, H.A.; DESHPAUDE, K.S.; BONDE, H.S. (1981). Studies on chemical composition of goat. *Ind. Veterinary Journal*, **58**, 212-214

QUITO, M.; ESPINOSA, L.; NOLTE, E. (1986). Chemical and microbiological evaluation of fresh cheese made at traditional and modern goat farms near Lima (Peru). *Bulletin International of Dairy Federation*, núm. 202, 145-147

RAMOS, M.; SÁNCHEZ, R. M.; OLANO, A. (1985). Studies on quantitative determination of caseins using polyacrylamide gel electrophoresis. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm*, **9**, 24-27

RAMOS, R. y JUÁREZ, M. (1981). Criterios analíticos para la detección de leche de vaca en mezclas con leche de otras especies. *Revista Española de Lechería*. **121**, 193-206

RAMOS, R. y JUÁREZ, M. (1984). Update on existing analytical methods for detecting mixtures of cow's, ewe's and goat's milk. *International Dairy Federation*, Doc. 181

RAMOS, M. y JUÁREZ, M. (1986). Chromatographic, electrophoretic and inmunological methods for detecting mixtures of milks from different species. *Bulletin International of Dairy Federation*, núm. 202, 175-187

RAMOS, M. y JUÁREZ, M. (1993). Current research on goat´s milk in Spain. *Lait*, **73**, 417-424

REDDY, M. S.; VEDAMUTHU, E. R.; WASHAM. C. J.; REINBOLD, G. W. (1972). Agar medium for diferential enumeration of Lactic Streptococci. *Appl. Microbiol*ogie, **24**, 947-952

REMEUF, F.; LENOIR, J.; DUBY, C. (1989). Etude des relations entre les caracteristiques physicochimiques des laits de chèvre et leur aptitude a la coagulation. *Lait*, **69**, 499-518

REQUENA, T.; PELÁEZ, C.; DESMAZEAUD, J. (1991). Characterization of lactococci and lactobacilli isolated from semihard goat's cheese. *Journal of Dairy Researc*h, **58**, 137-145

REQUENA, T.; DE LA FUENTE, M. A.; FERNÁNDEZ DE PALENCIA, P.; JUÁREZ, M.; PELÁEZ, C. (1992). Evaluation of a specific starter for the production of semi-hard goat's milk cheese. *Lait*, **72**, 437-448

ROBINSON, R. K. y VLAHOPOULOU (1988). Goat's milk utilisation for fermented milk products. *Dairy Ind. Int*. **53** (12), 33-35

ROGOSA , M.; MITCHELL, J.A.; WISEMAN, R.F. (1951). A selective medium for the isolation and enumeration of oral and fecal lactobacilli. *Journal of Bacteriology*, **62**, 132-133

ROTA, C.; YANGÜELA, J.; BLANCO, D.; CARRAMIÑANA, J. J.; HERRERA, A. (1992). Aislamiento e identificación de microorganismos del *G. Listeria* en quesos frescos, quesos curados y quesos fundidos. *Alimentaria*, octubre, 59-61

RUA, B.; OLIVARES, J. C. y ALDAMIZ-ECHEBARRIA, G. (1993). Diseño de un cultivo iniciador para queso Idiazabal. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, agosto, 53-56

RUÍZ MARTÍNEZ, E. y SANTILLANA LÓPEZ, I. (1986). Determinación de mezclas de leche de vaca, cabra y oveja, por isoelectroenfoque en gel de poliacrilamida. *Alimentaria*, abril, 55-64

SABLÉ, S.; PORTRAIT, V.; GAUTIER, V.; LETELLIER, F.; COTTENCEAU, G. (1997). Microbiological changes in a soft raw goat's milk cheese during ripening. *Enzyme and Microbial Technology*, **21**, 212-220

SÁNCHEZ, D.; CARMONA, M.A.; GÓMEZ, R.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. (1995). Evolución de algunos grupos microbianos durante la maduración del queso de Los Pedroches. *Alimentaria*, junio 87-90

SANDINE, W. E. (1979). *Lactis starter culture technology*. Pfizer Cheese Monographs. Vol. VI Pfizer Inc. New York.

SAWAYA, W.N.; KHALIL, J.K.; AL-SHALHAT, A.F. (1984). Mineral and vitamin content of goat's milk. *J. Am. Diet. Ass.*, **84**, 433-435

SCOTT, R. (1991). *Fabricación de queso*. Ed. Acribia, Zaragoza.

SEELIGER, H.P.R. y JONES, D. (1986). *Listeria*, pp. 1235-1245. In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, vol. 2, 9ª ed. Sneath, P.H.A.; Mair, N.S.; Sharpe, M.E. y Holt, J.G. (eds). William y Wilkins, Baltimore.

SENDRA, E.; MOR-MUR, M.; PLÁ, R. CAPELLAS, M.; TRUJILLO, A.; GUAMIS, B. (1994). Envasado de queso fresco en atmósferas modificadas. *Alimentaria*, marzo, 33-38

SHARPE, M. E. (1979). Identification of lactic acid bacteria. En*: Identification methods for microbiologists* (FA Skinner, DW Lovelock, eds). Academic Press, London, UK

SPRINGER-VERLAG, A. (1985). *Laboratory Procedures in Clinical Microbiology*. 2ª edición. Ed. J. Washington.

STADHOUDERS, J. y VERINGA, H. A. (1973). Fat hydrolysis by lactic acid bacteria in cheese. *Netherland Milk Dairy Journal*, **27**, 77-91

TATINI, S.R.; JEZESKI, J.J.; MORRIS, H.A.; OLSON, J.C.; CASMAN, E.P. (1971). Production of staphylococcal enterotoxin A in cheddar and Colby cheeses. *Journal of Dairy Sciences*, **54**, 815-828

TERZAGHI, B.E. y SANDINE, W.E. (1975). Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied Microbiology*, **29**, 807-813

THAM, W. A.; HAJDU, L. J.; DANIELSSON-THAM, M. L. V. (1990). Bacteriological quality of on-farm manufactured goat cheese. *Epidemiological infection*, **104**, 87-100

THOMPSON, J. (1987). Regulation of sugar transport and metabolisms in lactic acidbacteria. *FEMS Microbiol. Reviews*, 221-231

TORNADIJO, M.E.; FRESNO, J.M.; BERNARDO, A.; MARTÍN-SARMIENTO, R.; CARBALLO, J. (1993). Study of enterobacteriaceae throughout the manufacturing and ripening of hard goat's cheese. *Journal of Applied Bacteriology*, **75**, 240-246

TORNADIJO, M. E.; FRESNO, J. M.; BERNARDO, A.; MARTÍN-SARMIENTO, R.; CARBALLO, J. (1995). Microbiological changes throughout the manufacturing and ripening of a Spanish goat's raw milk cheese (Armada variety). *Lait*, **75**, 551-570

TRUJILLO, A. J.; GUAMIS, B.; CARRETERO, C. (1997). Las proteínas mayoritarias de la leche de cabra. *Alimentaria*, núm. 285, 19-28

TZANETAKIS, N.; VAFOPOULOU-MASTROJIANNAKI, A.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E. (1995). The quality of white-brined cheese from goat's milk made different starters. *Food Microbiology*, **12**, 55-63

UBACH, M.; MIGUEL, A.; PUIG,P. (1991). Aislamiento de *Listeria monocytogenes* y *Listeria spp*. en queso fresco pasteurizado y requesón. *Alimentaria*, junio, 45-46

VANBELLE, M.; VERVACK, W.; FOULON, M. (1978). Composition en acides grasses supérieurs de quelques types de fromages consommés en Belgique. *Le Lait*, **58**, 246-260

VEDAMUTHU, E.R. (1983). Cheese, In Biotechnology, vol. 5, Food feed production with microorganisms (G. Reed, ed.): 231-313, Verlag Chemie, Weinheim-Deerfield Beach.

VEINOGLOU, B.; BALTADJIEVA, M.; KALAZOPOULUS, G.; STAMENOVA, V. PAPAFOPOULOU, E. (1982). La composition du lait de chèvre de la region de Plovdiv en Bulgaria et de Ionnina en Grèce. *Lait*, **62**, 155-165

VISSER, F.M.W. y DE GROOT-MOSTERT, A.E.E. (1977). Contribution of enzymes from rennet, starter bacteria and milk to proteolysis and flavour development in Gouda cheese. IV. Protein breakdown: a gel electrophoretical study. *Netherland Milk Dairy Journal*, **31**, 247-264

WOLFSCHOON-POMBO A.F. y MASUR F. (1979). Relationship between the cryoscopic point, acidity, pH and total solids in goat's milk. *Revista española de Lechería*, núm. 11, 27-30

WOOLLEY, L.; HALL, H. R. (1931). *Ur of the Chaldees*. Hernest Benn Ltd., London.

YUBERO, A. (1985). Situación actual de la producción de quesos de cabra y su futuro. *Revista Española de Lechería*, **6**, 17-24

ZOTTOLA, E. y SMITH, L. B. (1991). Pathogens in cheese. *Food Microbiol*ogy, **8**, 171-182

ZÚÑIGA, M.; PARDO, I.; FERRER, S. (1993). An improved medium for distinguishing between homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **18**, 37-42

- (B.O.E., 1970; Norma Internacional FIL-IDF 32: 1965),

- Norma FIL-IDF 4(1958). "Determinación del extracto seco en queso". Análisis de Alimentos. Ministerio de Sanidad y Consumo, Servicio de Publicaciones. Madrid (1985), pp. 150-151.

- Norma FIL-IDF 25(1964). "Determinación de proteínas totales". Análisis de Alimentos. Ministerio de Sanidad y Consumo. Servicio de Publicaciones. Madrid (1985), pp. 170-174.

- Norma FIL-IDF Standard 122 (1984): "Recomended methods for counting in milk". Documento número 168.

- International Dairy Federation (1985) Milk and milk products, Methods of sampling. Fil-IDF 50B