

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJO DE ACEITUNA
EN LA DIETA DE LAS CABRAS SOBRE LA CALIDAD DE
LA LECHE Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL QUESO
TRONCHÓN**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTORA:

Nadia Rivera Leinecker

DIRECTORA ACADÉMICA:

Dra. M^ª Pilar Molina Pons

DIRECTORA EXPERIMENTAL:

Paloma Quintanilla Vázquez

Valencia, Septiembre 2016

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJO DE ACEITUNA
EN LA DIETA DE LAS CABRAS SOBRE LA CALIDAD DE
LA LECHE Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL QUESO
TRONCHÓN**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTORA:

Nadia Rivera Leinecker

DIRECTORA ACADÉMICA:

Dra. M^a Pilar Molina Pons

DIRECTORA EXPERIMENTAL:

Paloma Quintanilla Vázquez

Valencia, Septiembre 2016

AGRADECIMIENTOS

En este especial momento de mi formación académica quiero agradecer a quienes hicieron posible alcanzarlo.

A las dos Altas casas de Estudio que son parte de esta formación, el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia y el Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la UNJu.

A Relaciones internacionales de ambas Universidades, por estar al pendiente de mi bienestar.

A la Dra. Pilar Molina, por integrarme a su equipo de trabajo y por su aporte constante desde lo humano a lo técnico, desde el rigor científico hasta el abrazo fraterno.

Al Dr. Carlos Fernández por permitirme la participación en su trabajo de investigación y por brindarme todo su conocimiento.

A Paloma, por compartir generosamente su saber y hacer más livianas las intensas jornadas compartidas.

A Mari Carmen, por resolver mis dudas en todo momento y la motivación constante.

A Tamara, por hacer suyo mi anhelo y más liviana mi carga.

A José Luis y José Vicente, compañeros de la granja, por la infinita paciencia, reflejo de su bondad.

A Ion, Marta y Jorge, por el día a día, por dar con el alma y llegar a mi corazón.

A todos y cada uno de los que conforman este maravilloso grupo humano del Departamento, mis gracias por cada detalle que hicieron mejores mis días, mi vida y mi estancia en Valencia.

A mi familia, fuente de apoyo incondicional. A mis padres que me dieron alas y nunca limitaron mi vuelo, especialmente a mi mamá, por su constante e inmensurable ayuda en cada etapa. A mis hermanos, Martín y Leonela, por acompañarme, volar juntos o esperarme en la base, según amerite.

A Nico por su apoyo, contención y amor, por aguantar y acortar la distancia.

Resumen

La alimentación del ganado lechero presenta un papel fundamental y determinante sobre la calidad de la leche, lo cual influye directamente en sus propiedades tecnológicas y también en las características nutritivas y organolépticas del queso que se elabora a partir de ella. Los altos costes que conlleva la alimentación animal en sistemas intensivos o semi intensivos repercute fuertemente en los rendimientos productivos y, por ello, en los últimos años se han realizado numerosos estudios para incluir en la dieta de los animales diferentes subproductos o residuos de la industria agroalimentaria que presentan un alto valor energético o elevado contenido proteico y que pueden constituir alternativas competitivas a las fuentes de energía o proteína tradicionales.

En este estudio se ha evaluado la composición y calidad de la leche de cabras de raza Murciano Granadina, alimentadas con una dieta que incluía un 20% de orujo de aceituna frente a la dieta control. A partir de la leche de cada grupo experimental se han realizado cuatro fabricaciones de quesos Tronchón y se han analizado la composición y las características del queso (pH, composición, perfil de ácidos grasos, proteólisis, lipólisis, textura y color) al finalizar el periodo de maduración de 60 días. Además se ha evaluado la aceptación sensorial de las muestras y mediante una prueba triangular si existían diferencias entre ambos lotes de quesos.

En base a los resultados obtenidos, se observa que la presencia de orujo en la alimentación de las cabras, produjo una disminución en el contenido de grasa total de la leche. En el perfil de ácidos grasos de la leche aumentaron los ácidos grasos saturados y monoinsaturados por la inclusión del orujo de aceituna, lo cual repercutió en el incremento de índice aterogénico de esta leche.

En el análisis de los quesos el empleo de orujo en la dieta provocó una disminución significativa del contenido graso de los mismos, a la vez que los porcentajes de proteínas y de extracto seco fueron mayores. También el nivel de proteólisis y lipólisis de los quesos procedente de la leche de cabras alimentadas con orujo fue superior a los quesos control, así como los parámetros de textura, dureza y masticabilidad, mientras que las coordenadas de color mostraron quesos menos luminosos y con mayor tonalidad amarilla.

El análisis sensorial mostró que no se apreciaban diferencias significativas entre los quesos elaborados a partir de leche de cabra con y sin orujo, en relación a los atributos estudiados (apariencia, textura visual, olor, color y aceptación global). Tampoco los consumidores fueron capaces de diferenciar los dos tipos de quesos.

Palabras claves

Orujo de aceituna, leche de cabra, queso curado.

Resum

L'alimentació del bestiar lleter compleix un paper fonamental i determinant sobre la qualitat de la llet, la qual cosa influïx directament en les seues propietats tecnològiques i també en les característiques nutritives i organolèptiques del formatge que s'elabore a partir d'ella. Els alts costos que comporta l'alimentació animal en sistemes intensius o semi intensius repercutix fortament en els rendiments productius i, per això, als últims anys s'han realitzat nombrosos estudis per incloure en la dieta dels animals diferents subproductes o residus de la indústria agroalimentària que presenten un alt valor energètic o elevat contingut proteic i que poden constituir alternatives competitives a les fonts d'energia o proteïna tradicionals. "En aquest estudi s'ha avaluat la composició i qualitat de la llet de cabres de raça Murcino-Granadina, alimentades amb una dieta que incloïa un 20% de pinyol d'oliva enfront de la dieta control. A partir de la llet de cada grup experimental s'han realitzat quatre fabricacions de formatges Tronchón i s'ha analitzat la composició i característiques del formatge (pH, composició, perfil d'àcids grassos, proteòlisis, lipòlisis, textura i color) al finalitzar el període de maduració de 60 dies. A més a més s'ha avaluat l'acceptació sensorial de les mostres i, per mitjà d'una prova triangular, si hi havia diferències notòries entre els doslots de formatges. Basant-se en els resultats obtinguts, s'observa que la presència de pinyol d'oliva en l'alimentació de les cabres, va produir una disminució en el contingut de greix total de la llet. En quant al perfil d'àcids grassos de la llet, al grup que s'alimentà de pinyol d'oliva, van augmentar els àcids grassos saturats i monoinsaturats, la qual cosa va repercutir en l'increment d'índex aterogènic d'aquesta llet. A l'anàlisi dels formatges la presència de pinyol d'oliva a la dieta va provocar una disminució significativa del contingut gras dels mateixos, a la vegada que el nivell de proteïnes i extracte sec va ser major. També el nivell de proteòlisis i lipòlisis dels formatges procedent de la llet de cabres alimentades amb pinyol d'oliva va ser superior als formatges control. Així com els paràmetres de textura, la duresa i masticabilitat van resultar superiors, mentres que els paràmetres de color van mostrar formatges menys lluminosos i amb major tonalitat groga. Tampoc els consumidors van ser capaços de diferenciar els dos tipus de formatges.

Paraules claus

Pinyol d'oliva, llet de cabra, formatge curat

Summary

The dairy cattle feeding plays a crucial and decisive role on the quality of the milk, which directly influences their technological properties and also in the nutritional and organoleptic characteristics of the cheese to be drawn from it. The high costs involved in animal feed in intensive or semi-intensive systems impact heavily on growth performance and, therefore, in recent years there have been numerous studies to include in the diet of different animal by-products or waste from the food industry which they have a high energy value or high protein content and which may constitute competitive alternatives to traditional sources of energy or protein. This study evaluated the composition and quality of milk goats Murciano Granadina breed, fed a diet containing 20% olive pomace versus the control diet. As of the milk from each experimental group have been held four fabrications Tronchón cheese and analyzed the composition and characteristics of the cheese (pH, composition, fatty acid profile, proteolysis, lipolysis, texture and color) at the end of the period 60 days maturation. It has also evaluated the sensory acceptance of samples and by a triangular test whether there were notable differences between both lots of cheese. Based on the results obtained, it is observed that the presence of olive pomace feeding goats produced a decrease in the total fat content of the milk. In the fatty acid profile of milk, by the inclusion of olive pomace, increased saturated and monounsaturated fatty acids, which affected the increase in atherogenic index of this milk. On analysis of the cheeses, the presence of olive pomace in the diet caused a significant decrease of fat, while the level of protein and dry matter was higher. Also the level of proteolysis and lipolysis of cheese from milk of goats fed olive pomace was above to cheeses control. And the parameters of texture, hardness and chewiness were higher, while the color parameters showed less bright and more yellowish tone cheeses. Sensory analysis showed no significant differences between cheeses made from goat milk with and without olive pomace, in relation to the attributes studied (appearance, visual texture, smell, color and overall acceptance). Nor consumers were able to differentiate the two types of cheeses.

Key words

Olive pomace, goat's milk, ripened cheese

Índice General

I.	INTRODUCCION	1
1.	CALIDAD DE LA LECHE DE CABRA	1
1.1.	Calidad Fisicoquímica	1
1.2.	Calidad higiénico-sanitaria de la leche	3
2.	FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE.....	5
2.1.	Consideraciones generales.....	5
2.2.	Uso de subproductos en alimentación animal.....	6
3.	LOS QUESOS DE LECHE DE CABRA.....	10
3.1.	Generalidades	10
II.	OBJETIVO.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
1.	DISEÑO EXPERIMENTAL	14
2.	SELECCIÓN DE LOS ANIMALES Y ALIMENTACIÓN.....	15
3.	OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LA LECHE.....	17
4.	ELABORACIÓN DE LOS QUESOS.....	17
5.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE QUESO.....	21
5.1.	Obtención de las muestras de queso	21
5.2.	Análisis fisicoquímicos	21
5.2.1.	pH	21
5.2.2.	Composición química del queso.....	21
5.2.3.	Proteólisis	21
5.2.4.	Lipólisis	23
5.2.5.	Análisis de Ácidos Grasos	24
5.2.6.	Color	26
5.2.7.	Análisis de Textura	27
5.2.8.	Análisis sensorial	27
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
1.	EFFECTO DEL ORUJO DE ACEITUNA EN LA ALIMENTACIÓN DE LAS CABRAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y CALIDAD DE LA LECHE Y DEL QUESO.....	31

1.1.	Calidad de la leche de cabra.....	31
1.2.	Perfil de ácidos grasos de la leche.....	33
1.3.	Composición de los quesos de cabra	35
1.4.	Perfil de ácidos grasos de los quesos	40
2.	EFFECTO SOBRE EL NIVEL DE PROTEÓLISIS Y LIPÓLISIS DEL QUESO ELABORADO A PARTIR DE LA LECHE DE CABRAS ALIMENTADAS CON ORUJO DE ACEITUNA	42
2.1.	Proteólisis.....	42
2.2.	Lipólisis	44
3.	EFFECTO DE LA PRESENCIA DE ORUJO DE ACEITUNA EN LA DIETA DE LOS ANIMALES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL QUESO DE CABRA	45
3.1.	Textura	45
3.2.	Color	48
4.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO DE CABRA.....	51
V.	CONCLUSIONES.....	54
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	56

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de leche cabra según diferentes autores.....	1
Tabla 2. Composición de la leche de cabra según diferentes autores.....	2
Tabla 3. Parámetros de calidad higiénica en la leche.	3
Tabla 4. Ingredientes y composición química de las raciones.	16
Tabla 5. Disoluciones de leucina empleadas para preparar la recta patrón.....	23
Tabla 6. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre la composición y parámetros de calidad de la leche de cabra.	31
Tabla 7. Perfil de ácidos grasos de la grasa de la leche de cabras alimentadas con dieta control (Control) y adicionada con orujo de aceituna (Orujo).	34
Tabla 8. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre el pH y la composición de los quesos elaborados con leche de cabra.....	36
Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de la grasa de los quesos de cabras alimentadas con dieta control (Control) y adicionada con orujo de aceituna (Orujo).....	41
Tabla 10. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre los parámetros de textura de los quesos elaborados con leche de cabra.	46
Tabla 11. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre el color de los quesos elaborados con leche de cabra.	49

Índice de Figuras

Figura 1. Producción mundial de leche de cabra (FAOSTAT, 2015).....	11
Figura 2. Quesos de la comunidad Valenciana.....	12
Figura 3. Diagrama del diseño experimental del estudio de la inclusión de orujo de aceituna en la alimentación de cabras lecheras.	14
Figura 4. Diagrama del proceso de elaboración del queso de Tronchón de cabra.....	18
Figura 5. Operación de cortado mediante lira manual.	19
Figura 6. Prensa hidráulica horizontal empleada para el queso de Tronchón.....	19
Figura 7. Cuba con salmuera para el salado por inmersión.	20
Figura 8. Queso Tronchón en la cámara de maduración.	20
Figura 9. Espectrocolorímetro y muestras de queso.	26
Figura 10. Cuestionario empleado en el análisis sensorial descriptivo.....	28
Figura 11. Cuestionario empleado en la prueba triangular.	29
Figura 12. pH de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.	39
Figura 13. Contenido de grasa (grasa/ES %) de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.....	40
Figura 14. Contenido de proteína de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.	40
Figura 15. Contenido en Amino Ácidos Libres (AAL) en los quesos elaborados a partir de leche de cabras alimentadas con diferentes dietas (Control y Orujo de aceituna).....	42
Figura 16. Contenido en Amino Ácidos Libres (AAL) en los quesos de cabra elaborados en diferentes fabricaciones.....	43
Figura 17. Contenido en Ácidos Grasos Libres (AGL) en los quesos elaborados a partir de leche de cabras alimentados con diferentes dietas (Control y Orujo de aceituna).	44
Figura 18. Contenido en Ácidos Grasos Libres (AGL) en los quesos de cabra elaborados en diferentes fabricaciones.....	45
Figura 19. Dureza de los quesos de cabra del grupo control y orujo en las diferentes fabricaciones.	47
Figura 20. Luminosidad de los quesos de cabra del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.	50

Figura 21. Resultados del análisis sensorial para el estudio de quesos elaborados con leche de cabras alimentadas con diferentes dietas (Control y Orujo). 52

I. INTRODUCCION

1. CALIDAD DE LA LECHE DE CABRA

Para la fabricación del queso la materia prima es la leche y de la calidad de esta, dependerá enormemente la calidad del queso obtenido. Así, para asegurar la aptitud de una leche para su utilización en quesería hay que atender a su calidad tanto físico-química como higiénico-sanitaria.

1.1. Calidad Fisicoquímica

Algunos parámetros fisicoquímicos presentan un especial interés porque permiten establecer la calidad de la leche cruda. Así, por ejemplo, el pH y la acidez valorable, expresada en porcentaje de ácido láctico, informan sobre la frescura de la leche y sirven como indicadores de calidad higiénica mientras que otros, como la densidad y el punto crioscópico, se utilizan para detectar posibles fraudes por adición de agua. En la Tabla 1 se presentan los parámetros fisicoquímicos más importantes de la leche de cabra según diferentes autores.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de leche cabra según diferentes autores.

Densidad (g/l)	Punto crioscópico (°C)	Acidez (% ácido láctico)	pH	Referencias
1,028-1,030	-	0,17	-	Costa <i>et al.</i> (2014)
1,029-1,032	0,540-0,550	0,15-0,17	6,4-6,60	Rawya y Ahmed (2014)
1,03	0,554	0,15	6,7	Romero <i>et al.</i> (2013)
1,029-1,039	0,540-0,573	0,14-0,23	6,50-6,80	Park <i>et al.</i> (2007)
-	0,56	-	6,86	Salvador <i>et al.</i> (2006)
1,028-1,032	0,540-0,573	0,14-0,23	6,4-6,86	Rango

Por otra parte, la composición química de la leche reviste una gran importancia ya que determina su calidad nutritiva y muchas de sus propiedades. Así, la aptitud tecnológica de la leche para su transformación en queso depende, en gran medida, de su composición, especialmente de su contenido en grasa y proteína.

En la Tabla 2 se presenta la composición química de la leche de cabra en distintas razas. Cabe destacar que la leche de las razas más locales (Griega, Nguni y Sarda) tienen una mayor concentración de grasa y proteína y como consecuencia mayor materia seca. Sin embargo la leche de las razas lecheras más especializadas (Alpina, Saanen, Nubian, etc.) por lo general presentan menores cantidades de grasa y proteína, principalmente debido a la diferencia entre los niveles de producción.

Tabla 2. Composición de la leche de cabra según diferentes autores.

Raza	Materia seca	Proteína	Lactosa	Grasa	Referencias
Murciano-Granadina	14,67	3,72	4,66	5,61	Beltrán <i>et al.</i> (2014)
Alpina	9,17	6,45	5,02	3,6	Costa <i>et al.</i> (2014)
Saanen	11,61	3,55	4,85	3,15	Costa <i>et al.</i> (2014)
Damascus	11,30-12,90	3,20-3,90	2,3-4,9	3,60-4,90	Bhosale <i>et al.</i> (2009)
Granadina	13,57	3,48	4,11	5,.23	Sanz Ceballos <i>et al.</i> (2009)
India	12,33-13,66	3,21-4,09	4,19-4,88	3,54-4,54	Bhosale <i>et al.</i> (2009)
Griega	14,8	3,77	4,76	5,63	Raynal-Ljutovac <i>et al.</i> (2008)
Sarda	-	3,9	-	5,1	Raynal-Ljutovac <i>et al.</i> (2008)
Canaria	13,64	4,82	-	3,87	Salvador <i>et al.</i> (2006)
Nubian	13,2-14,6	3,90-4,50	-	4,40-4,50	Soryal <i>et al.</i> (2005)
Boer	-	4,97-5,03	4,48-4,97	6,13-6,39	Mmbengwa <i>et al.</i> (2000)
Nguni	-	4,54-4,95	4,27-4,51	6,04-7,48	Mmbengwa <i>et al.</i> (2000)
	9,50-16,50	2,40-6,45	2,30-4,97	2,7-7,48	Rango

Los valores que se presentan deben considerarse como orientativos, ya que los componentes de la leche de cabra además de por la raza varían de forma natural a lo largo de la lactación, viéndose afectados por numerosos factores como el tipo y la época de parto, la edad del animal, estado sanitario, el ordeño y la alimentación entre otros (Salvador y Martínez, 2007).

1.2. Calidad higiénico-sanitaria de la leche

Las cualidades nutritivas de la leche la sitúan entre los alimentos básicos por excelencia, pero desde su secreción en el interior de la ubre hasta su llegada al consumidor, puede encontrar un elevado número de riesgos, como son: el desarrollo incontrolado de microorganismos, infecciones por gérmenes patógenos de los animales productores, absorción de olores extraños, producción de malos sabores, presencia de sustancias químicas extrañas (antibióticos, detergentes, desinfectantes, pesticidas, metales, partículas de suciedad, etc.), lo que puede afectar de forma negativa la calidad higiénica del producto.

La legislación europea relativa a la higiene de los alimentos de origen animal destinados a la alimentación humana (Reglamentos CE nº 852, 853 y 854/2004) realiza una valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en base a su contenido en gérmenes totales, células somáticas y residuos de antibióticos, estableciendo para cada uno de estos parámetros unos valores máximos (Tabla 3), para que la leche pueda ser comercializada en el ámbito de la Unión europea.

Tabla 3. Parámetros de calidad higiénica en la leche.

Parámetro	Vaca	Oveja y cabra	
Recuento gérmenes totales (UFC/ml) ¹	100.000	500.000 ³	1.500.000 ⁴
Recuento células somáticas (cel/ml) ²	400.000	-	-
Presencia de antibióticos	Ausencia de residuos por encima de los límites de seguridad establecidos en la UE.		

¹Media geométrica observada durante un periodo de dos meses con un mínimo de dos determinaciones al mes; ²Media geométrica observada durante un periodo de tres meses con, al menos, una determinación al mes; ³Cuando el proceso de elaboración de los productos derivados no incluye ningún tratamiento térmico; ⁴Cuando el proceso de elaboración de los productos derivados incluye tratamiento térmico.

Fuente: Reglamento (CE) 853/2004

A pesar de que no todos los microorganismos que se pueden encontrar en la leche cruda tienen la misma implicación sanitaria, la legislación europea utiliza el Recuento de Gérmenes Totales (RGT) como parámetro indicador de la higiene durante

las operaciones de obtención y conservación de la leche en granja. En el caso de las leches de oveja y cabra, los límites corresponden a 500.000 UFC/ml para la leche destinada a la elaboración de productos derivados sin tratamiento térmico y a 1.500.000 UFC/ml para la leche destinada a productos que incluyan en su elaboración algún tipo de tratamiento térmico; ambos valores son muy superiores al valor límite de 100.000 UFC/ml establecido para la leche cruda de vaca.

El Recuento de Células Somáticas (RCS) es otro de los parámetros utilizados de manera rutinaria para valorar la calidad higiénica de la leche cruda ya que constituye un buen indicador del nivel sanitario de los animales, principalmente en relación a la presencia de mamitis subclínica. El Reglamento (CE) 853/2004 sobre las normas de higiene aplicables a los alimentos de origen animal, establece para la leche cruda de vaca un valor máximo de 400.000 cel/ml.

En el caso del ganado ovino y caprino la situación no está tan clara ya que determinados factores no infecciosos como el estado de lactación, la aparición del celo o el manejo de los animales, pueden influir de manera importante sobre el recuento de células somáticas, especialmente en el ganado caprino (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2005; Paape *et al.*, 2007). Este hecho, unido a la particularidad de los sistemas de producción empleados en pequeños rumiantes (utilización de parideras agrupadas) y a la menor importancia socioeconómica de la leche de estas especies respecto al vacuno lechero, ha hecho que todavía no haya sido posible establecer los límites para este parámetro dejando la cuestión pendiente de estudio.

Otro de los aspectos considerados en la legislación para valorar la calidad higiénica de la leche cruda es la presencia de residuos de inhibidores, entre los que se encuentran los antibióticos. La principal causa de la presencia de estas sustancias en la leche es la utilización de medicamentos veterinarios a base de antibióticos para el tratamiento y profilaxis de las enfermedades infecciosas del ganado, especialmente la mamitis (Molina *et al.*, 2009).

2. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE

2.1. Consideraciones generales

El valor nutricional de la leche es un aspecto importante en los sistemas de producción, y está determinado por múltiples factores. Estos factores pueden ser agrupados en intrínsecos del animal (especie, raza, nivel de producción, estado de lactación estado fisiológico, salud, etc.) y extrínsecos (ordeño, estación, prácticas de manejo, alimentación, etc.).

La alimentación del ganado se considera el factor extrínseco de mayor influencia, no sólo sobre la cantidad de la leche producida, sino también en la calidad de la misma (composición química y propiedades tecnológicas), y en consecuencia sobre las características de los productos derivados.

Varios factores nutricionales afectan a la concentración de grasa y el rendimiento lechero, los más importantes son el balance energético, la ingesta y la fuente de fibra dietética, carbohidratos no fibrosos, tamaño de las partículas de los alimentos, así como la cantidad y composición de ácidos grasos de los suplementos grasos en la dieta. Una alimentación con alto contenido energético, como puede ser el empleo de concentrados generalmente disminuye el contenido de grasa en leche e incrementa ligeramente el porcentaje de proteína, ya que produce un cambio de dirección del flujo de energía orientado hacia la formación de grasa corporal (Bocquier y Caja, 2001; Pulina *et al.*, 2006).

También el tipo de forraje influye en el porcentaje graso a través de la densidad energética de la dieta, el suplemento fibroso favorece la producción en el rumen de acetato (un precursor de los ácidos grasos sintetizados en la glándula mamaria) y también el contenido en lípidos de la propia ración. Así la sustitución de fibra por concentrado en la dieta de los animales, puede ser causa de una caída en el porcentaje de grasa en la leche por variar la fermentación ruminal, con disminución del pH, modificando la población microbiana y consecuentemente también alterando la proporción de ácidos grasos volátiles en el rumen. (Fernández *et al.*, 2006)

Muchos estudios han comprobado que para conseguir una alta producción de leche, se debe incrementar la cantidad de proteínas y energía del alimento diario. Hay que mantener una buena calidad del forraje y una mezcla adecuada de granos para mejorar los niveles de producción. En este aspecto, las cabras presentan ventaja sobre las vacas y ovejas, ya que además de pastar son ramoneadoras, por lo cual comen frutos, tallos y hojas de alto valor nutritivo, que junto a sus hábitos de consumo selectivo le garantizan una dieta nutricionalmente rica (Baldizán y Chacón, 2004).

Chilliard *et al.* (2003) realizaron una revisión bibliográfica sobre el efecto de la suplementación de la dieta de cabras lecheras con diferentes fuentes y proporciones de grasa evaluando como afectaba a la producción y los contenidos de grasa y proteína de la leche. Estos autores indicaron una alta correlación entre el balance energético y el porcentaje de ácidos grasos con más de 18 átomos de carbono en la leche. Por otra parte, Baldi *et al.* (1992) comprobaron que la adición de ácidos grasos de cadena larga a la dieta incrementa el contenido de grasa de la leche y el rendimiento, sin alterar el contenido de proteína de la leche. Los ácidos grasos de C4-C14 de la grasa de la leche disminuyeron drásticamente, mientras que los ácidos grasos de cadena larga aumentaron, incluyendo los ácidos insaturados y colesterol.

En otro estudio que analizó el efecto de la dieta de parto en cabras Alpinas, Sahlu *et al.* (2004) demostraron que la producción de leche aumentó linealmente como respuesta a la concentración energética de la dieta y cuadráticamente en respuesta al contenido proteico de la dieta.

Los cambios en la cantidad y en las fuentes proteicas de la dieta también pueden afectar la composición de la leche de cabra. Al respecto, Sanz-Sampelayo *et al.* (2002) utilizaron diferentes fuentes proteicas y observaron diferencias significativas en la composición de la leche, porcentaje de sólidos totales y en el porcentaje de proteínas, sin ver afectado el porcentaje de grasa ni la producción total de leche.

2.2. Uso de subproductos en alimentación animal.

La nutrición de los animales cumple un papel fundamental y determinante sobre la calidad de los productos derivados, al mismo tiempo los altos costes que ello

conllevar repercuten fuertemente en la producción animal. En la Unión Europea, la alimentación para el ganadero lechero representa más del 50 % del coste total de producción. (Morand-Fehr *et al.*, 2007; Abbeddou *et al.*, 2011). La alimentación de rumiantes en régimen de producción intensiva o semi-intensiva se caracteriza por su dependencia de una mezcla de cereales y alimentos proteicos, por lo que el aumento de los precios de los cereales afecta negativamente a la producción animal. La mayoría de los productores, especialmente los ubicados en zonas marginales, no pueden subsistir con estos elevados costos. Para hacer frente a este problema, se planteó la necesidad de introducir nuevas materias primas para obtener dietas más económicas. (Vasta *et al.*, 2008; Abbeddou *et al.*, 2011).

La industria alimentaria genera diferentes subproductos o residuos de naturaleza orgánica y biodegradable, que pueden alcanzar un porcentaje cercano al 86% del peso de la materia prima procesada. Estos subproductos, necesitan un tratamiento específico para su eliminación lo que obliga a las empresas a adoptar estrategias medioambientales encaminadas a la regeneración, reciclaje o valoración de los residuos o subproductos, siendo uno de los sistemas de aprovechamiento su inclusión en alimentación animal.

Algunos subproductos, por lo general, presentan un alto valor energético o elevado contenido proteico, por lo que pueden constituir alternativas competitivas a las fuentes de energía o proteína más tradicionales empleadas en la alimentación animal (Westendorf, 2000). Durante los últimos años, el estudio del valor nutritivo de los subproductos o residuos agro-industriales ha sido uno de los principales campos de investigación en la nutrición de rumiantes, particularmente en los países tropicales. Diversos estudios consultados demuestran que los residuos agro-industriales pueden reemplazar a los alimentos concentrados en las dietas de animales, sin afectar a las características del producto final (leche, queso, yogur, carne y productos cárnicos) con mejores resultados económicos (Morand-Fehr *et al.*, 2005; Fava *et al.*, 2013).

Por otra parte, la producción de aceite de oliva en Europa representa casi el 75% de la producción mundial y son España (45%), Italia (31%) y Grecia (22%) los

principales países productores (FAOSTAT, 2015). En el año 2015 en España la producción de aceite de oliva ascendió a 1.235.700 toneladas, un 59% más que la campaña anterior (2013-2014) y un 24% superior a la media de las cuatro anteriores (MAGRAMA, 2016).

La industria de extracción de aceite de oliva produce una variedad de productos secundarios, que se han estudiado como ingrediente de piensos de rumiantes (Cannas y Dattilo, 1991). Uno de ellos es el Orujo, el cual es el residuo de la primera extracción del aceite de oliva por presión de la aceituna entera. El orujo de aceituna se considera una mezcla de agua, pulpa, hueso y piel de la aceituna. Dependiendo del contenido de aceite, puede distinguirse entre el orujo bruto, que contiene un 9 % de aceite, y orujo agotado, al cual se le ha extraído gran parte del aceite residual con disolventes como el hexano. Además, pueden diferenciarse el orujo parcialmente deshuesado, donde se ha disminuido el contenido de hueso, y el orujo deshidratado, que por tamizado y deshidratación se ha removido cierta cantidad de agua (FAO, 1985).

El orujo de aceituna representa un suplemento energético válido e interesante por su alto nivel de ácido oleico, por sus efectos beneficiosos sobre el colesterol sanguíneo y otras evidencias relacionadas con la salud humana (Chiofalo et al., 2004). A su vez Yáñez-Ruiz et al. (2004), indicaron que el ganado caprino puede estar mejor adaptado, desde el punto de vista digestivo, al uso de dietas que incluyen orujos de aceituna.

Molina Alcaide et al. (2005), estudiaron el efecto de sustituir en la dieta de cabras en lactancia, el 50% de un concentrado convencional por bloques de multialimento (FB), los cuales contenían dos niveles de orujo de aceituna. Como resultados del estudio encontraron que los bloques de alimentación que contienen orujos podrían utilizarse para reemplazar parcialmente el concentrado sin tener efectos perjudiciales sobre la composición de la leche. Encontraron que en general, la inclusión de los bloques alimentarios con orujo mejoró el perfil de ácidos grasos de la leche, aumentando el ácido linoleico conjugado (CLA). A pesar de que observaron una disminución de la producción de leche en las dietas con orujo, esto podría compensarse por una mejor calidad de la leche. También destacaron la reducción del

coste de la alimentación y la ventaja ambiental derivada de la inclusión de subproductos.

Chiofalo *et al.* (2004) probaron la inclusión de orujo de aceituna solo o con la adición de vitamina E, en la dieta de ovejas. Evaluaron la producción láctea, la composición química, las propiedades de coagulación y la composición de ácidos grasos la leche. Concluyeron que no hubo reducción de los rendimientos productivos de los animales ni en la composición de la leche. Con respecto a las propiedades tecnológicas, no se vieron afectadas las propiedades de coagulación, lo cual fue muy importante considerando que la leche de oveja se emplea en su totalidad en la fabricación de queso. En cuanto a la calidad, observaron una mejora de las características dietéticas nutricionales de la leche, reflejada por el aumento de la relación ácidos grasos insaturados/ácidos grasos saturados, así como por la disminución de los índices aterogénico y trombogénico.

También Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2013) evaluaron la inclusión de aceite de oliva lampante en la dieta de ovejas sobre el perfil de ácidos grasos de la leche y el queso. La ingesta, la producción de leche y la composición (grasa y proteína) no se vieron afectados por los tratamientos. El ácido oleico y el vaccénico incrementaron gradualmente mientras que los ácidos grasos saturados y el índice aterogénico disminuyeron en la leche y el queso a medida que la inclusión de aceite de oliva lampante se incrementó en la dieta. Concluyeron que el perfil de ácidos grasos de la leche y queso de oveja puede ser mejorada significativamente por medios naturales, a través de la administración de suplementos de orujos en los sistemas de producción ovina.

Pallara *et al.* (2014) estudiaron el efecto de que causaba la inclusión en la alimentación de bloques alimentarios con orujo de oliva sobre la población microbiana del rumen. Llegaron a la conclusión de que la suplementación de la alimentación con orujo altera la comunidad bacteriana del rumen, incluidas las bacterias responsables de la hidrogenación de ácido vaccénico a ácido esteárico, modificando de este modo el

perfil de ácidos grasos del líquido ruminal. Lo que indica que el uso de orujo podría utilizarse para producir carne o productos lácteos enriquecidos en lípidos funcionales.

Mioč *et al.* (2007) y Vera *et al.* (2009) también estudiaron el efecto de la inclusión de orujo en la dieta de los animales, en este caso de corderos destetados, para evaluar la calidad y composición de la canal. En ambos casos, se encontraron diferencias significativas y considerables en el contenido de varios ácidos grasos. Las canales de orujo tuvieron menor contenido de ácido palmítico y mayor de ácidos esteárico y oleico. Los índices aterogénicos y trombogénicos mejoraron con el suministro de orujo.

3. LOS QUESOS DE LECHE DE CABRA

3.1. Generalidades

El queso es uno de los principales productos derivados de la leche y como tal, se ha venido utilizando como alimento durante siglos. Sus orígenes son anteriores a la historia escrita y se supone que se relaciona con la domesticación de los animales hacia los años 12.000-8.000 a.C.

Atendiendo a los últimos datos de la FAO (FAOSTAT, 2015), la producción mundial de leche entera de cabra en el año 2013 fue de 18.422.372 toneladas. Esta producción se distribuye de manera muy variable a lo largo de todos los continentes, concentrándose especialmente en los países en vías de desarrollo (Figura 1). Asia y África engloban cerca del 80% de la producción mundial, siendo menor en otras áreas como América y Oceanía. En Europa, se localiza el 17,5% (2.517.895 toneladas), especialmente en Francia (24%), España (17,5%) y Grecia (16%). En España, la producción de leche de cabra ascendió a 471.999 toneladas en el año 2013 (MAGRAMA, 2015). Andalucía es la región con la mayor producción (44%), seguida de Canarias (19%), Castilla la Mancha (13%) y Castilla y León (7%).

Por lo general, una parte importante de la obtención de leche de cabra (97%) se destina principalmente a su transformación en productos derivados, especialmente queso.

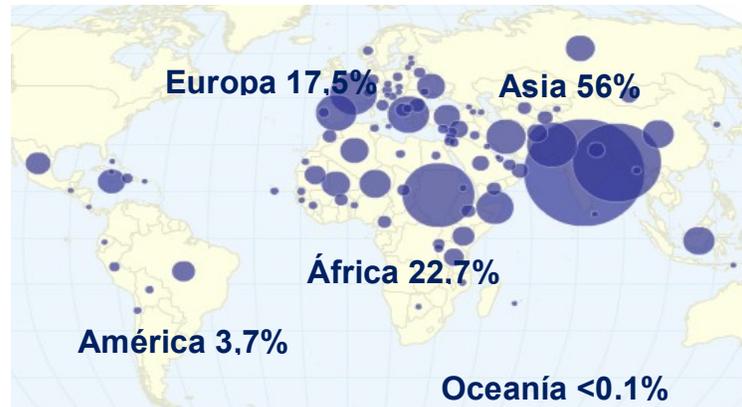


Figura 1. Producción mundial de leche de cabra (FAOSTAT, 2015).

A nivel mundial la fabricación de queso de cabra fue de 467.089 toneladas en el año 2013. Europa, con el 41%, representa una parte importante de la producción de queso de cabra del mundo, siendo Francia, Grecia y España los países europeos más importantes, agrupando entre ellos un 89%. (FAOSTAT, 2015)

En España la producción de queso de cabra ascendió en 2013 a 37.800 toneladas y se localiza fundamentalmente en la zona sur del país (Andalucía, Murcia, Extremadura, etc.) y en las Islas Canarias.

La elaboración de queso tiene una tradición innegable en la Comunidad Valenciana, encontrándose referencias de esta actividad desde la más remota antigüedad. En esta Comunidad se elaboran diferentes tipos de queso, aunque solo cinco de ellos, Blanquet, Cassoleta, La Nucia, Servilleta y Tronchón (Figura 6), se encuentran reglamentados para su distinción con la Marca de Calidad CV de acuerdo con la Orden 23 de diciembre de 2008, de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación (DOCV N° 5924 31/12/2008).

Entre los quesos de la Comunidad Valenciana uno de los más conocidos es el queso Tronchón, que además es en el que se centra el presente trabajo. Este queso se elabora fundamentalmente en la zona del Maestrazgo, que forma parte de tres Comunidades Autónomas (Aragón, Cataluña y la Comunidad Valenciana) en concreto, en las provincias de Teruel, Tarragona y Castellón

El queso Tronchón, elaborado con leche de cabra y/o oveja, sales de calcio, fermentos lácticos (en el caso de queso madurado) y cuajo, es un queso cilíndrico, con las caras en forma de volcán donde tienen grabado un dibujo floral. La corteza es semidura, cerrada y su color oscila desde blanco marfil hasta un marrón claro. El interior es compacto y cerrado, con ojos repartidos de forma variable, la pasta es algo elástica y de color blanco marfil o amarillo tenue. Es un queso muy aromático, con un sabor intenso, muy graso y mantecoso, de gusto a la leche de oveja y cabra (Bueno, 2009).



Figura 2. Quesos de la comunidad Valenciana

La información referente al queso Tronchón y a la influencia de la calidad de la leche empleada en su elaboración sobre sus características fisicoquímicas y sensoriales del mismo es muy limitada. Por lo que resulta de interés realizar estudios sobre los diferentes factores de variación que pueden afectar a la calidad de la leche, en especial factores nutricionales para optimizar la producción y calidad de la leche sin que esto afecte a la calidad de los productos derivados.

II. OBJETIVO

En los últimos años, la inclusión de subproductos de la industria agro-alimentaria en la nutrición animal ha sido ampliamente difundida y estudiada especialmente con respecto a parámetros referidos a los rendimientos productivos.

El objetivo de este estudio ha sido evaluar el efecto de la presencia de orujo de aceituna en la alimentación de cabras lecheras sobre las características de la leche y del queso Tronchón, uno de los quesos más característicos de la Comunidad Valenciana.

Con este trabajo se pretende aportar una mayor información sobre el uso de subproductos en ganado caprino y su influencia sobre la calidad de la leche, así como sobre las características de los productos lácteos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado para el estudio de la inclusión de orujo de aceituna en la alimentación de las cabras sobre las características de la leche y del queso curado elaborado a partir de ella se presenta en la Figura 3.

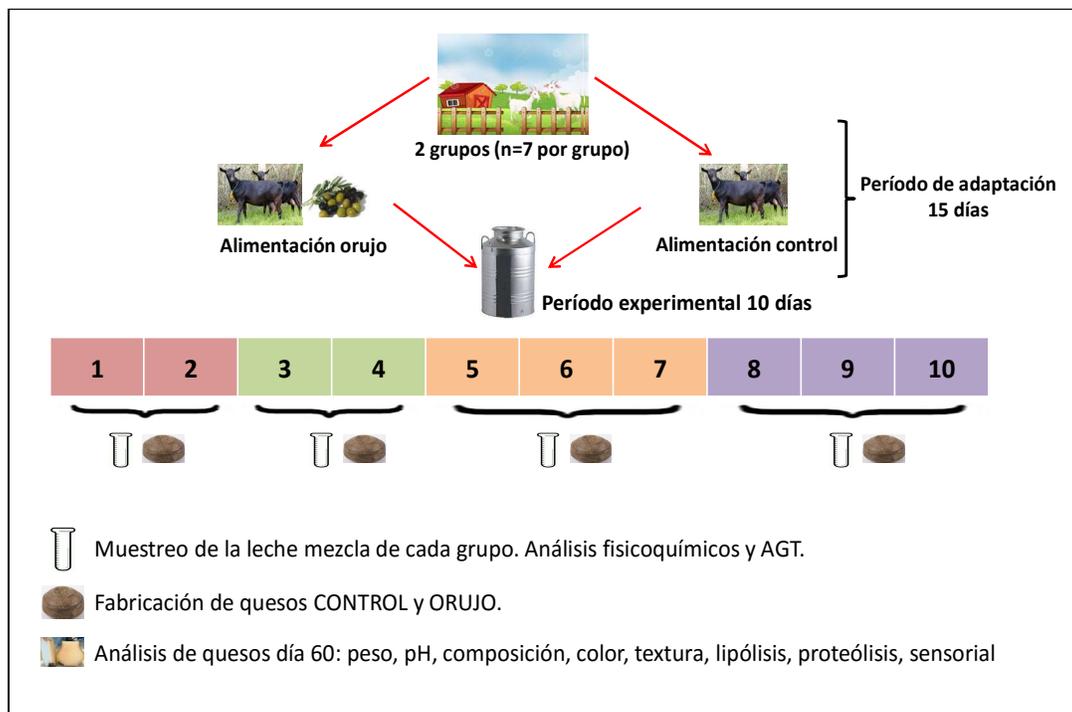


Figura 3. Diagrama del diseño experimental del estudio de la inclusión de orujo de aceituna en la alimentación de cabras lecheras.

Para el estudio se emplearon 14 cabras de la raza Murciano-Granadina en el tercer mes de lactación. Las cabras fueron divididas en dos grupos de 7 cabras, uno de los grupos recibió una alimentación control y el otro grupo recibió el pienso con un 20% de orujo de aceituna. La prueba de alimentación tuvo una duración total de 25 días, de los cuales 15 fueron de adaptación y los últimos 10 días de fase experimental. Cada día los animales fueron ordeñados una única vez a las 8 am. Una vez iniciada la fase experimental, se tomaron muestras individuales de leche de cada animal y de la mezcla de leche utilizada para las diferentes fabricaciones de queso. Las muestras de

leche de cabra se enviaron al LICOVAL (Laboratorio Interprofesional Lleter de la Comunitat Valenciana) para el análisis fisicoquímico e higiénico sanitario y se separaron alícuotas que se congelaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el posterior análisis de perfil lipídico por cromatografía gaseosa (GC).

Se realizaron elaboraciones de queso en cuatro momentos diferentes de la fase experimental y en cada una se fabricó quesos control y quesos a partir de la leche de las cabras alimentadas con el pienso que contenía orujo de aceituna. La leche utilizada provenía de varios ordeños consecutivos de cada grupo experimental.

De cada fabricación se obtuvieron 6 quesos de tipo Tronchón, que se maduraron durante 60 días. Al cumplir este tiempo, se tomaron muestras de diferentes quesos dentro de cada lote con las cuales se hicieron los análisis de textura y color con los quesos frescos y se congelaron ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$) otras alícuotas para posteriores análisis.

2. SELECCIÓN DE LOS ANIMALES Y ALIMENTACIÓN

En este estudio se utilizaron cabras de raza Murciano-Granadina de la granja experimental del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia.

Los animales fueron seleccionados bajo unos criterios de peso, estado de lactación, producción de leche previa y número de lactación para obtener la mayor homogeneidad posible y con ello conseguir un menor efecto del individuo. Se seleccionaron 14 cabras (7 animales por grupo) de unos $43,9\pm 3,2$ kg de peso vivo, en el tercer mes de lactación. Todas las cabras presentaban un buen estado sanitario y no recibieron ningún tratamiento veterinario durante todo el experimento.

Las raciones fueron diseñadas teniendo en cuenta las necesidades nutricionales para cabras a mitad de lactación (FEDNA, 2009) y utilizando el valor nutritivo de los alimentos según las tablas FEDNA (2015). Como fuente forrajera se utilizó la alfalfa y como concentrado se fabricaron dos piensos compuestos en la Fábrica de Piensos de la Unidad de Alimentación Animal del Departamento de Ciencia Animal de la UPV, los cuales fueron peletizados. Los ingredientes y composición química de las dietas se

encuentran en la Tabla 4. La alfalfa, el orujo graso y los dos piensos experimentales, fueron analizados en el laboratorio de la unidad de alimentación del departamento de ciencia animal de la UPV. Las dos dietas fueron isoenergéticas (17 MJ/Kg MS) e isoproteicas (17%PB), con el objeto de mantener como la principal fuente de variación el orujo graso de aceituna. En las raciones experimentales el nivel de grasa bruta fue de 3% para la dieta Control y 4% para la dieta con orujo.

Tabla 4. Ingredientes y composición química de las raciones.

Ingredientes (g/kg MS)	Pienso compuesto			Raciones ¹	
	Heno alfalfa	Control	Orujo	C	O
Heno de alfalfa	1000			400	400
Cebada		787	620	492	372
Orujo graso (15% EE)			200	0	120
Harina de soja (44% PB)		169	163	98	98
Carbonato cálcico		23	9	5	5
Cloruro sódico		9	4	2	2
Fosfato bicálcico		8	3	2	2
Premix ²		4	2	1	1
Composición química (%MS)					
Materia seca	90	90	91	90	91
Materia orgánica	88	91	93	93	91
Cenizas	12	9	7	7	9
Proteína bruta	17	18	17	17	17
Fibra neutro detergente	46	17	25	25	33
Fibra ácido detergente	29	5	9	9	17
Lignina ácido detergente	5	0	2	2	3
Grasa	3	2	5	5	4
Carbohidratos no fibrosos	22	55	46	46	36
Energía bruta (MJ/kg MS)	16	17	18	18	17

¹C= ración control; O= ración con orujo de aceituna

²Suministrado por NACOOP S.A. España. Premix composition (ppm or UI per kilogram of premix): Se:40; I:250; Co: 80; Cu:3000; Fe: 6000; Zn: 23400; Mn: 29000; S: 60000; Mg: 60000; Vitamina A: 2000000; Vit D3: 400000

Las raciones se suministraban dos veces al día, una a las 9:00 h de la mañana tras haber retirado por completo los restos de comida del día anterior y, la siguiente a las 15:30 h de la tarde. La cantidad de pienso por día fue de 1.500 g y se acompañaban

con 1.000 g de alfalfa picada y cribada (lo que supone una relación forraje concentrado de aproximadamente 40/60). Esta alimentación se mantuvo durante 25 días de los cuales 15 días fueron de adaptación y 10 días de experimento en el cual se utilizó la leche para fabricar los quesos.

3. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LA LECHE

Desde el momento del parto los animales fueron ordeñados una vez al día en una sala de ordeño mecánico tipo CASSE, 2x12x6 en línea alta. La leche de cada grupo se recogió del tanque de refrigeración el mismo día de la elaboración del queso y se conservó refrigerada a 4°C hasta su uso.

Las muestras de leche de cada animal y de la mezcla con la cual se realizaron los quesos se analizaron en el LICOVAL (Laboratorio Interprofesional de la Comunidad Valenciana), donde se determinó la composición química por espectrofotometría del infrarrojo (MilkoScan FT 120, Foss, Dinamarca). También se analizó el número de células somáticas según el método fluoro-opto electrónico con la utilización del equipo automático Fossomatic 5000 (Foss, Dinamarca) y el recuento de gérmenes totales con un equipo BactoScann FC (Foss, Dinamarca).

Además, todas las muestras de leche se analizaron por triplicado con un método comercial de detección de inhibidores (Eclipse® Zeulab, Zaragoza).

4. ELABORACIÓN DE LOS QUESOS

Los quesos se fabricaron en la Planta Piloto del Departamento de Ciencia Animal de la UPV siguiendo el proceso que se presenta en la Figura 4, el cual corresponde al del queso Tronchón tradicional de la Comunitat Valenciana.

La leche utilizada en cada fabricación fue obtenida de la mezcla de la leche de los animales de cada grupo en la granja de la UPV, de dos o tres días de ordeño consecutivos y fue almacenada hasta su utilización en los tanques refrigerados.

En el momento de la fabricación, la leche se vertió en la cuba midiendo el volumen. Se dejó atemperar hasta llegar a 10 -11 °C, temperatura a la que se adicionó el fermento láctico (Choozit Cheese Cultures, Francia) predominantemente mesófilo (*L.*

lactis lactis, *L. lactis cremoris*, *L. lactis lactis diacetylactis* y *S. thermophilus*) en una proporción de 1,78 g por cada 100 L. Una vez introducido el fermento se homogeneizó, se dejó reposar unos 15 minutos para que el fermento se hidrate y se procedió a subir la temperatura hasta alcanzar 32 - 34 °C, momento en el cual se adiciona a la leche el cloruro cálcico (Proquiga, A Coruña) en una cantidad de 1 mL/8 L y el cuajo animal (Suministros Arroyo, Santander) en una proporción recomendada por el fabricante de 0,6 mL/L. Se agitó durante 1 minuto y posteriormente se dejó en reposo para que el coagulante hiciera su efecto.

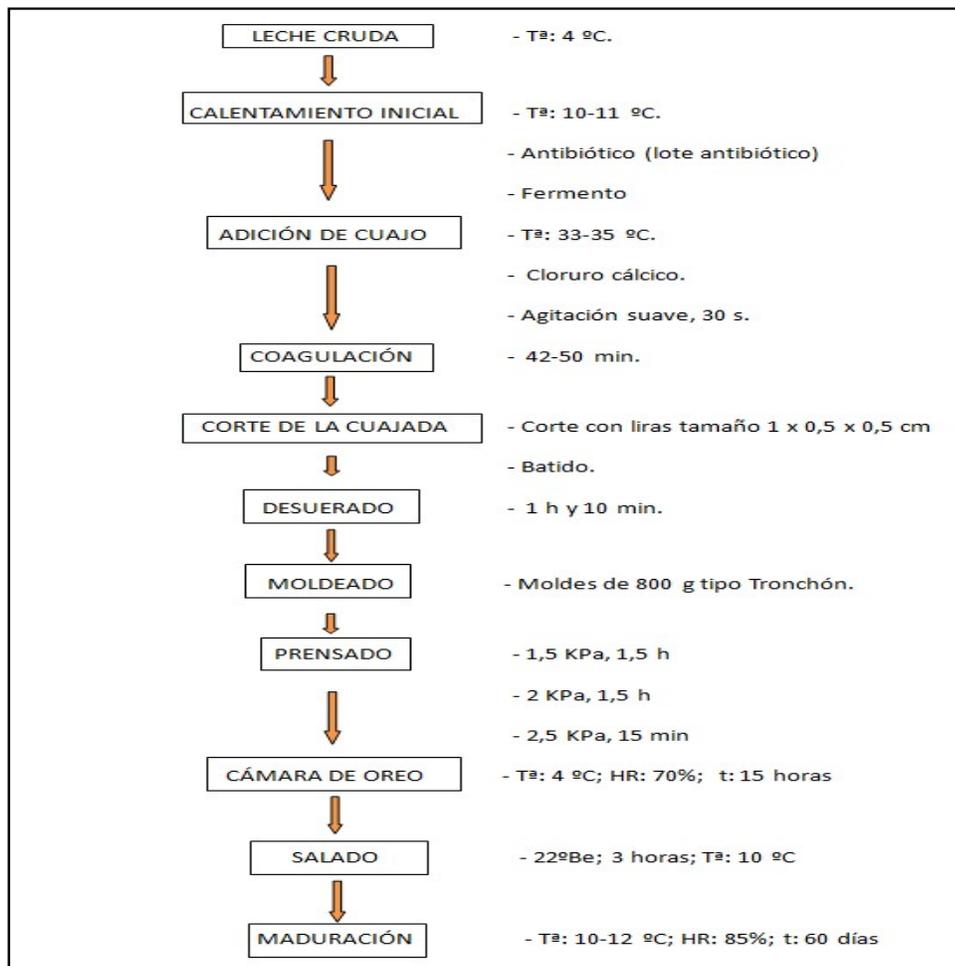


Figura 4. Diagrama del proceso de elaboración del queso de Tronchón de cabra.

Pasados unos 30-40 minutos y una vez coagulada la leche, se procedió al corte de la cuajada con una lira (Figura 5) hasta obtener un grano de 1 x 0,5 x 0,5 cm el cual se trabajó manualmente (batido) durante al menos 1 hora y 15 minutos. Cuando el

grano presentó la dureza adecuada y un pH aproximadamente de 6,35-6,40 se procedió al desuerado y posterior moldeado del queso en moldes de queso tipo tronchón de 800 gramos. De este modo en cada fabricación se obtuvieron 6 quesos.



Figura 5. Operación de cortado mediante lira manual.

Al finalizar, los quesos se pusieron en la prensa (Figura 6), donde permanecieron 3 horas y 20 minutos. El prensado se dividió en tres fases, en la primera durante una hora y media a una presión de 150 kPa, transcurrido ese tiempo se voltearon los quesos, se retiró el paño con el que se habían moldeado y dejaron durante una hora y media más en la prensa a 200 kPa. Pasado ese tiempo se elevó la presión a 250 kPa y se mantuvieron otros 20 minutos.



Figura 6. Prensa hidráulica horizontal empleada para el queso de Tronchón.

Finalizado el proceso de prensado, si no se había llegado al pH deseado (5,3) los quesos se dejaban a temperatura ambiente esperando el descenso del mismo. Una vez alcanzado dicho pH se colocaron los quesos en una cámara de refrigeración para

realizar el oreo a 4° C y 70 % de humedad relativa durante 48 horas. A las 15 horas se interrumpió el oreo para realizar el proceso de salado (Figura 7). Este se realizó en una salmuera con una concentración de sal de 22-23° Beaumé (Bé) a 10 °C de temperatura durante 3 horas, volteando los quesos a mitad del tiempo de salado para conseguir que el proceso de salado fuera homogéneo.



Figura 7. Cuba con salmuera para el salado por inmersión.

A continuación del salado los quesos volvieron a la cámara para finalizar la etapa de oreo y una vez finalizado se trasladaron a la cámara de maduración (Figura 8) donde permanecieron a 10-12 °C y 80-85% de humedad relativa durante 60 días.



Figura 8. Queso Tronchón en la cámara de maduración.

5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE QUESO

5.1. Obtención de las muestras de queso

Se realizaron controles de peso en todos los quesos a los distintos tiempos de maduración (0,30 y 60 días) con una balanza analítica de precisión 1g (Gram Precisión S. L., Barcelona).

Las determinaciones analíticas de estos quesos, se realizaron al finalizar el período de maduración (60 días). Los análisis de textura y color se realizaron con las muestras en fresco porque así lo determina su protocolo. Para los demás análisis se congelaron (-80° C) alícuotas de las muestras hasta el momento de su análisis.

5.2. Análisis fisicoquímicos

5.2.1. pH

El pH se determinó con un pH-metro Crison modelo Basic 20 (Crison, Barcelona), con un electrodo de penetración. Esta medición se realizó tanto durante el proceso de elaboración como sobre el producto final.

5.2.2. Composición química del queso

La composición química de los quesos se analizó por infrarrojo cercano NIRS mediante el equipo FoodScan (Foss, Hillerød, Dinamarca) que había sido calibrado previamente para determinaciones analíticas en quesos curados. Para esto, se trituraba una porción de queso sin corteza en una picadora de uso doméstico (Moulinex, Madrid). A continuación una porción del triturado se colocó homogéneamente en una placa de Petri, teniendo especial cuidado de que no quedasen huecos y de obtener una superficie totalmente lisa. A continuación, se introdujo la muestra de queso en el FoodScan y se procedió al análisis de composición.

5.2.3. Proteólisis

Para el análisis del índice de proteólisis se siguió el método descrito por Folkertsma y Fox (1992). Las muestras de queso se descongelaron el día anterior dejándolas en refrigeración hasta el momento del análisis.

La determinación del índice de proteólisis consta de dos fases, en la primera se obtiene la fracción nitrogenada soluble (FSA) y en la segunda fase se valoran los aminoácidos libres.

Para la obtención de la fracción nitrogenada soluble en agua (FSA) se pesaron 30 g de la muestra de queso rallado en un matraz Erlenmeyer, al cual se adicionaron 70 mL de agua destilada. La mezcla fue homogeneizada durante 5 minutos a 5000 rpm con el Ultraturrax T25 (IKA®, Staufen, Alemania) y posteriormente introducida en un baño de agua a 40 °C durante una hora. Transcurrido este tiempo se centrifugó a 7000 rpm durante 30 minutos a una temperatura de 10 °C. Una vez finalizada la centrifugación, se obtuvo el sobrenadante por filtración con ayuda de lana de vidrio.

Seguidamente se procedió a la cuantificación de los aminoácidos libres totales basándose en la reacción colorimétrica que tiene lugar entre la ninhidrina y los grupos α -amino que se encuentran en la FSA para formar un cromóforo violáceo.

Antes de proceder al análisis se preparó el reactivo cadmio-ninhidrina y las soluciones de leucina a distinta concentración para establecer la curva de calibración del modo que se especifica a continuación.

Reactivo cadmio-ninhidrina

En un vaso de precipitados de 250 mL se disolvieron 0,8 g de ninhidrina (178 g/mol, Sigma-Aldrich, Madrid), con 80 mL de etanol absoluto y 10 mL de ácido acético glacial. En otro vaso de precipitados de 100 mL se disolvió 1 g de cloruro de cadmio (99%, Sigma-Aldrich, Madrid) con 1 mL de agua destilada. Seguidamente, esta disolución se añadió a la disolución de ninhidrina y se almacenó en refrigeración a 4°C.

Soluciones de leucina

Para la solución de leucina "A", se pesaron 30 mg de leucina (Sigma-Aldrich, Madrid) en un matraz aforado y se le añaden 100 mL de agua destilada. Para la solución "B", se pesaron 20 mg de leucina y se añadieron 100 mL de agua destilada. Para la solución "C" se emplearon 10 mL de la disolución "B" a los que se adicionaron 100 mL de agua destilada. Para su correcta conservación, los matraces se taparon con

papel aluminio, ya que la leucina es fotosensible, y se almacenaron a 4 °C.

A partir de las diferentes soluciones de leucina se prepararon una serie de diluciones para poder realizar la curva de calibración y a partir de ella el contenido de leucina de las muestras experimentales. Las concentraciones de las soluciones obtenidas se presentan en la Tabla 5.

Para determinar la concentración de leucina tanto de la curva patrón como de las muestras de queso, se llevaron los volúmenes de muestras a 1000 µL con agua destilada. Se añadieron 2 mL de reactivo cadmio-ninhidrina. Se colocaron en un baño de agua a 84 °C durante 5 min, se dejaron enfriar y se procedió a la lectura de la absorbancia a 507 nm con el espectrofotómetro Thermo scientific (Evolution 201, Madrid).

Tabla 5. Disoluciones de leucina empleadas para preparar la recta patrón.

Disolución "A"	Volumen (µL)	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100
	Leucina (mg)	0,3	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06	0,03
Disolución "B"	Volumen (µL)	800	700	600	500	400	300	200	100		
	Leucina (mg)	0,16	0,14	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02		
Disolución "C"	Volumen (µL)	800	300	100							
	Leucina (mg)	0,016	0,004	0,002							

5.2.4. Lipólisis

El índice de lipólisis se analizó siguiendo la metodología descrita por Nuñez *et al.* (1986). Para ello se pesaron 10 g de queso previamente rallado y 6 g de Na₂SO₄ anhidro en un bote de 250 mL. Se añadieron 60 mL de éter de petróleo de 40-65 °C y se puso la mezcla en agitación durante dos horas para la extracción de los ácidos grasos libres. A continuación, se filtró durante aproximadamente 5 minutos recogiendo el filtrado en un matraz de destilación previamente tarado.

Posteriormente, se colocó el matraz de destilación en el rotavapor (RV 10 D S99, IKA®, Staufen, Alemania), donde se destiló el éter a 40 °C durante 15 minutos. Seguidamente, se dejó durante 30 minutos en una campana de extracción de gases para asegurar la completa evaporación del disolvente. Trascurrido ese tiempo, se volvió a pesar y por diferencia de pesada se obtuvieron los gramos de grasa total.

El índice de lipólisis se obtuvo por valoración del índice de acidez del extracto lipídico con una disolución etanólica de KOH 0,1 M hasta completo viraje de la fenolftaleína. Los análisis se realizaron por duplicado.

La concentración de Ácidos Grasos Libres (AGL) se expresa como mEq/100 g de grasa mediante la siguiente fórmula

$$\text{mEq/100g de grasa} = \frac{\text{KOH(mL)} \times 0,1}{\text{grasa total(g)}} \times 100 \quad \text{Ecuación (1)}$$

5.2.5. Análisis de Ácidos Grasos

El análisis cuantitativo de los Ácidos Grasos Totales (AGT) de la leche y del queso se basa en una primera etapa de extracción de la grasa previa al análisis cromatográfico. La metodología que se utilizó para la extracción de grasa de las muestras se encuentra descrita por Nudda *et al.* (2005) que consta de tres extracciones consecutivas.

Las muestras que habían sido congeladas a -20 °C se dejaron en la nevera aproximadamente 14 horas para su descongelación. En la primera etapa se pesó 1 gramo de muestra en un tubo Pyrex con tapa de teflón. Se agregaron 0,4 mL de amoníaco al 25%, 1 mL de alcohol etílico 95% y 5 mL de hexano. Se agitó durante 3 minutos en vortex y se centrifugó durante 3 minutos a 3000 r.p.m.

De la primera extracción se recuperó el sobrenadante, el cual se vertió en un matraz de destilación, previamente tarado.

En la segunda etapa, a la misma muestra inicial, se adicionaron 1 mL de alcohol etílico 95% y 5 mL de hexano, se agitó 3 minutos en vortex y se centrifugó nuevamente a 3000 r.p.m durante 3 minutos para recuperar el sobrenadante en el mismo matraz de destilación.

En la tercera extracción, se agregó a la muestra 5 mL de hexano, se agitó con vortex 3 minutos y se centrifugó durante 3 minutos a 3000 r.p.m. El sobrenadante se trasvasó al matraz de destilación.

Una vez finalizadas las tres extracciones, el matraz de destilación con el sobrenadante de cada extracción se colocó en el rotavapor a 40 °C, durante 10-15 minutos con el fin de evaporar el disolvente y obtener la grasa de la muestra. También se pasó un flujo de nitrógeno por el matraz para eliminar lo que pudiera quedar de disolvente. Por último se pesó nuevamente el matraz de destilación para conocer la cantidad de grasa extraída.

El análisis cromatográfico se inició con la metilación de los ácidos grasos también llamada derivatización, que consiste en la transformación de los glicéridos y ácidos grasos a ésteres con metanol. El método utilizado es el que corresponde a la Norma ISO 15884:2002/IDF 182:2002 modificado.

Para ello se pesaron 25 mg de grasa de la muestra de leche o queso en un tubo Pyrex. Se añadieron 0,1 mL de KOH metanólico 2N, 1 mL de hexano y el patrón interno. Se agitó durante un minuto en vortex y se centrifugó otro minuto a 3000 r.p.m. A continuación se añadieron 0,08 g de sulfato de sodio monohidrato, y se volvió a agitar durante otro minuto. Se centrifugó un minuto a 3000 r.p.m y se recuperó el sobrenadante en viales de cromatografía.

Para el análisis cromatográfico se empleó un cromatógrafo de gases (Thermo Fisher Scientific, Monza, Italia) dotado de un muestreador automático, con inyector split/splitless y un detector de ionización de llama (FID).

Los ésteres metílicos se separaron en una columna capilar SP™ 2560 (Supelco, USA) (100 m x 0,25 mm x 0,2 µm film). El gas portador fue helio a una velocidad lineal de 20 cm/seg. Las muestras fueron inyectadas con Split 1/25. La temperatura inicial fue de 70 °C, se mantuvo por 4 minutos y se incrementó hasta 175 °C a 13 °C/min, manteniéndose durante 27 minutos. Luego la temperatura se elevó 4°C/min hasta alcanzar 215 °C y se mantuvo así durante 30 minutos.

La temperatura del detector y del inyector fue de 260 °C. Los ácidos grasos individuales fueron identificados por comparación con sus tiempos de retención y con los valores publicados previamente señalados por Kramer et al. (1997). Los ácidos grasos se cuantificaron mediante el uso de C13: 0 como patrón interno (47885-U, Sigma Aldrich, Madrid).

5.2.6. Color

La caracterización objetiva del color de los quesos se realizó considerando las coordenadas colorimétricas del espacio L*, a* y b*, siendo L* la luminosidad, a* la desviación hacia el rojo (+) y el verde (-), y b* la desviación hacia el amarillo (+) y el azul (-). Para ello se utilizó un espectrocolorímetro (CM 3600D, Konica Minolta Business Solutions Spain S.A. Madrid) que se presenta en la Figura 9, tomando como referencia el observador 10º e iluminante D65. Se efectuaron 9 mediciones para cada queso, seleccionando dos quesos diferentes de cada fabricación. Las muestras se cortaron en cilindros de 2 cm de diámetro y 1 cm de grosor.

Las lecturas se realizaron a temperatura ambiente sobre las muestras frescas de queso previamente preparadas. A partir de las coordenadas a* y b* se han calculado las magnitudes psicofísicas croma o pureza de color (C*) y tono (h) mediante las ecuaciones 2 y 3, respectivamente.

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$h = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad \text{Ecuación (3)}$$

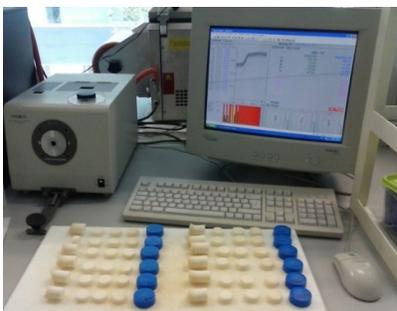


Figura 9. Espectrocolorímetro y muestras de queso.

5.2.7. Análisis de Textura

La textura de los quesos se determinó mediante un análisis de perfil de textura (TPA) utilizando un texturómetro TA. XT. plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK). El análisis consiste en una doble compresión con una sonda cilíndrica de 45 mm de diámetro (P/45) de base plana a una velocidad constante de 1 mm/s, con un porcentaje de deformación del 50% y un tiempo de espera de 5 segundos. Los parámetros obtenidos a partir de la prueba fueron: dureza, elasticidad, adhesividad, cohesión y masticabilidad. Se efectuaron 9 mediciones por cada queso, seleccionando dos quesos diferentes de cada lote de fabricación. Las muestras se cortaron en cilindros de 2 cm de diámetro y 1 cm de grosor. La textura fue medida a una temperatura constante de 20 ± 1 °C. Los parámetros citados anteriormente se midieron a partir de la curva de deformación obtenida.

5.2.8. Análisis sensorial

El objetivo de dicha prueba fue determinar el grado de aceptación de los consumidores de los quesos correspondientes a las fabricaciones realizadas a partir de leche procedente de las cabras alimentadas con orujo o con el pienso control a los 60 días de maduración.

Las pruebas se llevaron a cabo en la sala de catas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural que cumple con la norma UNE 87-004-79 y para el análisis se reunió a un panel de 100 catadores no entrenados.

A cada catador se le presentaron por separado, y sucesivamente, la muestra de queso fabricado con leche de cabras alimentadas con el pienso que contenía orujo de aceituna y su respectivo control. Cada una de las muestras estaba codificada con un número de tres dígitos. Se utilizaron escalas hedónicas de 9 puntos (Sanz *et al.*, 2009) para evaluar el grado de aceptación de los quesos en relación a diferentes atributos (apariencia, textura visual, olor, color y aceptación global).

También se realizó una prueba triangular por duplicado, en la cual se pedía al catador que identificara cuál de las tres muestras era diferente y si podía que indicara

las razones de su elección. Los cuestionarios empleados en ambas pruebas se muestran en la Figura 10 y 11.

MUESTRA: _____									
Marque cuánto le gusta la APARIENCIA de la muestra sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque cuánto le gusta el TEXTURA de la muestra sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque cuánto le gusta el OLOR de la muestra sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque cuánto le gusta el COLOR de la muestra sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque cuánto le gusta el SABOR de la muestra sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque su AGRADO GENERAL sobre la escala									
me disgusta mucho									me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 10. Cuestionario empleado en el análisis sensorial descriptivo.

Prueba triangular

Instrucciones

Pruebe las muestras de cada trio de izquierda a derecha. Dos muestras son idénticas y una diferente. Seleccione la muestra diferente y señálelo con una "X"

1º grupo:

810

387

264

Comentario:

2º grupo:

539

941

602

Comentario:

Figura 11. Cuestionario empleado en la prueba triangular.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI.II. Se realizó el análisis descriptivo de los datos y también se aplicó un análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para estudiar los factores de variación (pienso utilizado y día de ordeño) basado en el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + O_j + \epsilon_{ijk}$$

Siendo: Y_{ijk} = Variable dependiente; μ = Media general; P_i = Pensio utilizado; O_j = Día de ordeño; ϵ_{ijk} = Error residual

En caso de los quesos, los factores de variación considerados fueron el pienso utilizado y el día de fabricación, así como su interacción según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + F_j + (A_i \times F_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo: Y_{ijk} = Variable dependiente; μ = Media general; A_i = Alimentación de los animales; F_j = Fabricación de los quesos; ε_{ijk} = Error residual

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. EFECTO DEL ORUJO DE ACEITUNA EN LA ALIMENTACIÓN DE LAS CABRAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y CALIDAD DE LA LECHE Y DEL QUESO

1.1. Calidad de la leche de cabra

La composición y otros parámetros de calidad de la leche obtenida de las cabras alimentadas con la dieta control y con la que incluía orujo de aceituna se presentan en la Tabla 6. En la misma puede observarse que la leche procedente de cada uno de los grupos de animales presentó diferencias significativas en el porcentaje de grasa y también en el recuento de células somáticas entre ambos grupos. En cuanto a las diferencias encontradas en los parámetros de calidad de la leche de los diferentes días de fabricación solamente se presentó una variación significativa en el recuento de gérmenes totales mientras que entre los componentes de la leche no se observaron.

Tabla 6. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre la composición y parámetros de calidad de la leche de cabra.

Parámetro	Alimentación			Fabricación				
	Control	Orujo	F-Ratio	1	2	3	4	F-Ratio
ES ¹ (%)	8,77	8,65	4,11 ^{ns}	8,74	8,80	8,67	8,63	0,82 ^{ns}
Grasa (%)	5,35 ^b	4,58 ^a	24,37 ^{**}	5,05	4,98	5,12	4,72	0,19 ^{ns}
Proteínas (%)	3,19	3,16	0,60 ^{ns}	3,16	3,20	3,15	3,17	0,18 ^{ns}
Lactosa (%)	4,78	4,71	3,65 ^{ns}	4,72	4,81	4,72	4,71	0,93 ^{ns}
RCS ² (log cel/mL)	2,93 ^a	3,28 ^b	28,04 ^{**}	3,07	3,12	3,15	3,09	0,04 ^{ns}
RGT ³ (log UFC/mL)	5,90	5,85	0,03 ^{ns}	6,46 ^c	5,97 ^b	5,78 ^b	5,29 ^a	27,11 ^{**}

a, b: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$); *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. no significativo.). ES¹ Extracto seco, RCS² Recuento de Células Somáticas, RGT³ Recuento de Gérmenes Totales.

Los porcentajes presentados en la Tabla 6 para la composición fisicoquímica de la leche de cabra se encuentran dentro de los valores habituales de la raza caprina Murciano Granadina. Beltrán *et al.* (2014), señalaron para cabras de la misma raza, porcentajes de grasa y proteína de 5,74% y 3,82% respectivamente, similares aunque ligeramente superiores a los analizados en este estudio.

La leche de cabras alimentadas con orujo de aceituna presentó menores cantidades de grasa ($4,58 \pm 0,14\%$) comparada con la leche control ($5,35 \pm 0,27\%$). Esta disminución de la grasa en la leche de las cabras alimentadas con orujo de aceituna podría explicarse porque, tal y como estudiaron Sauvart y Bas (2001), la inclusión de lípidos no protegidos en la dieta de los rumiantes puede afectar negativamente a la población microbiana del rumen con el consiguiente efecto sobre los parámetros de fermentación ruminal y la digestión de los componentes de la dieta.

En cuanto a los parámetros de calidad, se encontraron diferencias significativas en el recuento de células somáticas (RCS) de la leche de ambos grupos (Control: $851,14 \times 10^3$ células/mL vs. Orujo: $1905,46 \times 10^3$ células/mL). Esto puede ser debido a diferentes factores, ya que las células somáticas son susceptible de variación por factores tanto infecciosos como por procesos no infecciosos que son intrínsecos al animal como el estado y número de lactación, número y tipo de parto, raza, nivel productivo, celo, el ordeño, estrés, estación, etc. (Mehdid, 2010).

En este sentido, Martínez (2000) encontró, a partir de los registros mensuales del control lechero, que las cabras libres de infección intramamaria pueden presentar elevaciones transitorias (un solo control) e importantes (recuentos superiores a 1 millón de céls/ml) del RCS, sin estar asociadas a una fuerte disminución de la producción lechera. Así mismo Moroni *et al.* (2007), identificaron algunos factores no infecciosos, como la aparición del celo, como causante de elevaciones transitorias del RCS.

Raynal-Ljutovac *et al.* (2007) estudiaron que ciertas prácticas de manejo diarias en las explotaciones, que presumiblemente generan estrés en el animal, provocan aumento del RCS. También, Mehdid (2011) confirmó la existencia de elevaciones bruscas y transitorias del RCS (ET RCS), de naturaleza no infecciosa, en el ganado caprino. En dichas elevaciones los recuentos se multiplicaron, al menos, por 2.5 veces de un día a otro, alcanzando valores desde 0.7 a 15 millones de células/mL en ambas glándulas con una duración del aumento variable de ente uno a tres días.

Con respecto al día de obtención de la leche de los animales para las diferentes fabricaciones de los quesos, no hubo ninguna diferencia significativa en la composición de la leche, aunque en todas las fabricaciones la leche de las cabras alimentadas con la dieta que contenía orujo, presentó menor contenido graso que la leche control. Se observó también que el contenido graso de la leche obtenida el cuarto día de fabricación fue el más bajo de todos. Solamente el recuento de gérmenes totales presentó diferencias significativas, siendo superior en la leche de la primera y segunda fabricación (2884×10^3 y 933×10^3 UFC/mL, respectivamente) que en la tercera y cuarta (603×10^3 y 195×10^3 UFC/mL, respectivamente). Los elevados recuentos de gérmenes totales de la leche empleada en la primera elaboración se deben fundamentalmente a la leche del grupo Control que fue superior a la del grupo Orujo (1953×10^3 vs 4192×10^3 UFC/mL). Hay que señalar que los recuentos de microorganismos están fundamentalmente vinculados con aspectos relativos a la higiene del proceso de obtención y almacenamiento de la leche que pudieron ser diferentes para cada grupo y fabricación.

1.2. Perfil de ácidos grasos de la leche

El contenido en ácidos grasos de la grasa láctea se muestra en la Tabla 7, en donde se observa que los ácidos grasos saturados, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0 y C14:0 aumentaron por la adición de orujo de aceituna en la dieta mientras que los ácidos grasos C4:0, C16:0, C18:0 y otros saturados no variaron entre los tratamientos.

En cuanto a los ácidos grasos insaturados, el oleico (C18:1) fue significativamente mayor ($p < 0,01$) en la grasa láctea del control que en la grasa láctea del grupo Orujo. El ácido linolénico (C18:3) fue considerablemente más elevado ($p < 0,001$) en la dieta orujo, observándose un incremento del 27% respecto del control. Por otra parte, para los CLA C18:2 c9t11 + 9t11c no se encontraron diferencias estadísticas.

En resumen la leche de las cabras alimentadas con orujo de aceituna presentó un mayor contenido de ácidos grasos saturados que la leche control. Por otra parte, los ácidos grasos monoinsaturados fueron ligeramente superiores en el control, mientras

que los ácidos grasos poliinsaturados no variaron. El índice de aterogenicidad resultó menor en la leche del grupo Control.

Tabla 7. Perfil de ácidos grasos de la grasa de la leche de cabras alimentadas con dieta control (Control) y adicionada con orujo de aceituna (Orujo).

Ácidos Grasos (g/100 g grasa)	Control	Orujo	Valor-P
Saturados			
C 4:0	1,46	1,53	0,404
C 6:0	2,33 ^a	2,54 ^b	0,036
C 8:0	2,59 ^a	2,97 ^b	0,004
C 10:0	7,65 ^a	9,26 ^b	0,000
C 12:0	3,09 ^a	3,86 ^b	0,000
C 14:0	6,90 ^a	7,83 ^b	0,003
C 16:0	22,80	23,36	0,453
C 18:0	8,37	9,35	0,101
Otros Saturados	1,77	1,85	0,204
Monoinsaturados			
C 14:1 c9	0,094 ^b	0,076 ^a	0,000
C 18:1 c9	21,94 ^b	19,60 ^a	0,012
C 18:1 9t	2,14	2,38	0,302
C 18:1 11t	0,32	0,31	0,890
Otros Monoinsaturados	0,58 ^b	0,40 ^a	0,000
Poliinsaturados			
C 18:2 n6t	0,16	0,16	0,740
C 18:2 n6c	3,77	3,83	0,700
CLA 9c11t + 9t11c	0,63	0,67	0,175
C 18:3n3	0,27 ^a	0,35 ^b	0,000
C 20:4n6	0,22	0,22	0,891
Total Saturados	56,98 ^a	65,56 ^b	0,016
Total Monoinsaturados	26,04 ^b	23,41 ^a	0,029
Total Poliinsaturados	5,08	5,25	0,331
Índice Aterogénico	1,76 ^a	2,05 ^b	0,000

a, b: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos en este trabajo en el análisis del perfil de ácidos grasos de la leche de los animales alimentados con la dieta control y con el suplemento de orujo, contrastan con los observados por otros autores. Molina-Alcaide

et al. (2010), quienes sustituyeron en la alimentación de cabras, parte de un concentrado convencional por bloques alimentarios que contenían orujo de aceituna obtuvieron en la leche de los animales que consumieron el orujo una mejora notable en la calidad de la grasa, basándose en la disminución de los ácidos grasos saturados y en el aumento de los mono y poliinsaturados. También observaron un incremento del contenido de CLA y una marcada disminución del índice de aterogenicidad de estas leches con respecto a la leche control.

También Chiofalo et al. (2004) analizaron el perfil de ácidos grasos de la leche después de incluir en la dieta de ovejas una porción de orujo de aceituna encontrando que la inclusión de orujo produjo una disminución en los ácidos grasos saturados, con lo cual el cociente insaturados/saturados aumentó. También analizaron los índices aterogénico y trombogénico, siendo ambos menores en la leche de los animales que consumieron orujo.

En otro trabajo, realizado por Vargas-Bello-Pérez et al. (2013) en el cual se estudió el efecto del aceite de oliva lampante en la dieta de ovejas, sobre el perfil de ácidos grasos de la leche y el queso observaron en ambos productos una disminución significativa de los ácidos grasos saturados, así como también el incremento de los ácidos grasos poliinsaturados. El índice aterogénico también resultó menor con la inclusión del aceite en la dieta de los animales.

1.3. Composición de los quesos de cabra

En la Tabla 8 se presentan los valores de pH y la composición de los quesos curados durante 60 días elaborados con leche de cabras alimentadas con la dieta control y la suplementada con orujo de aceituna junto con los resultados del análisis estadístico realizado.

Como puede observarse en la Tabla 8, la presencia de orujo en la dieta generó diferencias significativas en los parámetros evaluados, tanto en el análisis porcentual como en base seca, excepto en el porcentaje de sal. Por otra parte, también las diferentes fabricaciones tuvieron un efecto significativo sobre todos los parámetros analizados. Las interacciones entre los factores de variación estudiados (alimentación

de los animales y día de fabricación de los quesos) resultaron significativas para el pH y los porcentajes de grasa y proteína de los quesos.

Los valores de pH, presentaron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los quesos elaborados con leches de las dietas control y orujo ($4,92 \pm 0,28$ vs. $5,18 \pm 0,10$) y también entre las diferentes fabricaciones ($p < 0,001$). Esto último podría estar relacionado con el elevado recuento microbiológico que presentaba la leche en la primera y segunda fabricación (Tabla 7), que pudo tener influencia en el proceso de acidificación de la cuajada y posteriormente del queso.

Tabla 8. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre el pH y la composición de los quesos elaborados con leche de cabra.

Parámetro	Alimentación			Fabricación				
	Control	Orujo	F-Ratio	1	2	3	4	F-Ratio
pH	4,92 ^a	5,18 ^b	48,42 ^{***}	4,79 ^a	5,04 ^b	5,16 ^{bc}	5,20 ^c	23,11 ^{***}
ES (%)	64,41 ^a	65,16 ^b	10,57 ^{**}	64,66 ^b	63,92 ^a	66,00 ^c	64,54 ^{ab}	14,33 ^{***}
Grasas %	37,59 ^b	36,21 ^a	116,80 ^{***}	37,17 ^b	36,08 ^a	38,64 ^c	35,71 ^a	106,22 ^{***}
Proteína %	20,97 ^a	23,37 ^b	233,94 ^{***}	21,42 ^a	21,77 ^a	22,27 ^b	23,21 ^c	24,64 ^{***}
Sal %	2,37	2,33	2,99 ^{ns}	2,32 ^a	2,33 ^{ab}	2,29 ^a	2,46 ^b	13,59 ^{***}
Grasa/ES (%)	58,35 ^b	55,57 ^a	3564,75 ^{***}	57,51 ^c	56,44 ^b	58,54 ^d	55,34 ^a	874,62 ^{***}
Proteína/ES (%)	32,56 ^a	35,86 ^b	551,27 ^{***}	33,09 ^a	34,05 ^b	33,74 ^b	35,95 ^c	76,08 ^{***}
Sal/ES (%)	3,68 ^b	3,58 ^a	7,85 [*]	2,32 ^a	2,33 ^b	2,30 ^b	2,46 ^c	13,59 ^{***}

a, b, c y d: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas; (***) $p < 0,001$; (**) $p < 0,01$; ($p < 0,05$).ES:

Extracto seco

En una revisión de otros trabajos se encuentran diversos valores de pH en quesos de cabra madurados 60 días. Así, Delgado *et al.* (2011), en un estudio de las características del queso Ibores a lo largo de la maduración, indicaron valores de pH de 4,88. A su vez, Fresno y Álvarez (2012), quienes estudiaron los cambios en la composición, textura y características sensoriales del queso Majorero de cabra durante la maduración del mismo, señalaron para el pH valores de 5,30. Salvador *et al.* (2014), en quesos curados elaborados con leche de cabra de raza Murciano Granadina presentaron un pH de 5,22 para el queso a los 60 días. Hay que indicar que el valor del

pH está muy relacionado con el proceso de elaboración y con el tipo de queso, de ahí las diferencias entre los estudios citados.

El extracto seco (ES) fue mayor y diferente significativamente en los quesos de la dieta con orujo ($65,16 \pm 0,82$) que los de la dieta control ($64,41 \pm 1,32$). Sobre los componentes expresados sobre materia seca también se presentaron diferencias significativas. Al contrario que lo señalado para el extracto seco, el contenido graso fue mayor en los quesos control que en los con orujo ($58,35 \pm 1,53$ vs $55,57 \pm 0,98$) mientras que la proteína, fue superior en el grupo de orujo (Orujo: $35,86 \pm 0,84$ vs Control: $32,56 \pm 1,54$). El contenido en NaCl a los sesenta días de maduración fue mayor en los quesos control que en los quesos con orujo ($3,68 \pm 0,18$ vs $3,58 \pm 0,15$).

La composición de los quesos también se vio afectada significativamente por las distintas fabricaciones, a pesar de que no se habían observado diferencias estadísticas en la composición de la leche utilizada en cada una de ellas. Así el extracto seco presentó el valor mínimo ($63,92 \pm 0,74$) en la fabricación 2 y el máximo en la fabricación 3 ($66,00 \pm 0,52$). El contenido graso presentó valor medio mínimo de $55,34 \pm 1,05\%$ y un máximo de $58,54 \pm 1,76\%$, en las fabricaciones 4 y 3 respectivamente. La proteína se encontró entre $33,09 \pm 2,71\%$ (fabricación 1) y $35,95 \pm 1,32\%$ (fabricación 4). En cuanto al porcentaje de sal de los quesos, el valor mínimo de NaCl se observó en la fabricación 3 ($3,48 \pm 0,07$) y el máximo en la fabricación 4 ($3,82 \pm 0,09$).

Esta variabilidad encontrada en los principales componentes de los quesos entre las diferentes fabricaciones, puede deberse principalmente al elevado nivel de manualidad en algunas de las partes del proceso de elaboración tradicional (cortado, batido y moldeado) del queso Tronchón.

Además, 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 relacionadas con el tipo de queso (origen de la leche, modo de cuajado, corte de la cuajada), las condiciones externas en las que se produce la maduración. De este modo, 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. Olarte (2010), estudió la evolución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a lo largo de la maduración del queso de Cameros, indicando para el parámetro extracto seco a los 60 días de maduración, valores medios de 78,23%. A su vez, Delgado *et al.* (2011), en el estudio del queso de Ibores encontraron valores de ES de 63,28 %.

El contenido graso de los quesos también presenta variabilidad en la bibliografía consultada. Olarte (2010), en el queso de Cameros presentó valores un poco inferiores a los encontrados en este estudio para los quesos de 60 días de maduración (41,35%/MS). En otro estudio Miguel *et al.* (2002) evaluaron la composición química, recuento microbiológico y características sensoriales de quesos elaborados con leche de cabras de la raza autóctona del Guadarrama, que a los 60 días presentaron porcentajes de grasa en bases seca de 47,70 %. A su vez, Delgado *et al.* (2011) encontraron valores de 56,53% de grasa en el estudio del queso de Ibores. También Fresno y Álvarez (2012) estudiaron la composición de los quesos a lo largo de la maduración en el caso del queso Majorero, observando a los 60 días un contenido de grasa en base seca de 51,10%.

En relación con el contenido de proteínas sobre materia seca, diferentes autores indican distintos contenidos en quesos curados de leche de cabra (Miguel *et al.* (2002): 39,19%; Delgado *et al.* (2011): 34,65% y Fresno y Álvarez (2012): 34,46%). Para este componente la variabilidad no es tan elevada como la indicada para la grasa y la mayor parte de los porcentajes citados son similares a los obtenidos en este estudio.

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). En el queso de cabra Cameros, Olarte (2010) encontró valores medios a lo largo de la maduración de 3,32 %. Miguel *et al.* (2002), en los quesos de cabras autóctonas del Guadarrama observaron valores de NaCl de 3,88%, al día 60 de maduración. Se debe considerar que aunque el

método de salado sea el mismo, por inmersión en sal muera, el grado de salado de los quesos depende de factores como el tamaño de la pieza, el tiempo de inmersión de los quesos, la temperatura de la solución como así también la concentración de la misma, por lo que el contenido final en el queso dependerá de los citados factores.

En el análisis estadístico de los factores de variación (alimentación de los animales y fabricación de los quesos), se observó que existían interacciones significativas entre estos factores en el caso del pH, contenido de grasa y proteína de los quesos.

Con respecto al pH de los quesos (Figura 12), se observa que los del grupo Control presentaron valores inferiores que los del grupo Orujo, particularmente en la primera fabricación en la cual se obtuvieron quesos mucho más ácidos en el grupo Control que fueron elaborados con la leche que presentaba un mayor recuento bacteriano.

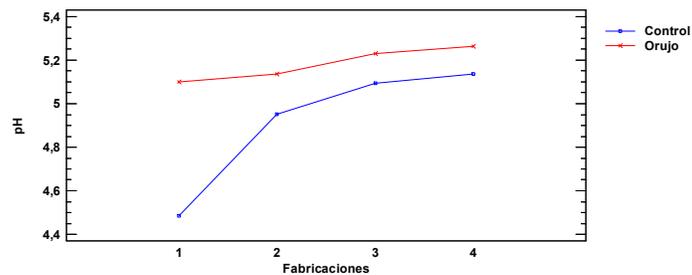


Figura 12. pH de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.

En el caso de la grasa de los quesos, se observa en la Figura 13 que aunque las fabricaciones introdujeron variaciones, los valores medios de grasa del tratamiento control siempre fueron superiores a los de los quesos con orujo, aunque la disminución en la segunda fabricación es mucho más marcada en el grupo Control.

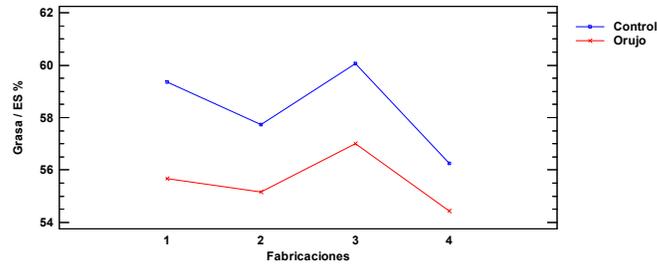


Figura 13. Contenido de grasa (grasa/ES %) de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.

En el análisis de la interacción de los factores de variación para la proteína de los quesos, que se muestra en la Figura 14, los valores medios de proteína de los quesos elaborados con la leche de la dieta control, siempre fueron inferiores a los de la dieta con orujo. Además en el grupo Control se presenta un incremento entre la primera y segunda fabricación que es más reducido en el grupo de Orujo.

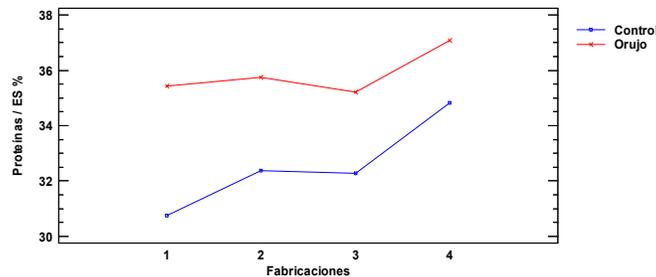


Figura 14. Contenido de proteína de los quesos del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.

1.4. Perfil de ácidos grasos de los quesos

El contenido de ácidos grasos de los quesos elaborados a partir de la leche de la dieta control y orujo se muestra en la Tabla 9.

Los ácidos grasos saturados C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0 y C18:0, como así también otros saturados no presentaron variaciones debidas a la dieta de las cabras. Mientras que el contenido del ácido oleico (C18:1) fue significativamente mayor ($p < 0,001$) en los quesos control, el ácido linolénico (C18:3) fue superior en la grasa de los quesos con orujo. Por el contrario los CLA C18:2 c9t11 + 9t11c no se vieron afectados por la dieta.

De una forma general la concentración total de ácidos grasos saturados y poliinsaturados no resultó diferente entre los grupos, mientras que los monoinsaturados fueron superiores ($p < 0,001$) y el índice de aterogenicidad más bajo en los quesos elaborados con la leche de la dieta control.

Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de la grasa de los quesos de cabras alimentadas con dieta control (Control) y adicionada con orujo de aceituna (Orujo).

Ácidos Grasos (g/100 g grasa)	Control	Orujo	Valor-P
Saturados			
C 4:0	1,38	1,40	0,738
C 6:0	2,22	2,27	0,657
C 8:0	2,44	2,59	0,361
C 10:0	7,12	7,97	0,109
C 12:0	2,84	3,28	0,033
C 14:0	6,33	6,66	0,405
C 16:0	20,88	19,81	0,296
C 18:0	7,56	7,86	0,538
Otros Saturados	1,60	1,61	0,954
Monoinsaturados			
C 14:1 c9	0,08 ^b	0,06 ^a	0,000
C 18:1 c9	19,93 ^b	16,15 ^a	0,000
C 18:1 9t	1,96	1,79	0,409
C 18:1 11t	0,34	0,24	0,097
Otros Monoinsaturados	1,38 ^b	0,88 ^a	0,000
Poliinsaturados			
C 18:2 n6t	0,15	0,14	0,077
C 18:2 n6c	3,44	3,24	0,243
CLA 9c11t + 9t11c	0,55	0,57	0,516
C 18:3n3	0,25 ^a	0,30 ^b	0,004
C 20:4n6	0,21	0,19	0,182
Total Saturados	52,39	53,46	0,692
Total Monoinsaturados	23,70 ^b	19,13 ^a	0,000
Total Poliinsaturados	4,63	4,46	0,461
Índice aterogénico	1,73 ^a	2,11 ^b	0,000

a, b: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos en este estudio con respecto a los ácidos grasos de los quesos difieren de los obtenidos por Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2013) en su estudio sobre la inclusión de aceite de oliva lampante en la alimentación de ovejas lecheras y el análisis del perfil de ácidos grasos de la leche y el queso. Como resultado de la inclusión obtuvieron leches y quesos con un perfil lipídico más saludable, debido a la reducción de ácidos grasos saturados, incremento de los ácidos grasos poliinsaturados y la consecuente reducción del índice aterogénico.

2. EFECTO SOBRE EL NIVEL DE PROTEÓLISIS Y LIPÓLISIS DEL QUESO ELABORADO A PARTIR DE LA LECHE DE CABRAS ALIMENTADAS CON ORUJO DE ACEITUNA

2.1. Proteólisis

La evolución de la proteólisis 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, que durante la maduración y con acción añadida de los enzimas microbianos, se degradan a péptidos menores, aminoácidos libres, etc. (Choisy *et al.*, 1990).

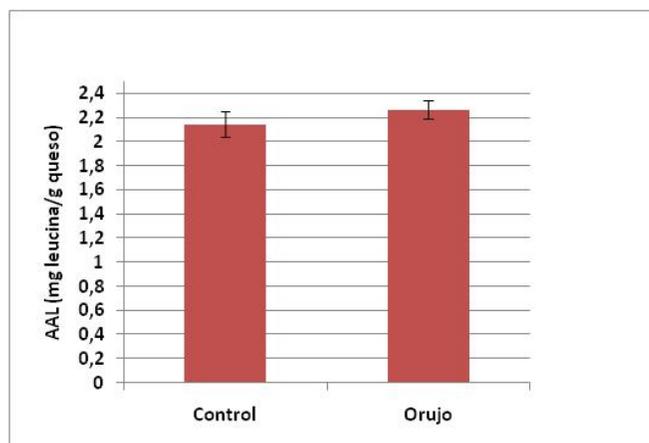


Figura 15. Contenido en Amino Ácidos Libres (AAL) en los quesos elaborados a partir de leche de cabras alimentadas con diferentes dietas (Control y Orujo de aceituna).

El nivel de proteólisis se ve reflejado en el contenido total de amino ácidos libres (AAL), expresados como mg de leucina/g de queso. El efecto de la alimentación, así como el efecto de la fabricación sobre la proteólisis de los quesos de leche de cabra madurados 60 días se presentan en las Figuras 15 y 16. La interacción de los factores de variación para la proteólisis de los quesos no resultó estadísticamente significativa.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el contenido de AAL entre los quesos del grupo Control y los quesos con orujo ($2,15 \pm 0,11$ mg/g y $2,27 \pm 0,08$ mg leucina/g queso), siendo superiores los de este último grupo. Estos resultados coinciden con el mayor contenido de proteínas totales observados en los quesos con orujo (Tabla 8).

También entre las diferentes fabricaciones se encontraron diferencias significativas en la proteólisis de los quesos (F1: $2,17 \pm 0,14$ mg/g; F2: $2,16 \pm 0,14$ mg/g; F3: $2,27 \pm 0,07$ mg/g; F4: $2,21 \pm 0,07$ mg/g) aunque los valores resultan bastante similares entre ellos.

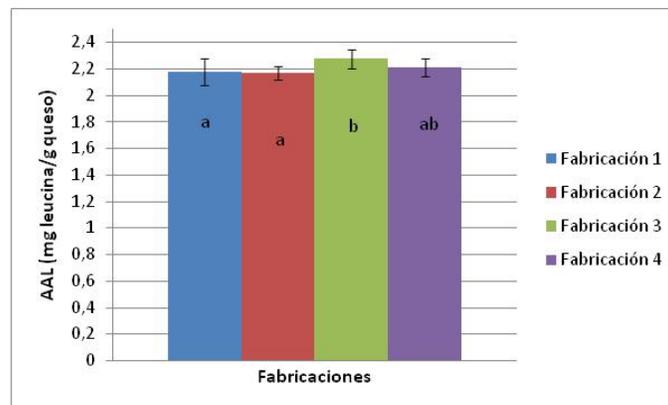


Figura 16. Contenido en Amino Ácidos Libres (AAL) en los quesos de cabra elaborados en diferentes fabricaciones.

En un estudio sobre la evolución de la proteólisis a lo largo de la maduración en el queso de leche de cabra tipo Ibores, Delgado *et al.* (2011) encontraron que el mismo incrementaba con respecto al tiempo, observando al día 60 de maduración valores de aminoácidos libres de 1,74 mg de leucina/g.

2.2. Lipólisis

El nivel de lipólisis queda reflejado mediante la concentración de ácidos grasos libres (AGL), expresados como miliequivalentes en 100 g de grasa de queso (mEq/100 g). El efecto de la alimentación de las cabras y la fabricación sobre el nivel de lipólisis del queso de leche de cabra se presentan en las Figuras 17 y 18. La interacción de los factores de variación sobre este parámetro no resultó significativa.

El análisis estadístico sobre el nivel de lipólisis de los quesos presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), debidas al efecto de la alimentación, presentando menores concentraciones de ácidos grasos libres los quesos control ($3,75 \pm 0,56$ mEq/100 g) que los quesos con orujo ($4,28 \pm 0,77$ mEq/100 g). Esta diferencia podría explicarse por la composición en ácidos grasos de los quesos con orujo, los cuales contenían mayor concentración de ácidos grasos de cadena corta, los que serían más fácilmente hidrolizados por las bacterias durante el proceso de lipólisis.

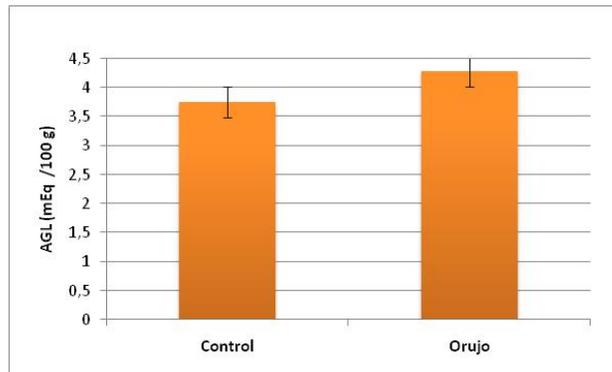


Figura 17. Contenido en Ácidos Grasos Libres (AGL) en los quesos elaborados a partir de leche de cabras alimentados con diferentes dietas (Control y Orujo de aceituna).

Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre los AGL de los quesos de las distintas fabricaciones ($p < 0,01$) con un mayor contenido en la fabricación 3 ($4,76 \pm 0,59$), seguido por la fabricación 1 ($4,29 \pm 0,32$). Los valores más bajos correspondieron a las fabricaciones 4 y 2 ($3,65 \pm 0,60$ y $3,35 \pm 0,25$) respectivamente.

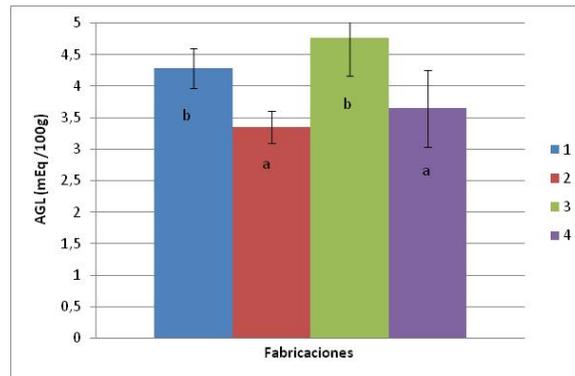


Figura 18. Contenido en Ácidos Grasos Libres (AGL) en los quesos de cabra elaborados en diferentes fabricaciones.

Guiampaolo (2013) estudió el contenido de los ácidos grasos libres (AGL) en el queso Tronchón elaborado a partir de leche de cabra, indicando que los quesos a tiempo final de maduración presentaron un valor de AGL de 3,8 mEq/100 g equiparable al obtenido en el grupo control de este estudio. Por su parte Olarte (2010) estudió la lipólisis a través del tiempo en el queso de Cameros, como índice de acidez de la grasa (mg de KOH/g de grasa), observando a los 60 días de maduración valores medios de 3,64.

3. EFECTO DE LA PRESENCIA DE ORUJO DE ACEITUNA EN LA DIETA DE LOS ANIMALES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL QUESO DE CABRA

3.1. Textura

Las diferencias de textura de los quesos elaborados con leche de cabras alimentadas con dieta control y con orujo (Tabla 10), resultaron ser estadísticamente significativas para los parámetros dureza y masticabilidad. En relación a las diferentes fabricaciones las diferencias significativas se presentaron para los parámetros dureza, cohesividad y masticabilidad. La interacción entre los factores de variación solamente resultó significativa en el caso de la dureza.

La dureza resultó menor en los quesos del grupo control ($20,91 \pm 5,12$ N) que en los quesos fabricados con leche con orujo ($28,51 \pm 2,35$ N) con diferencias estadísticamente significativas. Las distintas fabricaciones también presentaron

diferencias significativas en la dureza (F1: $22,30 \pm 6,23$ N; F2: $22,06 \pm 6,6$ N) y (F3: $26,66 \pm 2,12$ N; F4: $27,82 \pm 2,24$ N).

El incremento de la acidez de los quesos durante su maduración provoca cambios en las características de las proteínas y consecuentemente en la textura, produciendo quesos que se fragmentan con mayor facilidad (Saldo *et al.*, 2002). En el presente trabajo los quesos más ácidos correspondieron a los del grupo Control y los de las primeras dos fabricaciones que fueron también lo que presentaron los menores valores de dureza.

Tabla 10. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre los parámetros de textura de los quesos elaborados con leche de cabra.

Parámetro	Alimentación			Fabricación				
	Control	Orujo	F-Ratio	1	2	3	4	F-Ratio
Dureza (N)	20,91 ^a	28,51 ^b	131,90 ^{***}	22,30 ^b	22,06 ^a	26,66 ^c	27,82 ^d	20,11 ^{***}
Adhesividad (N.s)	-1,35	-1,32	0,07 ^{ns}	-1,26	-1,19	-1,34	-1,55	1,67 ^{ns}
Elasticidad	0,41	0,40	0,50 ^{ns}	0,41 ^a	0,42 ^d	0,39 ^b	0,40 ^c	2,39 ^{ns}
Cohesividad	0,32	0,31	3,05 ^{ns}	0,24 ^b	0,23 ^a	0,39 ^c	0,40 ^d	118,42 ^{***}
Masticabilidad (N)	2,87 ^a	3,48 ^b	17,30 ^{**}	1,67 ^a	2,17 ^b	4,20 ^c	4,66 ^d	100,33 ^{***}

N: Newton; N.s: Newton por segundo. a, b, c, d: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$); *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$;.).

En el trabajo realizado por Salvador *et al.* (2014) sobre quesos madurados de leche de cabras Murciano Granadina, donde estudiaron el efecto de la alimentación sobre las características del queso, encontraron para el parámetro dureza de los quesos control, a los 60 días de maduración, un valor medio de 18 N, inferior al del queso Tronchón de este estudio.

Respecto a la interacción entre los factores alimentación y fabricación sobre la dureza que resultó significativa, los resultados muestran (Figura 19) unos valores inferiores en el grupo Control frente al Orujo en todas las fabricaciones pero una tendencia diversa.

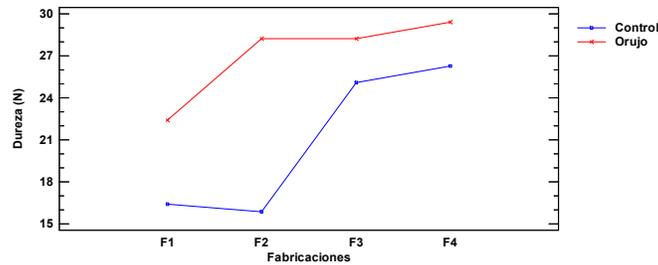


Figura 19. Dureza de los quesos de cabra del grupo control y orujo en las diferentes fabricaciones.

Así como en el grupo Control entre la primera y segunda fabricación se observa una ligera disminución, en el grupo Orujo entre estas mismas fabricaciones se constata un elevado incremento. Por el contrario entre la segunda y tercera del Orujo los valores permanecen prácticamente constantes mientras que en el Control la dureza de los quesos de la tercera fabricación es mucho más elevada. En ambos grupos entre las dos últimas fabricaciones se observa un similar ligero incremento.

Por otra parte, la adhesividad es la medida del trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales. En este parámetro no se observaron diferencias en los quesos obtenidos de las diferentes dietas ni en las fabricaciones. Delgado *et al.* (2011) en el estudio de la proteólisis, textura y color a lo largo de la maduración del queso Ibores, hallaron valores de adhesividad al día 60 de maduración de -2,60 Ns. También Fresno y Álvarez (2012) en el queso Majorero estudiaron este parámetro, informando valores de adhesividad de -2,75 Ns. Por su parte Salvador *et al.* (2014) en un estudio realizado en quesos elaborados con leche de cabras Murciano Granadina, indicaron que la adhesividad se incrementaba lo largo del tiempo y, presentaron valores de adhesividad de los quesos controles a los 60 días de -0,8 Ns. Todos estos valores de la bibliografía difieren entre sí y con los obtenidos en el presente estudio.

A su vez la elasticidad es la altura que recupera la muestra entre el fin de la primera compresión y el inicio de la segunda. En dicho parámetro no se encontraron diferencias estadísticamente significativas debidas a la alimentación de las cabras ni entre las fabricaciones. Salvador *et al.* (2014) indicaron valores de elasticidad de 0,60

para los quesos controles, elaborados con leche de cabras de raza Murciano Granadina que resultan superiores a los presentados en la Tabla 10.

La cohesividad representa el punto límite hasta el cual puede deformarse el material antes de romperse. El análisis de los factores de variación resultó estadísticamente significativo solamente entre las distintas fabricaciones, con valores mínimos de $0,23 \pm 0,02$ y máximos de $0,40 \pm 0,03$. En diferentes estudios realizados por otros autores sobre las características de quesos de cabras madurados, se encontraron diversos valores para este parámetro. Delgado *et al.* (2011) quienes estudiaron el queso Ibores a través de la maduración, encontraron que la cohesividad iba disminuyendo, obteniendo al día 60 de maduración valores de 0,65. Fresno y Álvarez (2012) obtuvieron valores inferiores de éste parámetro (0,11) en queso Majorero de 60 días y Salvador *et al.* (2014) en el estudio de quesos madurados 60 días de cabra de raza Murciano Granadina presentaron valores de 0,38.

Por último, la masticabilidad es la fuerza requerida para masticar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. El análisis estadístico resultó significativo tanto para las dietas como para las diferentes fabricaciones no siendo estadísticamente significativa la interacción entre ambos factores. El grupo de quesos Control mostró una menor masticabilidad que el grupo Orujo (2,87 N vs 3,48 N), los que a su vez habían presentado una menor dureza. En las fabricaciones se obtuvieron valores mínimos de 1,67 N en la primera y máximos de 4,66 N en cuarta elaboración. Los valores de masticabilidad de las fabricaciones se correspondieron casi de igual manera que los de dureza. Delgado *et al.* (2011) obtuvieron valores de 4,41 N al día 60 de maduración del queso Ibores y Medina (2013) en queso de cabras Murciano Granadina señalaron una masticabilidad de 4,2N en ambos casos similares a las dos últimas fabricaciones de este trabajo.

3.2. Color

La Tabla 11 muestra los resultados del análisis de la varianza realizado para los parámetros de color de los quesos elaborados con leche de cabra en el estudio de la inclusión de orujo de aceituna en la dieta. Se observa que la dieta influyó

significativamente sobre los parámetros luminosidad, tono e índice de blancura (L^* , h e IB). Los quesos con orujo resultaron tener menor luminosidad, mayor tonalidad amarilla y en consecuencia menor blancura que los quesos control. Las fabricaciones también presentaron diferencias significativas sobre los parámetros L^* y h con valores superiores de luminosidad en las dos últimas elaboraciones frente a las primeras, mientras que el parámetro h fue superior en la primera y tercera que en las otras dos fabricaciones. La interacción de los factores de variación estudiados resultó significativa exclusivamente el parámetro luminosidad (L^*).

Tabla 11. Efecto de la alimentación de los animales y la fabricación sobre el color de los quesos elaborados con leche de cabra.

Parámetro	Alimentación			Fabricación				
	Control	Orujo	F-Ratio	1	2	3	4	F-Ratio
L^*	87,06 ^b	84,84 ^a	226,92 ^{***}	85,90 ^b	85,12 ^a	86,02 ^b	86,74 ^c	20,21 ^{***}
C	11,57	11,69	0,45 ^{ns}	11,27	11,95	11,52	11,79	2,91 ^{ns}
h	100,97 ^a	101,63 ^b	31,92 ^{***}	102,08 ^b	100,39 ^a	102,45 ^b	100,28 ^a	90,57 ^{***}
IB	14,30 ^b	10,40 ^a	11,01 ^{**}	14,23	10,70	12,14	12,33	1,52 ^{ns}

a, b, c: diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$); *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$;

* $p < 0,05$; ns: no significativo.). L: Luminosidad, C: Cromo, h : Tono; IB: Índice de blancura.

La coordenada L^* , indica la luminosidad y la capacidad de un objeto para reflejar o transmitir la luz sobre una escala de 0 a 100. Como se ha comentado anteriormente los quesos control presentaron valores mayores que los quesos con orujo ($87,06 \pm 0,84$ vs $84,84 \pm 0,85$) lo que puede estar relacionado con el elevado contenido de pigmentos naturales presentes en el orujo de aceituna que podrían ser susceptibles de aparecer en la leche.

Delgado *et al.* (2011) en el estudio del color del queso Ibores obtuvieron valores de luminosidad a los 60 días de maduración de 95,98, superiores a los del presente estudio. Mientras que Fresno y Álvarez (2012) en la evaluación del queso Majorero encontraron valores más parecidos (84,83) a los de este estudio. Por el contrario, Salvador *et al.* (2014) en queso de leche de cabras Murciano Granadina determinaron valores inferiores al día 60 (76,0).

En la Figura 20 se presentan los valores de luminosidad según la dieta en las distintas fabricaciones, ya que la interacción de ambos factores resultó significativa. En dicha figura se observa que a pesar de la variación introducida por la fabricación, la luminosidad siempre fue inferior en los quesos de la dieta con orujo que en los quesos control, aunque las diferencias entre fabricaciones en los dos grupos fueron distintas entre la segunda y tercera que en donde los quesos control presentaron menor luminosidad mientras que en el orujo fue mayor. También entre la tercera y cuarta en los quesos de ambos grupos la luminosidad es superior en el Control y menor en el grupo de Orujo.

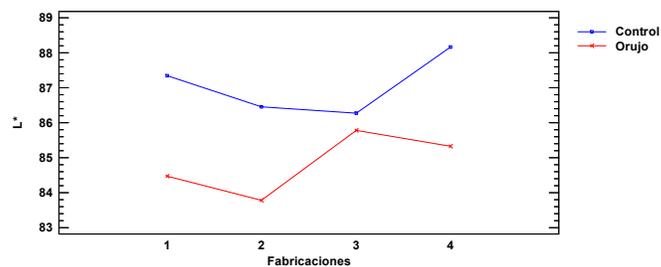


Figura 20. Luminosidad de los quesos de cabra del grupo Control y Orujo en las diferentes fabricaciones.

También se evaluó la magnitud psicofísica croma (C^*) que no se vio afectada ni por la dieta ni por las fabricaciones. Medina (2013), en queso de cabras Murciano Granadina calcularon un valor de croma (12,13) para el queso a los 60 días de maduración superior al queso Tronchón de este trabajo.

A su vez, el valor de h muestra el ángulo del tono que va desde 0 a 360 grados. Esta variable varió tanto por la dieta de las cabras como por entre las fabricaciones aunque la interacción de ambos factores no resultó significativa. Así el valor de h del grupo Control fue de $100,97 \pm 0,85$, un poco inferior que el del grupo Orujo ($101,63 \pm 1,28$). En los quesos de las diferentes fabricaciones se obtuvieron valores mínimos en la fabricación 4 ($100,28 \pm 0,31$) y máximos en la fabricación 3 ($102,45 \pm 0,91$).

Para la variable h , los valores en torno a 90 indican que la muestra presenta tonos de amarillo, siendo este color más intenso cuanto mayor es el valor. Fresno y Álvarez (2012) calcularon para queso Majorero de 60 días un valor de h de 101,13

similar a los del presente trabajo. Por su parte, Medina (2013) en queso curado también 60 días de Murciano Granadina presentaron valores inferiores de 99,6.

Por último de los parámetros de color, el índice de blancura (IB) fue significativamente superior en los quesos del grupo Control que en el Orujo ($14,30 \pm 2,01$ vs. $10,40 \pm 2,07$). Los valores bajos de del IB indican que los quesos se alejan de la tonalidad blanca. Es evidente como los pigmentos del orujo de aceituna afectaron el color de los quesos haciéndolos menos luminosos y con tonalidades más amarillas que blancas.

4. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO DE CABRA

Para evaluar la influencia de la dieta de los animales sobre las características sensoriales de los quesos, se realizó un estudio de aceptación. Para ello se llevo a cabo una comparación mediante un panel de consumidores de los quesos del grupo Control y quesos del grupo Orujo. El análisis se realizó utilizando todos los quesos elaborados en el experimento y comparando siempre los quesos Control y Orujo de la misma fabricación. Los resultados se presentan en forma de gráfico radial (Figura 21), en el que se muestran los valores medios de las puntuaciones realizadas por los consumidores (escalas hedónicas de 9 puntos) para cada atributo considerado (apariencia, textura visual, olor, color y aceptación global).

En dicha figura se observa que los catadores valoraron ligeramente mejor la muestra control en relación a todos los atributos evaluados en esta prueba, apariencia, textura visual, olor, color, sabor y agrado general. La diferencia mayor entre ambos grupos se encontró en el atributo olor (Control $7,36 \pm 1,34$ y orujo $7,01 \pm 1,54$). Sin embargo, el análisis estadístico realizado no mostró que las diferencias fueran significativas.

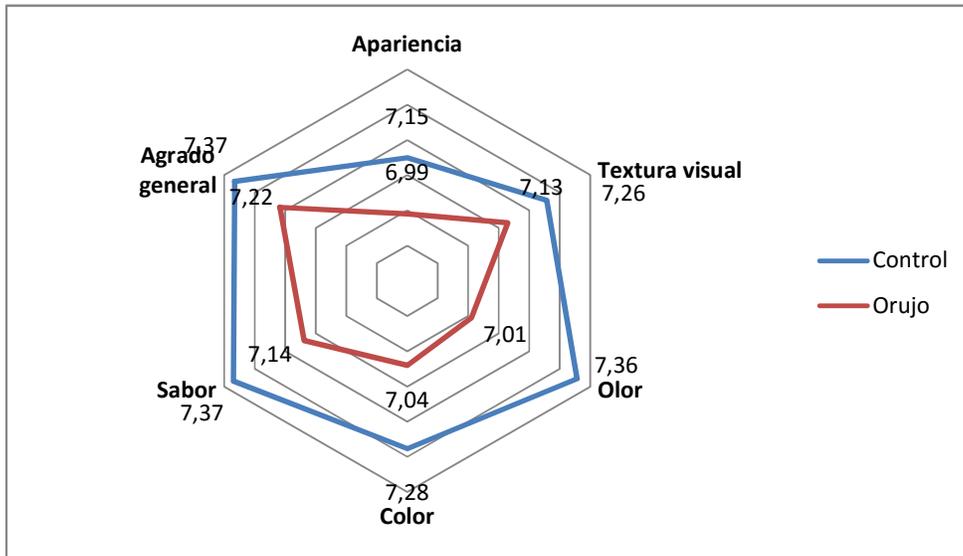


Figura 21. Resultados del análisis sensorial para el estudio de quesos elaborados con leche de cabras alimentadas con diferentes dietas (Control y Orujo).

Además se efectuó una prueba triangular con el fin de evaluar si los consumidores encontraban diferencias entre los dos grupos de quesos. La prueba se hizo por duplicado, en la primera se presentó dos porciones de queso Control y una porción de queso Orujo, haciéndolo a la inversa en el duplicado de la prueba, utilizando aleatoriamente los quesos de las cuatro fabricaciones. Como resultado se observa que en el primer análisis 55 de 100 consumidores encontraron cuál era la muestra diferente entre las tres presentadas. En el duplicado acertaron 49 sobre 100 personas. Es decir que el 52 por cien de los catadores fueron capaces de identificar la muestra diferente.

En esta prueba también se pedía a los consumidores que si pudieran explicaran cuales habían sido las causas por las cuales habían identificado a la muestra elegida como diferente. Analizando estas repuestas se observó que los consumidores describían a los quesos del grupo Orujo como “más cremosos y de sabor más intenso y picante” que el Control.

Queiroga *et al.* (2013) indicaron que el olor de los quesos de leche de cabra depende de diversas reacciones, especialmente de la lipólisis. En el presente estudio, si

se relacionan los resultados del análisis sensorial con los obtenidos en el nivel de ácidos grasos libres, se observa que el grupo de quesos mejor valorado (grupo Control) por los catadores para dicho atributo coincide con un menor valor en el grado de lipólisis. Aunque las diferencias del análisis sensorial tanto para la evaluación sensorial como el porcentaje de catadores que son capaces de distinguir las diferencias (ligeramente superior al 50%) no señalan unas diferencias muy marcadas entre los quesos elaborados con la leche de las cabras alimentadas con diferentes dietas.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del estudio sobre el efecto de la presencia de orujo de aceituna en la dieta de los animales sobre la calidad de la leche de cabra y las características del queso curado elaborado con la misma, se pueden extraer las conclusiones que se detallan a continuación.

La presencia del orujo en la dieta de los animales no modificó, en gran medida, la composición de la leche, disminuyendo únicamente el porcentaje de grasa. También el contenido en ácidos grasos se modificó con un incremento de los ácidos grasos saturados y del índice aterogénico de la leche sin que se modificaran prácticamente los ácidos grasos poliinsaturados ni los isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA).

En cuanto a los quesos elaborados con la leche de las cabras alimentadas con la dieta que incluía orujo de aceituna en comparación con los quesos control, estos fueron menos ácidos, con mayor extracto seco y proteína y menores porcentajes de grasa y sal. Los quesos no presentaron diferencias en el contenido de ácidos grasos saturados ni tampoco en el de poliinsaturados y CLA, mientras que el índice de aterogenicidad resultó más elevado. Además la presencia de orujo en la dieta parece aumentar los niveles de proteólisis y lipólisis de los quesos, así como también algunos parámetros de textura como la dureza y masticabilidad. Estos quesos presentaron una luminosidad e índice de blancura menores con un aumento de tonos amarillos. Sin embargo estas diferencias debidas a la dieta no fueron perceptibles desde el punto de vista sensorial, ya que los consumidores valoraron prácticamente del mismo modo ambos quesos.

En general se puede concluir que el orujo de aceituna incluido en la alimentación de las cabras no parece mejorar desde el punto de vista saludable o de componentes funcionales la calidad de la leche y tampoco de los quesos elaborados. Por lo que resultaría de interés continuar con el estudio de la inclusión del orujo de aceituna en diferentes proporciones, así como el análisis de otros subproductos agroindustriales que permitieran disminuir los costes de producción derivados de la

alimentación del ganado, así como mejorar la calidad de la leche y de los productos derivados.

VI. BIBLIOGRAFÍA

ABBEDDOU, S., RISCHKOWSKY, B., RICHTER, E. K., HESS, H. D., KREUZER, M. 2011. "Modification of milk fatty acid composition by feeding forages and agro-industrial byproducts from dry areas to Awassi sheep". *Journal of Dairy Science*, 94: 4657-4668.

BALDI, A., CHELI, F., CORINO, C., DELL' ORTO, V., POLIDORI, F. 1992. "Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats". *Small Ruminant Research*, 6: 303-310.

BALDIZÁN, A., CHACÓN E. 2004. "Sistemas agroforestales con ovinos y caprinos". 22. IV Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda Coro, Venezuela.

BELTRÁN, M. C., BORRÀS, M., NAGEL, O., ALTHAUS, R. L., MOLINA, M. P. 2014. "Validation of receptor-binding assays to detect antibiotics in goat's milk". *Journal of Food Protection*, 96: 2737-2745.

BHOSALE, S., KAHATE, P. A., THAKARE, V. M., GUBBAWAR S. G. 2009. "Effect lactation on physicochemical properties of local goat milk (India)". *Veterinary World*, 2: 17-19.

BOCQUIER, F., CAJA, G. 2001. "Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation". *INRA Producción Animal*, 14: 129-140.

BUENO, F. J. 2009. "Historia, tradición y salud". *In* Los quesos de la Comunidad Valenciana. 19-34. Ed. Fundación Valenciana de Estudios Avanzados. Valencia.

CALSAMIGLIA, S., BACH, A., DE BLAS, C., FERNÁNDEZ, C., GARCÍA-REBOLLAR, P. 2009. "Necesidades nutricionales para rumiantes de leche". Ed. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid.

CANNAS, A., DATTILO, M. 1991. "Fibrous agroindustrial by-products: characteristics and improvement". 427-441. *In* Production and utilization of lignocellulosics. Ed. Elsevier Applied Science, London.

CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J., LAMBERET G. 2003. "A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis". *Journal of Dairy Science*, 86: 1751-1770.

CHIOFALO, B., LIOTTA, L., ZUMBO, A., CHIOFALO, V. 2004. "Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition". *Small Ruminant Research*, 55: 169-176.

CHOISY, C., DESMAZEAUD, M., GRIPON, J. C., LAMBERET, G., LENOIR, J., TOURNEUR, C., ECK, A. 1990. "Los fenómenos microbiológicos y enzimáticos y la bioquímica del afinado". *In El Queso*. Ed. Omega, Barcelona.

COSTA, W. K., SOUZA, E. L., BELTRAO-FILHO, E. M., VASCONCELOS, G. K., SANTI-GADELHA T., de ALMEIDA-GADELHA, C., A., FRANCO, O. L., CASSIA, R., MAGNANI, M. 2014. "Comparative protein composition analysis of goat milk produced by the Alpine and Saanen breeds in northeastern Brazil and related antibacterial activities". *Plos one*, 9: e93361. doi: 10.1371/j.

DELGADO, F. J., GONZÁLEZ-CRESPO, J., CAVA, R., RAMÍREZ, R. 2011. "Proteolysis, texture and colour of a raw goat milk cheese throughout the maturation". *European Food Research and Technology*, 233: 483-488.

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 1985. "Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo". (www.fao.org/docrep/004/X6545S/X6545S00.HTM). Consulta 10 de Junio de 2016.

FAOSTAT. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division. Rome: FAO. (<http://faostat3.fao.org/>). Consulta 20 de junio de 2016.

FAVA, F., ZANAROLI, G., VANNINI, L., GUERZONI, E., BORDONI, A., VIAGGI, D., TALENS, C. 2013. "New advances in the integrated management of food processing by-products in Europe: sustainable exploitation of fruit and cereal processing by-products with the production of new food products (NAMASTE EU)". *New Biotechnology*, 30:

647-655.

FERNÁNDEZ, C., MATA, C., BAZ, F. B. 2006. "Alimentación caprina y calidad de la leche". *Ganadería*, 41: 42-47.

FRESNO, J. M., TORNADIJO, M. E., CARBALLO, J., GONZÁLEZ-PRIETO, J., BERNARDO, A. 1996. "Characterization and biochemical changes during the ripening of a Spanish craft goat's milk cheese (Armada variety)". *Food Chemistry*, 55: 225-230.

FRESNO, M., ALVAREZ, S. 2012. "Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese". *International Journal of Dairy Technology*, 653: 393-400.

GUIAMPAOLO, M. 2013. "Aplicación de recubrimientos a base de quitosano y aceites esenciales en queso Tronchón: efecto antifúngico y calidad sensorial". Trabajo Fin de Carrera. ETSIAMN. Universitat Politècnica de Valencia.

KRAMER, J.K.G., FELLNER, V., DUGAN, M.E.R., SAUER, F.D., MOSSOBA, M.M., YURAWECZ, M.P. 1997. "Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids". *Lipids*, 32: 1219-1228.

KWAK, W. S., KANG, J. S. 2000. "Effect of feeding food waste-broiler litter and bakery by-product mixture to pigs". *Bioresource technology*, 97: 243-249.

MAGRAMA. 2016. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (www.magrama.gob.es). Consulta 24 de junio de 2016.

MARTÍNEZ, B. 2000. "El recuento de células somáticas en la leche de cabra: factores de variación y efecto sobre la producción y composición de la leche". Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

MEDINA, Z. 2013. "Caracterización de quesos fresco y curado fabricados a partir de leche de cabras alimentadas con diferentes dietas". Tesis de Master. Universitat

Politecnica de Valencia.

MEHDID, M. A. 2010. "Efecto del celo y del estrés sobre el recuento de células somáticas en leche de cabra". Tesis Doctoral. Universitat Politecnica de Valencia.

MEHDID, M. A. 2011. "Elevaciones transitorias del recuento de células somáticas de origen no infeccioso en la leche de cabra". *Tierras de Castilla y León: Ganadería*, 183: 38-40.

MIGUEL, E., ONEGA, E., BÁZQUEZ, B., RUIZ DE HUIDOBRO, F. 2002. "Composición química, recuento microbiológico y características sensoriales de los quesos elaborados con leche de la raza autóctona cabra del Guadarrama". 335-340. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Valencia.

MIN, B. R., POMROY, W. E., HART, S. P., SAHLU, T. 2004. "The effect of short-term consumption of a forage containing condensed tannins on gastro-intestinal nematode parasite infections in grazing wether goats". *Small Ruminant Research*, 51: 279-283.

MMBENGWA V.M., SCHWALBACH L. M., GREYLING J. P. C., FAIR M. D. 2000. "Milk production potential of South African Boer and Nguni goats". *South African Journal of Animal Science*, 30: 76-77.

MOLINA ALCAIDE, E., MORALES GARCÍA, E. Y., MARTÍN GARCÍA, A. Y. 2005. "Effect of feeding multinutrient blocks on rumen fermentation, intake, digestibility and milk yield and composition in dairy goats". 77. Proceeding of the 11th Seminar of the Sub-Network FAO-CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition Catania, Italia.

MOLINA P., BERRUGA I., MOLINA A. 2009. "La calidad de la leche de oveja". 355-367. *In Ovinotecnia. Producción y economía en la especie ovina*. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza.

MORAND-FEHR, P., FEDELE, V., DECANDIA, M., LE FRILEUX, Y. 2007. "Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk".

Small Ruminant Research, 68: 20-34.

MORONI, P., PISONI, G., VAN LIER, E., ACUÑA, S., DAMIAN, J. P., MEIKER; A. 2007. "Influence of estrus of dairy goat on somatic cell ,milk trait, and sex steroid receptors in the mammary gland". Journal of Animal Science, 90: 790-797.

NUDDA, A., MCGUIRE, M. A., BATTACONE, G., PULINA, G. 2005. "Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta". Journal of Dairy Science, 88: 1311-1319.

NUÑEZ M., GARCIA-ASER C., RODRIGUEZ-MARTIN M. A., MEDINA, M., GAYA P. 1986. "The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and lipolysis in Manchego cheese". Food Chemistry, 21: 115-123.

OLARTE, M. C. 2010. "Caracterización del queso de Cameros: Evolución de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante su maduración". Tesis Doctoral, Universidad Pública de Navarra.

PAAPE, M. J., WIGGANS, G. R., BANNERMAN, D. D., THOMAS, D. L., SANDERS, A. H., CONTRERAS, A., MORONI, P., MILLER, R. H. 2007. "Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts". Small Ruminant Research, 68: 114-125.

PALLARA, G., BUCCIONI, A., PASTORELLI, R., MINIERI, S., MELE, M., RAPACCINI, S., VITI, C. 2014. "Effect of stoned olive pomace on rumen microbial communities and polyunsaturated fatty acid biohydrogenation: an in vitro study". BioMed Central Veterinary research, 10: 1-14.

PARK, Y. W., JUÁREZ, M., RAMOS, M., HAENLEIN, G. F. W. 2007. "Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk". Small Ruminant Research, 68: 88-113.

PULINA, C., NUDDA, A., BATTACONE, G., CANNAS, A. 2006. "Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk". Animal Feed Science and Technology, 131: 255–291.

QUEIROGA, R. D. C. R., SANTOS, B. M., GOMES, A. M. P., MONTEIRO, M. J., TEIXEIRA, S.

M., DE SOUZA, E. L., PINTADO, M. M. E. 2013. "Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture". *Food Science and Technology*, 50: 538-544.

RAWYA, A. A. S., AHMED, K. A. 2014. "Physicochemical characteristics of Damascus (Shami) Cyprus goats milk in different lactation periods". *International Journal of Liberal Arts and Social Sciences*, 2: 67-72.

RAYNAL-LJUTOVAC, K., PIRISI, A., DE CREMOUX, R., GONZALO, C. 2007. "Somatic cells of goat and sheep milk: analytical, sanitary, productive and technological aspects". *Small Ruminant Research*, 68: 126-144.

RAYNAL-LJUTOVAC, K., LAGRIFFOUL, G., PACCARD, P., GUILLET, I., CHILLIARD, Y. 2008. "Composition of goat and sheep milk products: An update". *Small ruminant research*, 79: 57-72.

REGLAMENTO 853/2004/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. *Diario Oficial n° L 139*: 55-205.

ROMERO, T., BELTRÁN, M. C., RODRÍGUEZ, M., MARTÍ DE OLIVES, A., MOLINA M. P. 2013. "Short communication: Goat colostrum quality: Litter size and lactation number effects". *Journal of Dairy Science*, 96: 7526-7531.

SALDO, J., MCSWEENEY, P. L. H., SENDRA, E., KELLY, A. L., GUAMIS, B. 2002. "Proteolysis in caprine milk cheese treated by high pressure to accelerate cheese ripening". *International Dairy Journal*, 12: 35-44.

SALVADOR, A., MARTÍNEZ, G., ALVARADO, C., HAHN, M. 2006. "Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales". *Zootecnia Tropical*, 24: 307-320.

SALVADOR, A., MARTÍNEZ, G. 2007. "Factors that affect yield and composition of goat milk: A bibliographic Review". *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la*

Universidad Central de Venezuela, 48: 61-76.

SALVADOR, A., IGUAL, M., CONTRERAS, C., MARTÍNEZ-NAVARRETE, N., DEL MAR CAMACHO, M. 2014. "Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheeses characteristics". *Small Ruminant Research*, 121: 361-367.

SANZ, L., RAMOS, E., DE LA TORRE, G., DÍAZ, J., PÉREZ, L., SANZ M. R. 2009. "Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analysed by identical methodology". *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 322-329.

SAMPELAYO, M. S., PEREZ, L., ALONSO, J. M., AMIGO, L., BOZA, J. 2002. "Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats: Part II. Milk production and composition". *Small Ruminant Research*, 43: 141-148.

SAUVANT, D., BAS, P. 2001. "La digestion des lipides chez le ruminant". *Productions animales*, 14: 303-310.

SORYAL, K., BEYENE, F. A., ZENG, S. S., BAH, B., TESFAI, K. 2005. "Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation". *Small Ruminant Research*, 58: 275-281.

UNE 87-004-79 (1979). Norma Española. Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata. AENOR. Madrid, España.

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E., VERA, R. R., AGUILAR, C., LIRA, R., PEÑA, I., FERNÁNDEZ, J. 2013. "Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese". *Animal Feed Science and Technology*, 184: 94-99.

VASTA, V., NUDDA, A., CANNAS, A., LANZA, M., PRIOLO, A. 2008. "Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants". *Animal Feed Science and Technology*, 147: 223-246.

YAÑEZ RUIZ, D.R., MOUMEN, A., MARTIN GARCÍA, A.I., MOLINA ALCAIDE, E. 2004. "Ruminal fermentation and degradation patterns; protozoa population, and urinary

purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: effect of PEG supply". *Journal of Animal Science*, 82: 2023-2032.