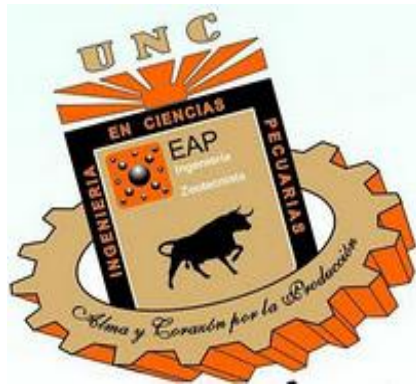


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DE PULPA DE NARANJA EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRAS PAYOYA SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE QUESO”

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por el Bachiller:

WILMER TERRONES LOZANO

Asesores:

Dr. MANUEL DELGADO PERTIÑEZ

Dr. JOSÉ LUÍS GUZMÁN GUERRERO

Cajamarca – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DE
PULPA DE NARANJA EN LA ALIMENTACIÓN DE
CABRAS PAYOYA SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS
GRASOS DE QUESO”**

TESIS

**Para Optar el TÍTULO Profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentado por:

WILMER TERRONES LOZANO

CAJAMARCA, 2019



“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DE PULPA DE NARANJA EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRAS PAYOYA SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE QUESO”



Autor: Wilmer Terrones Lozano

Titulación: Grado de Ingeniero Zootecnista

Tutores: Dr. Manuel Delgado Pertíñez

Dr. José Luis Guzmán Guerrero

Sevilla 2017

Universidad de Sevilla

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Universidad Nacional de Cajamarca

Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Zootecnista



Trabajo Fin de Grado

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DE
PULPA DE NARANJA EN LA ALIMENTACIÓN DE
CABRAS PAYOYA SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS
GRASOS DE QUESO”**

Proyecto presentado por:

WILMER TERRONES LOZANO

Directores:

Dr. Manuel Delgado Pertíñez

Dr. José Luís Guzmán Guerrero

En Sevilla 2017

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DE PULPA DE
NARANJA EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRAS PAYOYA SOBRE EL
CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE QUESO”**

Trabajo de fin de grado presentado por WILMER TERRONES LOZANO, realizado en el Área de Producción Animal del Departamento de Ciencias Agroforestales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (Universidad de Sevilla), en el marco del Programa de Intercambio y Movilidad Académica (PIMA) - 2017, con el proyecto Agricultura para el Desarrollo Sostenible (AGRIDESO); financiado por la Organización de Estados Iberoamericanos y la Junta de Andalucía.

Para obtener el grado de Ingeniero Zootecnista por la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca

Directores:

Dr. Manuel Delgado Pertíñez

Dr. José Luís Guzmán Guerrero

Financiamiento

Los trabajos experimentales que conforman el presente Trabajo Final de Grado han sido financiados por la Exma. Diputación Provincial de Huelva, gracias a un convenio específico de colaboración con la Universidad de Huelva. El convenio tiene por objeto el desarrollo de un trabajo de investigación relacionado con los subproductos que genera la industria agroalimentaria, y su aprovechamiento nutritivo en la alimentación animal, minimizando el impacto ambiental que generan los mismos. En este convenio también han participado la Universidad de Sevilla y la Estación Experimental del Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Granada.

Agradecimientos

Mi agradecimiento, en primer lugar, a Dios, Nuestro Padre Todopoderoso, y a toda mi familia.

En especial a mis padres Luis y Doraliza, así como también para mis hermanos Amancio y Sonia por el apoyo incondicional y por haberme guiado por camino del bien, por ser el pilar fundamental de mi vida, siempre les estaré eternamente agradecido.

A todos mis profesores de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su sabiduría, comprensión, dedicación, paciencia y en especial a los que me dieron su amistad.

A los grandes amigos que tengo la suerte de tener y por haber hecho estos años maravillosos, amenos y acogedores a su lado.

Un agradecimiento particular a mis directores de proyecto fin de grado Manuel Delgado Pertiñez y José Luis Guzmán Guerrero, que me han orientado y apoyado.

A la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva por la oportunidad que me han brindado para poder realizar este proyecto de fin de grado

A todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.	Importancia del sector caprino. Censo y producciones	1
1.1.	Situación del ganado caprino en el Mundo y Europa.....	2
1.2.	Situación del ganado caprino en España y Andalucía.....	3
1.3.	Producción de leche de cabra en el mundo y Europa.....	5
1.4.	Producción de leche de cabra en España y Andalucía.	6
2.	La Raza Payoya.....	9
2.1.	Descripción morfológica	10
2.2.	Interés de sus producciones.....	11
2.3.	Estado actual de la raza Payoya	11
2.4.	Definición de subproductos agroalimentarios.....	13
3.	Producción de cítricos en Europa, España y Andalucía	15
3.1.	Composición química y valor nutritivo de la pulpa de naranja.....	16
4.	El queso.....	17
4.1.	Definición de queso.....	18
5.	Coagulantes	18
5.1.	El cuajo.....	19
a)	Cuajo animal	19
b)	Coagulante vegetal	19
II.	ANTECEDENTES.....	21
	Uso de subproductos en la alimentación animal	21
III.	JUSTIFICACIÓN.....	26
IV.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	28
	OBJETIVOS	28
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	29
	Animales y dietas	29
	Diseño experimental.....	32
	Recogida de leche para la elaboración del queso	33
	Elaboración del queso	33
	Liofilización	34
	Determinación del perfil de Ácidos Grasos	35
	Análisis estadístico.....	36

VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
VII.	CONCLUSIONES	43
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
IX.	ANEXOS 1 Protocolo para liofilización.....	50
	ANEXO 2 Ácidos grasos en porcentaje del total de ácidos grasos según el tipo de dieta y el tipo de cuajo.	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento y Producción del Caprino Lechero para los principales países europeos ..	6
Tabla 2. Distribución por CCAA de la producción nacional de leche de cabra en 2013	7
Tabla 3. Distribución provincial de la producción de leche de cabra en Andalucía en 2013.....	8
Tabla 4. Características de las dietas suministradas a las madres de raza Payoya durante el periodo de lactación de los cabritos	30
Tabla 5. Aporte nutricional de las distintas dietas suministradas a cada lote de cabras del estudio.	31
Tabla 6 Contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según la dieta experimental.	37
Tabla 7 contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según el tipo de cuajo e interacción entre el tipo de cuajo (TC) y el tipo de dieta (TD)	39
Tabla 8 Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de leche de cabra Payoya según la dieta experimental.....	52
Tabla 9 Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de queso de cabra Payoya elaborado con dos tipos de cuajo (vegetal y animal).	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del ganado caprino a nivel mundial, desde el año 2005 hasta el 2014. (Fuente: FAOSTAT, 2015).	2
Figura 2. Número de cabezas de ganado caprino en Europa. (Fuente: FAOSTAT, 2016).	3
Figura 3. Evolución del ganado caprino en España desde el año 2004 hasta el año 2014. (FAOSTAT, 2015).	4
Figura 4. Distribución del ganado caprino por Comunidades Autónomas del año 2015. Fuente: Elaboración propia. (Datos Subdirección General De Productos Ganaderos).	4
Figura 5. Logo Raza autóctona 100% Payoya Figura 6. Logo Asociación.....	10
Figura 7. Pellets de pulpa de naranja (Fuente: Álvarez, 2016)	15
Figura 8. Evolución de la producción/rendimiento de cítricos en el mundo desde el año 2004 hasta el año 2013	16
Figura 9. Imagen macroscópica de la presentación de los tres piensos facilitados a las madres de la raza Payoya en este estudio. autor Muller, 2016.	29
Figura 10. Detalle de la identificación del rebaño mediante collares de colores. Rojo: lote control; verde: lote 40; naranja: lote 80. Autor: Muller, 2016.	32
Figura 11 Equipo liofilizador	50
Figura 12 Pantalla de control del Liofilizador.....	51

RESUMEN

El objetivo fue estudiar el efecto de las dietas que contienen Pellets de Pulpa de Naranja (PPN), sobre el contenido de ácidos grasos (AG) en queso de cabra. Se utilizaron 44 cabras raza Payoya todas de primer parto, distribuidas en tres lotes en función al porcentaje de sustitución de los cereales de la dieta por PPN, LOTE 0% (n=13): cabras control, LOTE 40% (n=17): 40% PPN y LOTE 80% (n=14): 80% PPN, ordenados bajo un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con arreglo factorial 3x2 con 3 repeticiones: Factor A: tipo de dieta, (A1, A2 y A3: queso perteneciente a los lotes 0%, 40% y 80%, respectivamente), Factor B: tipo de cuajo utilizado en la fabricación del queso, (B1, vegetal y B2, animal). No se encontraron diferencias significativas tanto en el tipo de dieta, (excepto para el AG C17:1, siendo mayor en la dieta con 80% de PPN y la relación PUFA/SFA fue mayor en las dietas con 40 y 80% de PPN, respecto a la dieta control), como en el tipo de cuajo (excepto para los AG C13:0, C18:0, C23:0 y C18:3 n3, y trans vaccénico, C14:1, C18:2 n-6 trans y CLA trans-10 cis 12, siendo mayor en los quesos elaborados con cuajo animal respecto al cuajo vegetal). Las pocas diferencias significativas encontradas en el perfil de AG en queso de cabra indicarían que se podría sustituir hasta un 80% de los cereales de la dieta de cabras por PPN.

Palabras clave: Queso, ácidos grasos, Payoya

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of diets containing orange pulp pellets (OPP) on the fatty acid content (FA) in goat cheese. 44 payoya goats of first calving were used and distributed in three feedlots according to the percentage of substitution of the cereals of the diet by OPP, Feedlot 0% (n=13): control goats, Feedlot 40% (n=17): 40% OPP and Feedlot 80% (n=14): 80% OPP, sorted under a Fully Random Design (DCA) with factorial arrangement 3x2 with 3 repetitions: Factor A: Diet Type (A1, A2 and A3: Cheese belonging to Feedlots 0%, 40% and 80%, respectively), Factor B: Rennet type used in the manufacture of cheese (B1, vegetable and B2, animal). No significant differences were found in the type of diet (except for FA C17:1 that was higher in the diet with 80% of OPP and the ratio PUFA/SFA was higher in the diets with 40% and 80% of OPP with respect to the diet control), as in the type of rennet (except for AG C13:0, C18:0, C23:0 and C18:3 N3, and trans vaccine, C14:1, C18:2 n-6 trans and CLA-10 cis 12, being higher in cheeses made with animal rennet with respect to vegetable rennet). The few significant differences found in the FA profile in goat cheese would indicate that up to 80% of the cereals in the diet of goats could be replaced by OPP.

Keywords: Orange pulp, cheese, fatty acids, Payoya.

I. INTRODUCCIÓN

1. Importancia del sector caprino. Censo y producciones

El ganado caprino a nivel mundial se desarrolla en zonas pobres, áridas y secas, zonas con difícil acceso y de topografía accidentada donde otro tipo de ganadería no sería viable para que se desarrolle, esto debido al comportamiento alimenticio y sus capacidades de adaptación tanto a los diferentes sistemas de crianza ya sean extensivos, intensivos o mixtos transformando muy eficazmente los alimentos recibidos en productos como leche y carne de alta calidad tanto nutritiva como gastronómica (García, 2017).

El ganado caprino se explota para la producción de tres producciones principales: leche, carne y pelo, y existen una gran diversidad de razas especializadas ya sea para un tipo de producto o varios a la vez. Así por ejemplo en Oriente Medio, gran parte de Asia, África o América predomina la especialización cárnica o bien la doble aptitud carne-leche. También en Asia se explotan razas claramente especializadas en la producción de pelo como es el caso de la cabra de Angora o Cachemira. Por otra parte, en países europeos de la Cuenca Mediterránea, como Grecia, Francia o España, es la aptitud lechera la que caracteriza a la mayoría de sus efectivos caprinos. Como regla general, en los países desarrollados existe predominio de la especialización lechera, siendo la aptitud cárnica o la mixta carne-leche la característica de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo (Navarro, 2005).

España forma parte del grupo de países de UE donde la producción caprina es destacable. Esta ganadería ejerce un papel fundamental en muchas zonas rurales, a pesar de que su importancia económica es pequeña en comparación con otras especies ganaderas. La fijación de la población, el mantenimiento de productos típicos como los quesos, y su aportación al medio ambiente son cualidades positivas que deben impulsar estrategias para su mantenimiento. La ganadería caprina en Andalucía se presenta como una alternativa real a las producciones mayoritarias, como es el caso del vacuno o el porcino, con una función ecológica, ya que consumen los pastos de las zonas marginales, y una función social, debido a que sirven de ocupación a personas que viven en zonas rurales donde difícilmente podrían realizar otra actividad productiva (De la Vega, 2016).

1.1.Situación del ganado caprino en el Mundo y Europa

Según los últimos censos reportados por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), el ganado caprino ha incrementado desde el año 2005, con 883 millones de cabezas, hasta el año 2014, con 1.006 millones de cabezas en el mundo (Figura 1). El productor principal de ganado caprino en el mundo es China continental, con un promedio de 192 millones de cabeza entre los años 2005-2016, seguido de la India con una producción promedio de 136 millones de cabeza en estos años. Ningún país Europeo entra dentro de los 10 productores principales de ganado caprino. Europa representa el 1,8% (17 millones de cabeza) de la producción mundial, siendo Asia con un 59,5 % (564 millones de cabeza) el mayor productor, seguido de África con 34,4% (326 millones de cabeza).

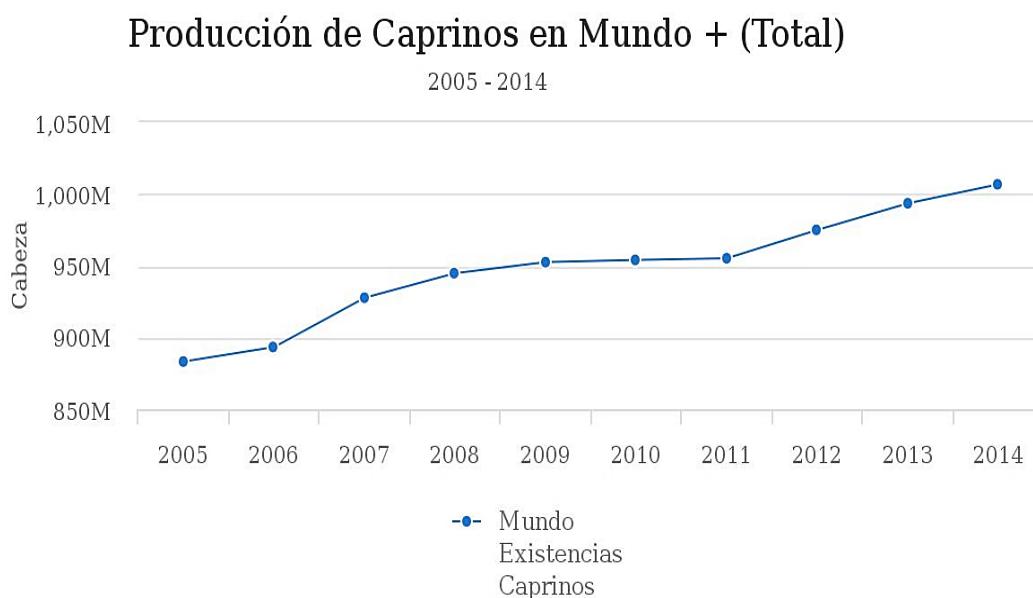


Figura 1. Evolución del ganado caprino a nivel mundial, desde el año 2005 hasta el 2014. (Fuente: FAOSTAT, 2015).

En Europa, según los datos de la FAO para el año 2016, existen un total de 16.799.674 cabezas de ganado caprino tal como se muestra en la figura 2, siendo el país líder Grecia con 4.387.000 de cabezas y España ocupa el segundo lugar con 2.704.250 de cabezas mientras que Rumania es tercera con 1.447.600 cabezas desplazando a Francia e Italia con 1.199.000 y 1.026.300 cabezas respectivamente.

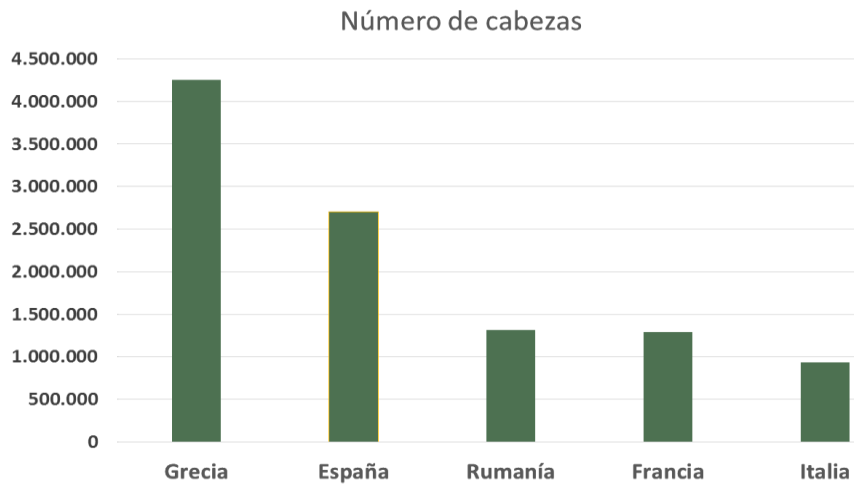


Figura 2. Número de cabezas de ganado caprino en Europa. (Fuente: FAOSTAT, 2016).

1.2. Situación del ganado caprino en España y Andalucía

La evolución del caprino en España está ligada en gran medida a la evolución de esta especie en la UE, de modo que la producción de leche ha aumentado más que los censos. Este aumento de la productividad ha sido debido a diversos cambios en los sistemas productivos, siendo los más importantes el constante incremento de la calidad genética de los animales, la distribución de los partos, el suministro de raciones más equilibradas, la mejora de la sanidad e higiene de las explotaciones y la mejora de las instalaciones para los animales (Castel *et al.*, 2010).

La cabaña caprina española en noviembre de 2015 alcanzó un total de 3.009.582 cabezas (fuente MAGRAMA), con un aumento del 11,29% con respecto a noviembre de 2014 con un total de 2.704.229 cabezas.

Como se observa en la figura 3 la tendencia desde el año 2008 hasta el año 2013 es ir disminuyendo, alcanzando en el año 2013 el censo más bajo con 2.609.990 cabezas, en adelante se aprecia un incremento.

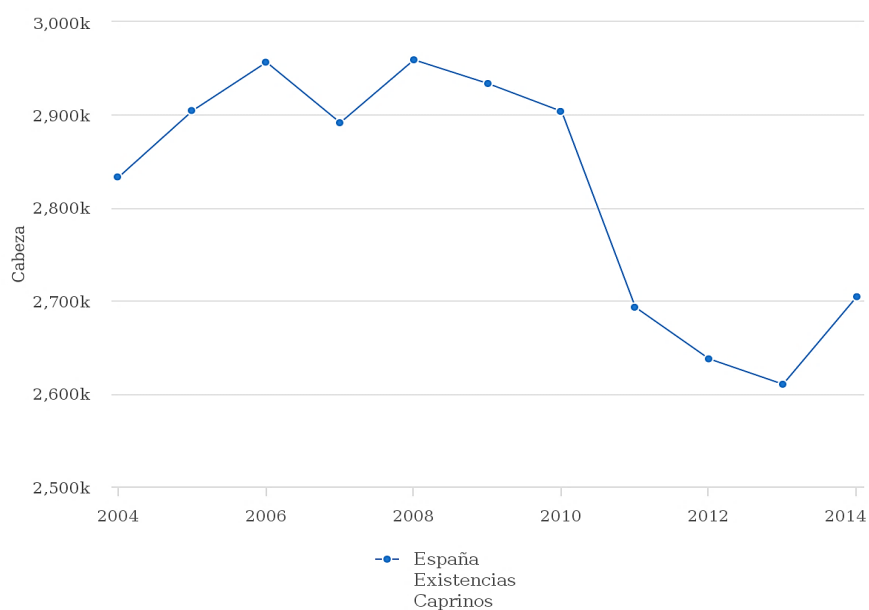


Figura 3. Evolución del ganado caprino en España desde el año 2004 hasta el año 2014. (FAOSTAT, 2015).

Por Comunidades Autónomas (figura 4), los mayores censos de caprinos se concentran en Andalucía (1.059.262), Castilla la Mancha (470.412), Región de Murcia (417.871), Extremadura (282.980) y Canarias (226.985), representando en conjunto el 81,66% del total (MAGRAMA, 2015).

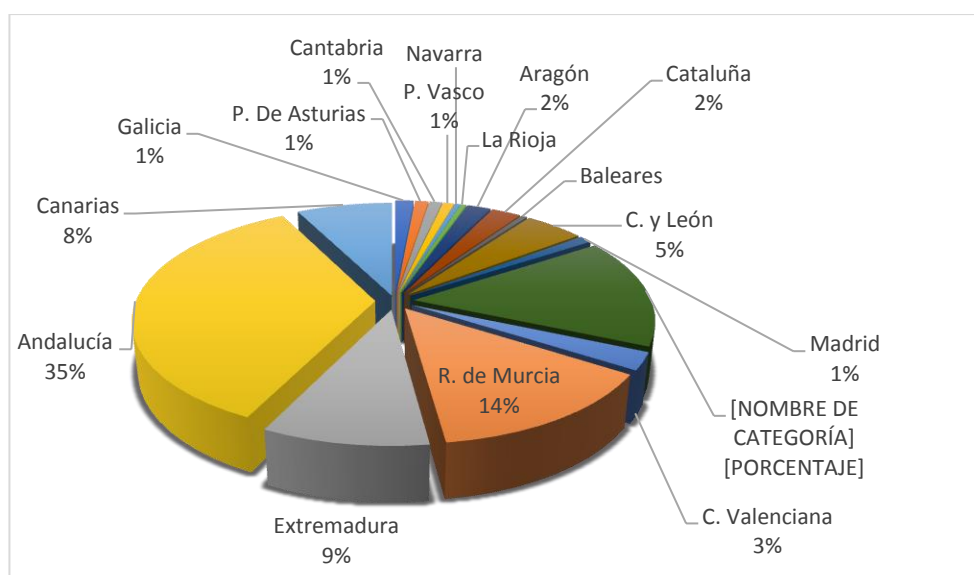


Figura 4. Distribución del ganado caprino por Comunidades Autónomas del año 2015. Fuente: Elaboración propia. (Datos Subdirección General De Productos Ganaderos).

1.3. Producción de leche de cabra en el mundo y Europa.

En cuanto a la producción de leche Según FAOSTAT, en el 2013 la producción mundial de leche de cabra ascendió a 17,96 millones de toneladas, de los cuales 5,00 millones (27,8%) se obtuvieron en la India, 2,62 millones de toneladas (14,6%) en Bangladesh y 1,86 millones de toneladas (10,4%) en la Unión Europea. A más distancia se situaron otros países productores como Sudán, Pakistán y Malí.

En cuanto a la evolución de la producción mundial de leche de cabra, entre los años 2003 y 2013 ésta creció un 26,4%, destacando los incrementos registrados en Malí (188,0%) y Bangladesh (72,1%). Por otra parte, dentro del grupo de principales productores, el mayor descenso productivo tuvo lugar en la Unión Europea (-4,9%) (Figura 5).

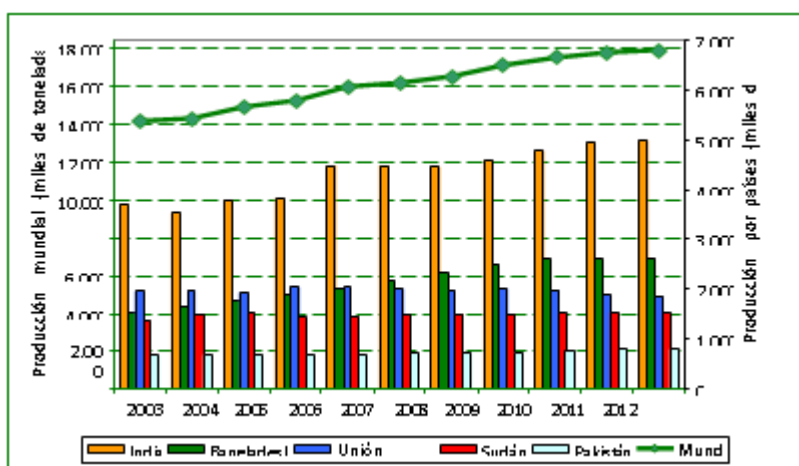


Figura 5. Evolución de la producción mundial de leche de cabra entre los años 2003 y 2013 (Fuente: FAOSTAT, 2015).

En el apartado del rendimiento, Francia ocupa la primera plaza con 655 litros por cabra al año, seguida por España con 385 litros por cabra al año y Grecia e Italia respectivamente. En estos rendimientos tan diferenciados, actúan muchos factores como son el clima, la raza, la alimentación y el manejo de los animales.

La producción total que se ve afectada por el número de cabezas de ganado y el rendimiento lechero, sitúa a Francia por delante de España, Grecia e Italia respectivamente. Este rendimiento tan alto hace que adelante a España y Grecia, a pesar de que estas presentan un mayor número de caprino lechero.

Tabla 1. Rendimiento y Producción del Caprino Lechero para los principales países europeos.

Países (UE)	Rendimiento (Litros por cabra al año)	Producción (Litros al año)
España	385	452.010.000
Francia	655	580.041.145
Grecia	103	339.900.000
Italia	48,7	27.515.500

Fuente: FAOSTAT (2013).

1.4. Producción de leche de cabra en España y Andalucía.

Según el Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en España se obtuvieron en 2013 un total de 457,03 millones de litros de leche de cabra, de los cuales 87,6% de ésta se destina a producción para industria, mientras que el 12,4% restante se dedica a producción para autoconsumo (figura 6).

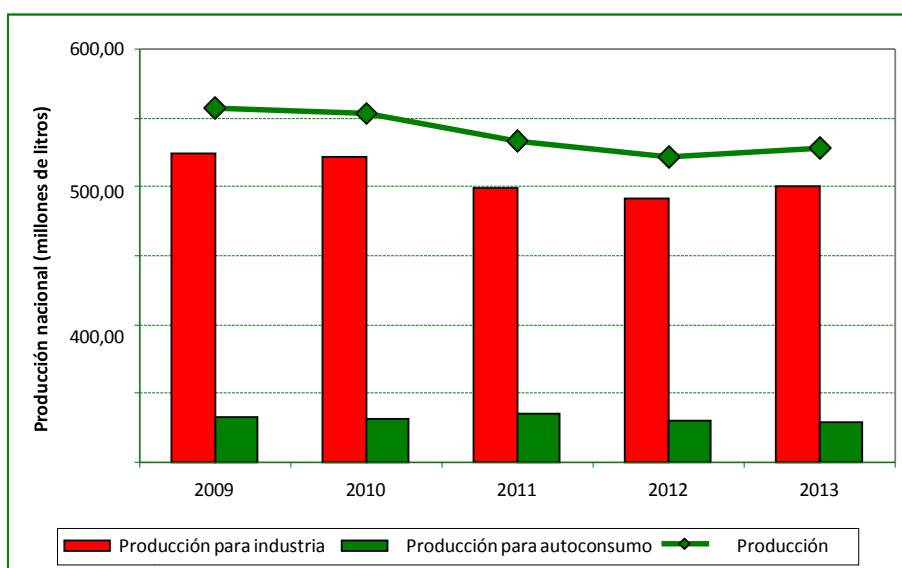


Figura 6. Evolución de la producción nacional de leche de cabra y de sus principales destinos, entre los años 2009 y 2013. Fuente: Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.

Andalucía es la Comunidad Autónoma española que obtuvo la mayor producción anual de leche de cabra en 2013, con un total de 188,42 millones de litros producidos, lo que supone el 41,2% del total de la producción nacional. Tras Andalucía, las Comunidades Autónomas con mayor producción de leche de cabra fueron Canarias (18,0%), Castilla-La Mancha (15,7%), Murcia (6,5%) y Castilla y León (6,3%).

Atendiendo al destino de la producción, Canarias es la Comunidad Autónoma que más volumen de leche de cabra destina a la elaboración de quesos en autoconsumo, suponiendo un total de 39,48 millones de litros en 2013 (el 77,8% de la leche de cabra destinada a este uso y el 8,6% de la producción nacional) (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución por CCAA de la producción nacional de leche de cabra en 2013

CCAA	Leche de cabra (miles de litros)				Total	
	Autoconsumo		Comercializada		Miles de litros	% en 2013
	Leche líquida	Elaboración de quesos	Venta directa	Venta industrias		
Andalucía	2.496	4.394	231	181.297	188.418	41,2%
Canarias	2.028	39.481	901	39.964	82.374	18,0%
Castilla-La Mancha	816	1.688	306	68.993	71.802	15,7%
Murcia	132	0	0	29.649	29.781	6,5%
Castilla y León	147	658	0	28.006	28.810	6,3%
Extremadura	0	1.442	0	22.617	24.059	5,3%
C.Valenciana	47	409	0	12.687	13.144	2,9%
Cataluña	33	623	0	6.294	6.950	1,5%
Madrid	0	0	0	5.557	5.557	1,2%
Asturias	0	800	0	1.200	2.000	0,4%
Aragón	0	442	0	1.325	1.767	0,4%
La Rioja	0	0	0	1.174	1.174	0,3%
País Vasco	8	391	0	38	437	0,1%
Baleares	0	397	0	0	397	0,1%
Navarra	300	0	0	62	362	0,1%
Cantabria	0	0	0	0	0	0,0%
Total	6.007	50.725	1.437	398.862	457.031	100,0%
% destino	1,3%	11,1%	0,3%	87,3%	100,0%	

Fuente: Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.

En Andalucía en 2013, destacaron por provincias Málaga, con 53,23 millones litros (28,2%), Almería con 42,09 millones de litros (22,3%) y Sevilla con 25,09 millones de litros (13,3%). En cuanto al destino de la producción, el 96,3% se vendió a industrias, mientras que el 3,6% se dedicó a autoconsumo (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución provincial de la producción de leche de cabra en Andalucía en 2013

Provincia	Leche de cabra (miles de litros)				Total	
	Autoconsumo		Comercializada		Miles de litros	% en 2013
	Leche líquida	Elaboración de quesos	Venta directa	Venta industrias		
Almería	144	0	0	41.952	42.097	22,34%
Cádiz	1.543	1.737	0	16.012	19.292	10,24%
Córdoba	0	0	0	10.559	10.559	5,60%
Granada	0	2.278	228	20.271	22.777	12,09%
Huelva	96	328	0	9.976	10.400	5,52%
Jaén	0	0	0	4.971	4.971	2,64%
Málaga	692	0	0	52.540	53.232	28,25%
Sevilla	21	51	3	25.016	25.090	13,32%
Andalucía	2.496	4.394	231	181.297	188.418	100,00%
% destino	1,3%	2,3%	0,1%	96,2%	100,00%	

Fuente: Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.

2. La Raza Payoya

La cabra Payoya es una raza autóctona andaluza, catalogada en peligro de extinción, que ha sido tradicionalmente explotada en la zona del actual Parque Natural de la Sierra de Grazalema y Sierra de Ronda, zonas de gran valor natural, constituyendo el sustento de muchas familias de las comarcas. El nombre de Payoya tiene su origen en el municipio de Villaluenga del Rosario, de la provincia de Cádiz, uno de los lugares cuna de la raza, donde a los nativos se les denomina "Payoyos" y, por extensión, se aplicó este nombre a esta raza caprina. No obstante, la raza también es conocida como "Montejaqueña", por el municipio malagueño de Montejaque ubicado en la comarca natural donde se desarrolla la raza. La cabra Payoya sigue manteniendo las aptitudes necesarias para convivir y producir en un medio duro y cambiante, siendo fuente de productos con los que comparte una magnífica y única personalidad. Esta raza tiene asociación de ganaderos y aparece en el Catálogo de Razas de España y está declarada en peligro de extinción según el R.D 2129/2008.

Su origen no está determinado, no obstante, se supone que la cabra Payoya fue el resultado de la conjunción de los troncos Alpino y Pirenaico que recibe la influencia del tronco convexo, influencia necesaria para su adaptación a las zonas de sierra donde habita (Herrera *et al.*, 2001). En todo caso, en la formación de la raza Payoya han intervenido dos elementos fundamentales: por una parte, el criterio selectivo aplicado por los ganaderos, dirigido casi exclusivamente a la mejora de la producción de leche en sistema de pastoreo y, por otro lado, las características agroclimáticas particulares de la zona de explotación, con un clima de elevada pluviosidad y una orografía difícil. Ambas circunstancias han favorecido la configuración de un modelo de cabra muy rústica, de gran alzada y longitud (la Payoya es la raza caprina de mayor diámetro longitudinal de España), perfectamente adaptada al difícil medio en que se explota (Muñoz, 2008).

Recientemente, el 20 de febrero de 2015, la Dirección General de Calidad, Industrias Agroalimentarias y Producción Ecológica de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía aprobó el pliego de condiciones para el uso del logotipo "raza autóctona" en la carne, productos cárnicos, leche, queso, productos lácteos y piel de la raza caprina Payoya, y el 16 de abril del 2015 de la Dirección General de Producciones y mercados agrarios

autorizó el uso del logotipo raza autóctona a la Asociación de Criadores de la Raza Caprina Payoya, como se puede observar en las figuras 5 y 6.



Figura 7. Logo Raza autóctona 100% Payoya **Figura 8. Logo Asociación**

Fuente: A.C.A.P.A.

2.1.Descripción morfológica

Según A.C.A.P.A, la raza Caprina Payoya se trata de una raza con animales muy altos y largos, reflejo de la selección que han hecho los ganaderos buscando un formato de animales que les permitiera el aprovechamiento de pastos en zonas de difícil acceso en la sierra. Tiene un perfil subconvexo, hipermétricos y longilíneos. Otro aspecto que destaca en estos animales es la gran variedad en capas: capas discontinuas uniformes (floridas, nevadas y cárdenas), capas discontinuas no uniformes (berrendas, oritas, sesnegras, collalbas, tricolor y bayas), y capas simples (coloradas, negras, rubias y blancas, estas dos últimas en muy escasa proporción). También presenta una piel fina y pigmentada que afecta tanto a las mucosas como a las pezuñas y superficie total de la mama en mayor o menor intensidad. Pelo corto y fino en las hembras y más basto en los machos, muchas veces puede presentar pelambreras bajo las formas de coderas y calzón, más desarrolladas en los machos. Los machos presentan barba bien desarrollada. Las hembras, por su parte a veces presentan perilla.

La cabeza es de proporciones medias en las hembras y más bien mediana en los machos, de frontal suavemente convexo, corto y ancho, provisto de cuernos de tipo aegagrus, dirigidos hacia atrás y abiertos en las puntas. Orejas medianamente largas, de consistencia firme y de porte caído. Órbitas manifiestas y ojo mediano, poco lateralizado. Cara de perfil recto, larga y de amplios nasales, en continuidad con la anchura del cráneo que termina en hocico mediano y profundo.

El cuello en las hembras es largo, fino de bordes rectos y bien musculado. Desprovisto de mamellas en la mayoría de los individuos y de inserción escasamente más amplia en el tronco que en la cabeza. En los machos el cuello es largo y muy musculado, con amplia inserción en la cabeza y sobre todo en el pecho.

Tronco de gran longitud, entre paralelas y de amplios desarrollos de los diámetros transversales. Cruz algo destacada, larga y llena que se continúa insensiblemente con una espalda de mediana longitud que a su vez se inserta en los costillares sin pronunciamiento. En los machos, la espalda es musculada y de gran desarrollo. Pecho profundo y de amplitud media. Costillares arqueados y de gran profundidad, descendiendo por debajo del codo. Línea dorsolumbar recta, si bien en los casos de cruz más destacada, forma un pequeño declive en su unión con ésta. La cruz y las palomillas al mismo nivel. Grupa larga, de gran amplitud y de cierta inclinación que determina un nacimiento bajo de la cola. Las mamas son abolsadas y con pezones bien definidos, divergentes y de buen tamaño. Presentan extremidades fuertes, de longitud media, de buenos aplomos y metacarpos de amplios perímetros. Pezuña fuerte, de escaso desarrollo y muy bien conformada. Tal y como consta en el Patrón Racial de la Raza, presentan un marcado dimorfismo sexual. El peso de los animales oscila entre los 50 a 60 kg en las hembras y entre 70 y 90 kg en machos.

2.2. Interés de sus producciones

La producción más emblemática de esta raza es el queso Payoyo o de Cádiz, muy apreciado en las zonas de distribución de la raza, así como en el resto del país. Su base es la producción láctea de esta raza que según los datos que de la raza aparecen en la página web de FEAGAS, se corresponden con una producción de 391 kg de leche en 210 días, con las características fisico-químicas siguientes: grasa: 4,78; proteína: 3,67; lactosa: 4,62; y extracto seco: 13,98. Sin embargo otros datos más recientes (González, 2005) pertenecientes a 16 explotaciones, en control lechero, durante el año 2004 nos indican que para lactaciones de 215 días la media de producción es de 412,59 kg de leche, con un 4,25 % de grasa y un 3,53 % de proteína.

2.3. Estado actual de la raza Payoya

En la actualidad su censo es estable pero el peligro de erosión genética está representado por el mestizaje, por ello la asociación de ganaderos se plantea (González, 2005) tres tipos de acciones: de conservación (identificación por tatuaje auricular, según “patrón racial” y el compromiso de los ganaderos de usar solo reproductores

identificados como de la raza Payoya), de mejora, cuyo objetivo será aumentar la productividad (para lo que usaran las herramientas del control lechero, control genealógico, valoración morfológica y testaje de machos para Inseminación artificial, en centro de testaje, habiendo comenzado ya esta última actividad) y de fomento (asistencia a ferias de ganado, a congresos, publicaciones,...) Las perspectivas según la información que nos proporciona la propia asociación no son demasiado halagüeñas, ya que se observa en ellas una falta de rigor científico y secuencia en las acciones a desarrollar ya que identificar un individuo, como de una población, solo por caracteres exterioristas cuando hoy día se dispone de herramientas basadas ADN que asignan individuos a poblaciones, independientemente de su fenotipo y las interacciones que lo han determinado resulta demasiado arriesgado para poblaciones marginales, tan ambientales y en riesgo y solo pueden contribuir a producir el efecto contrario al deseado, la erosión genética. Por otro lado, el uso de herramientas como la inseminación Artificial o los datos de control lechero sin tener garantizada la genealogía, ni disponer de evaluaciones genéticas de los animales que se usan para ello, producirá a la corta y a la larga desánimo y confusión en los ganaderos que desconfiaran de la “ciencia” que no les reporta los beneficios y mejoras esperados. Desde este punto de vista la raza se encuentra en una situación similar a la que en los años 40-50 estaba la cabra Malagueña y todo apunta a que seguirá sus pasos, desarrollándose como raza lechera y perdiendo la gran variabilidad y adaptabilidad que posee, si nadie lo remedia y sigue en los planes, conjuntos, de mejora, de las razas caprinas lecheras andaluzas, como hasta ahora lo está haciendo esta asociación.

Según Oviespana (2017) en la actualidad la raza caprina Payoya cuenta con un total de 10.715 animales repartidos en 29 ganaderías, que se han ido expandiendo progresivamente desde su núcleo tradicional de producción en la zona de la Sierra de Cádiz, en el que ha tenido una revalorización en los últimos años gracias al prestigio que han ido ganando sus quesos de cabra. Además, en la actualidad está presente varias provincias de Andalucía, e incluso cuenta con inscritos en el libro genealógico en Cataluña. Según los datos del sistema ARCA, dependiente del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Mapama), la distribución geográfica de la raza Payoya es la siguiente:

- Andalucía. 10.569 animales. 28 ganaderías. Provincias: Cádiz, Córdoba, Granada, Málaga y Sevilla.

- Cataluña. 146 animales. 1 ganadería. Provincia: Tarragona.

Uso de subproductos de la industria del zumo en la alimentación animal

La alimentación es una variable importantísima en la viabilidad de una explotación ganadera, dado que se ve afectada por las fluctuaciones del precio de los concentrados, así como de la fibra y que son importantísimos en la producción lechera (Almarcha, 2016). Además, que la alimentación de los animales supone un coste muy importante de la producción (alrededor del 70%) (Martínez *et al.*, 1982). Una posible solución se encuentra en la utilización de subproductos agrícolas, así como de alimentos forrajeros alternativos, que proporcionen parte de esa fibra y proteína básica en la alimentación de los rumiantes, reduciendo de esta forma el coste de la alimentación y obteniendo un beneficio medioambiental (Wadhwa *et al.*, 2013).

2.4. Definición de subproductos agroalimentarios

La adopción de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos, ha supuesto la incorporación del concepto de “subproducto” al ordenamiento jurídico de la Unión Europea de tal manera, que un objeto o sustancia nada más tiene que considerarse como subproducto cuando se reúnen determinadas condiciones y así lo declare la Unión Europea.

La Directiva 2008/98/CE, de residuos ha sido incorporada al derecho Español por medio de la Ley 22/2011, del 28 de Julio, de Residuos y Suelos Contaminantes. En el artículo 4, donde se regula el régimen jurídico aplicable a subproductos, se establece que “Una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto; entonces será considerado como subproducto y no como residuo” definido en el artículo 3, apartado *a*, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente.
- b) Que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual.
- c) Que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción.

- d) Que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos, así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente.

No obstante, el cumplimiento de estas condiciones para cualquier sustancia u objeto no es suficiente para que el productor inicial pueda otorgarle el nombre de subproducto. Esta consideración tiene que estar supeditada a la valoración de la Comisión de Coordinación en Materia de Residuos (MAGRAMA, 2015).

Bravo, (2015); Muller, (2016) plantean que es necesario la búsqueda de la reducción de los costos de alimentación de las explotaciones. A través de la utilización de residuos agroalimentarios ya que carecen de valor económico y no limitarse exclusivamente a su eliminación efectiva e inocua, debido a que esta opción además de evitar problemas de contaminación ambiental crea nuevas fuentes de riqueza que aportan mayor rentabilidad al proceso industrial de partida. Además, se ha de considerar que la rentabilización de la gestión de residuos generaría nuevas industrias con un amplio abanico de aplicaciones, lo cual reporta numerosas ventajas sociales. Esta idea se puede llevar a cabo aprovechando los recursos locales excedentes en Andalucía, como es el caso de la pulpa de naranja

La pulpa de cítricos es el residuo que se produce en la industria de zumos, especialmente de naranja y limón, y en menor medida de pomelos y mandarinas. Después de la extracción del zumo, se obtiene un residuo compuesto por 60-65% de piel, de 30-35% de pulpa de gajos y un 5-10% de semillas (Martínez *et al.*, 1980).

Respecto a la presentación de estos subproductos se puede encontrar: pulpa fresca, pulpa seca y pulpa deshidratada. La pulpa fresca es aquella que se encuentra tal y como sale de la industria, que no ha recibido ningún tratamiento; presenta el inconveniente de que su uso corresponde con la estación en que se produce, además de los altos costes de transporte debido a su excesivo volumen y a que se trata de un producto perecedero debido a la alta humedad y al contenido de carbohidratos. La pulpa seca es aquella que dejamos secar tras su extracción del zumo. La pulpa deshidratada es aquella en la que la pulpa es deshidratada bien al sol o por procesos artificiales. Los pellets (figura 12) son un producto resultante de un proceso de transformación de la pulpa deshidratada que se ha prensado y al que se le ha dado forma para ser mejor

conservado, almacenado y que tenga un mejor aspecto visual para su venta y su uso en la alimentación animal (Bravo, 2015).



Figura 9. Pellets de pulpa de naranja

La pulpa de cítricos es normalmente empleada en su forma deshidratada, aunque también puede suministrarse fresca o ensilada. Todas las formas de suministros son rápidamente aceptadas por los animales (Álvarez, 2016).

La utilización de estos subproductos de la naranja no solo presenta un interés meramente económico, sino también ecológico, ya que dejan de ser residuos vegetales de la producción industrial, y se transforman nuevamente en un eslabón de la cadena productiva (Muller, 2016).

3. Producción de cítricos en Europa, España y Andalucía

La producción de cítricos ha ido aumentando a lo largo de los últimos años, desde el año 2004 con una producción de 111.005.972 millones de toneladas en un área de producción de 7.992.418 ha, hasta el año 2013 que se produce de 136.320.156 millones de toneladas de cítrico en el mundo, con un área de producción de cerca de un 1.400.000 ha. (FAOSTAT, 2015).

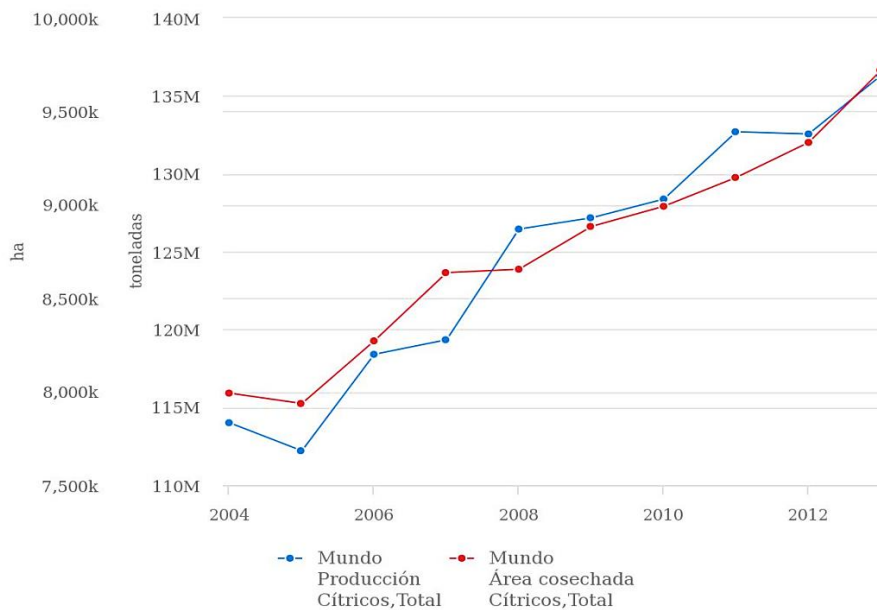


Figura 10. Evolución de la producción/rendimiento de cítricos en el mundo desde el año 2004 hasta el año 2013

Los cinco principales productores de cítricos en el mundo son China con una producción superior a 33 millones de toneladas, el segundo productor es Brasil con una producción de 19 millones de toneladas, seguido de EEUU, India, México (FAOSTAT, 2013).

En Europa la producción más importante de cítricos la tiene España con 6.379.100 millones de toneladas en el año 2013, seguida de Italia con 2.744.779 millones de toneladas en el año 2013 (FAOSTAT, 2013).

En España la comunidad autónoma de Andalucía se sitúa como la segunda región española en superficie de cítricos, por delante de Murcia y por detrás de Valencia. Las principales provincias productoras son Sevilla (35%), Huelva (24%), Córdoba (14%) y Almería (13%) con una producción en la campaña 2014/2015 de más de 1.900.000 toneladas (Junta de Andalucía, 2015).

3.1. Composición química y valor nutritivo de la pulpa de naranja

La pulpa de naranja se puede clasificar como un subproducto de volumen de contenido medio en fibra y bajo en proteína (también concentrado energético si se deseca). Estos subproductos presentan una digestibilidad elevada. En este grupo se

encuentran los subproductos derivados de la industria del zumo y hortalizas, que son piel de naranja húmeda, piel de naranja seca y los subproductos derivados de la industria de frutas y hortalizas, flores y ornamentales como son los residuos de fresa, destríos de fresa, hojas, pulpa y semillas de fresa (Aguilera,1989).

Según La Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), la composición química de la pulpa de cítricos depende de su origen (naranja, limón, etc.). En general, tiene un contenido bajo en proteína bruta (7-9% sobre materia seca) y en extracto etéreo (3-4% sobre materia seca). El contenido en hidratos de carbono estructurales es de un 20-25% de FND y un 18-20% de FAD, sobre materia seca, siendo esta fibra poco efectiva (33%) para el rumiante. El contenido en lignina es del orden del 3% y el de cenizas de un 6-8%, sobre materia seca. Este contenido en cenizas varía en función de la cantidad de neutralizante (hidróxido de calcio) usado para neutralizar el pH. La pulpa de cítricos tiene un elevado contenido en carbohidratos solubles (20%) y en pectinas (30%). La palatabilidad de la pulpa de cítricos es buena, tiene una digestibilidad elevada (MOD del 85%) y un valor energético similar al de la cebada (2,67 Mcal de Energía Metabolizable 3x/kg). Su fermentación ruminal es típicamente acética. Entre las características de la proteína de la pulpa de cítricos cabe destacar su elevada solubilidad (35-40%), una degradabilidad efectiva del orden del 65% y una velocidad de degradación del 6 %/h. La digestibilidad intestinal de la proteína que escapa de la degradación ruminal es del orden del 85%.

4. El queso

El queso es un alimento de amplio consumo a nivel mundial, cuyas características nutritivas, funcionales, texturales y sensoriales difieren entre cada tipo. Se estima más de 2000 variedades de queso (Gunasekaran y Ak, 2003), entre madurados, semi-madurados y frescos. En España se producen más de 150 variedades distintas de queso y hay 32 Denominaciones de Origen. Puede parecer poco si se compara con Francia, primera potencia quesera del mundo con unos 360 tipos de quesos diferentes, pero en España tenemos quesos que son distintos, debido a su diversa orografía y climatología, y sobre todo por disponer de más variedad de razas autóctonas, tanto en vacuno, como en ovino y caprino.

El queso es uno de los productos lácteos de consumo más elevado en el mundo y es fuente de nutrientes esenciales, incluyendo proteínas, aminoácidos, péptidos, lípidos,

minerales y vitaminas liposolubles; además de las características nutritivas posee características funcionales, texturales y sensoriales que difieren entre cada tipo. Se estima más de 2000 variedades de queso (Gunasekaran y Ak, 2003), entre madurados, semi-madurados y frescos. Se ha evidenciado, además, la presencia de 2 tripéptidos bioactivos: valina-prolina-prolina e isoleucina-prolina-prolina, ácido linoleico conjugado, así como esfingolípidos, una alta concentración de calcio y compuestos polifenólicos como ingredientes específicos que contribuyen a la nutrición y salud humana. El valor nutritivo de este alimento está ligado a las características de la leche y a sus condiciones de elaboración (Walther et al., 2008; Jerónimo y Malcata, 2016). Actualmente, el proceso de elaboración del queso está muy desarrollado desde el punto de vista de la biotecnología alimentaria y su producción se ha incrementado en el mundo occidental de 15 a más de 18 toneladas métricas entre los años 2005-2014 (FAO, 2014). En relación al queso de cabra, en el año 2013 la producción en España de leche de cabra alcanzó los 472.000 millones de litros. La mayor parte fue transformada en queso, de leche pura, representando un 6,8 % del total de la producción quesera en ese año (MAGRAMA, 2015). Andalucía es la principal productora de leche de cabra (2500 L/d), procedente de razas autóctonas. Esta producción se transforma principalmente en queso tradicional en queserías artesanales o industriales, usando leche cruda o pasteurizada (De la Haba, 2016).

4.1. Definición de queso

De acuerdo con el Codex alimentario de la FAO/OMS (2008), el queso es un producto sólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero (Scott et al., 1998)

5. Coagulantes

Por definición coagulante de leche son preparaciones de proteinasas de origen animal, vegetal o microbiano capaces de provocar la desestabilización de la micela de caseína con formación de un gel lácteo en las condiciones habituales de elaboración del queso y cuajo se define como el producto obtenido exclusivamente por extracción de los cuajares de rumiantes cuyo componente activo está constituido por quimosina pura o en mezcla con pepsina de rumiantes (Perez, 1996).

Desde hace aproximadamente 8.000 años se tienen datos acerca del empleo de enzimas en la industria láctea, principalmente en la fabricación del queso (Fox, 1993). Aunque son varias las proteasas que pueden producir la coagulación de la leche, algunas de ellas son poco específicas y demasiado proteolíticas pudiendo originar una reducción en el rendimiento quesero y en la calidad final del queso por proteólisis excesivas o atípicas que dan lugar a problemas de textura o de sabor.

5.1.El cuajo

El “cuajo”, según la organización International Dairy Federation (IDF 110:2012), es un extracto del abomaso de rumiantes. El nombre de cuajo debe ser reservado para los enzimas preparados de estómagos de rumiantes, y los otros enzimas que originan la coagulación de la leche se denominen “Coagulantes”.

Se distinguen tres tipos de cuajo: cuajo de origen animal, coagulante de origen vegetal y coagulante de origen microbiano, aunque los más utilizados son el cuajo y el coagulante vegetal (Renobales, 2007).

a) Cuajo animal

El cuajo animal o renina ha sido usado tradicionalmente para producir la coagulación de la leche (cuajo de ternero, de cordero y de cerdo). Se trata de un conjunto de endopeptidasas que componen los fermentos gástricos de los mamíferos lactantes. La responsable de hidrolizar específicamente en enlace Phe105-Met106 de la caseína bovina (Abellán, 2010).

Aunque hay diferencias entre las quimosinas de las diferentes especies mencionadas, estas se caracterizan por ser peptidasas gástricas neonatales con poca actividad proteolítica y alta actividad coagulante de la leche. Debido a la escasez de esta enzima debido a que su obtención implica el sacrificio de los terneros lactantes y por ende una disminución del pie de cría bovino lo que implica el incremento del costo de estas sustancias, se han buscado alternativas para llevar a cabo la coagulación de la leche (Osorio et al., 2008).

b) Coagulante vegetal

Un coagulante vegetal es aquel producto de origen vegetal cuyo componente activo presenta actividad coagulante que pueda producir la desestabilización de las micelas de caseína y la formación del gel láctico que madura y da lugar al queso final. Los quesos elaborados con coagulantes de origen vegetal presentan aromas, sabores y texturas novedosas, totalmente diferentes a los elaborados en las mismas condiciones

con coagulantes de origen animal o microbiano. (Roseiro *et al.*, 2003; Ordiales, 2012; Robinson y col., 1998)

Los coagulantes vegetales que mayor éxito han tenido durante muchos siglos hasta la actualidad son los provenientes de las flores secas *C. cardunculus*, para elaborar quesos tradicionales por ejemplo en la Península Ibérica (Sousa y col., 2001) y otros países del área mediterránea, a partir de leche de oveja (Barbosa y col., 1976), como por ejemplo los quesos portugueses Serra da Estrela y Sherpa (Macedo y col., 1993; Vieira de Sá y Barbosa, 1972) o los quesos españoles Los Pedroches, La Serena y Torta del Casar, así como Los Ibores (a partir de leche de cabra) y el queso de Flor de Guía (a partir de una mezcla de leche de vaca y oveja) (Fernández – Salguero y col., 1991). Los quesos obtenidos con los extractos de las flores son altamente apreciados. Debido a la alta calidad de estos quesos, existe una demanda creciente de este tipo de proteínas coagulantes (Heimgartner y col., 1990). Las flores de *C. cardunculus* son económicamente importantes en Portugal y España, debido a su tradicional uso en la elaboración de quesos de oveja altamente apreciados (Duarte y col., 2006).

El interés por los coagulantes vegetales está creciendo, debido a que el uso de los coagulantes animales puede estar limitado por su alto precio, por razones religiosas (Judaísmo, Islam), la dieta (vegetarianos), o consumidores que rechazan los alimentos genéticamente modificados (alemanes, holandeses y franceses prohíben el uso de cuajo animal modificado genéticamente (quimosina) (Egito y col., 2007).

La mayoría de los sustitutos del cuajo animal son más proteolíticos y menos activos en cuanto a su actividad coagulante. Es bien conocido que estos aspectos no solo disminuyen el rendimiento del queso y la retención de proteína y grasa por la cuajada, sino que también afectan a la maduración del producto y a algunas características sensoriales (Campos y col., 1990).

II. ANTECEDENTES

Uso de subproductos en la alimentación animal

Al no haber trabajos anteriores que estudien la inclusión de subproductos de pulpa de naranja en la alimentación de cabras sobre la calidad de queso de cabra (perfil de ácidos grasos) vamos a ver estudios donde se utilizaron otros subproductos.

Khalid, (2014) estudio el efecto de la suplementación con plantas aromáticas en leche y queso de cabra de la raza Murciano-Granadina. Observo una disminución de la concentración de Los ácidos grasos C10 Y C14, sin embargo aumento el porcentaje de C17, C18:2 y ácidos grasos poliinsaturados después de suplementar a los animales con 20% de subproductos de romero. Mientras que la suplementación con el 10% de este subproducto disminuyo el porcentaje de C14 y aumento el contenido de C18:2 y el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en leche.

Otros estudios de la industria de extracción de aceites que pueden ser utilizados como fuentes de nutrientes y para reemplazar los granos de las dietas de muchos animales es el caso de semillas de lino. Nudda et al. (2006) estudian el efecto de la administración del pastel de semilla de lino como suplemento en la dieta de cabras para valorar el efecto en las concentraciones de ácido linoleico conjugado (CLA) y ácido vaccénico (AV) en la grasa de leche. El porcentaje de grasa y el rendimiento de leche no se modificó en las dietas suplementadas, pero la composición de ácidos grasos se modificó significativamente en aquellas leches procedentes de animales suplementados con torta de semilla de lino. La inclusión de estas tortas en la dieta no altero la concentración de ácidos grasos de C6:0 a C12:0, pero si modifiko de forma significativa las concentraciones del C14: y C16:0 con una disminución de sus concentraciones en la grasa de leche procedente de cabras suplementadas con la torta de lino y se acompaña un incremento en las concentraciones del ácido vaccénico y cis-9, trans-11 CLA y C18:3 n-

Jozwik et al. (2010) demostraron modificaciones en el perfil de ácidos grasos en leche de cabra, cuando aplican la suplementación a la dieta de los animales con torta de semilla de lino, se incrementa significativamente el contenido MUFA (ácidos grasos de cadena mediana), disminuyendo el contenido de SFA (ácidos grasos de cadena corta) en la grasa de leche. Además, el contenido de CLA en dicha grasa se incrementa hasta 10

veces en relación con el control, acompañado con una disminución de los ácidos grasos saturados (C12-C16) hasta 2 veces.

Mughetti et al. (2012) incluyeron torta de semilla de lino en la dieta de ovejas para evaluar su efecto en las características fisicoquímicas, sensoriales u nutricionales del queso Pecorino, determinando que dicha suplementación afecta a la composición fisicoquímica del queso obtenido y el perfil de ácidos grasos (se observa que los quesos procedentes de leche suplementada contienen un alto porcentaje de ácidos grasos saturados en comparación con el queso control).

Allre et al. (2006) estudian el efecto de la suplementación con aceite de palma o pescado individualmente o en combinación con aceites de soja en el perfil de ácidos grasos, rendimiento quesero, calidad sensorial de leche y queso Cheddar determinado mediante un panel de jueces entrenados y no obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento quesero ni en composición físico química de la leche. Sin embargo, el contenido de los ácidos grasos cis-9 C18:2, trans-11 y trans C18:1 aumento en la leche procedente de animales cuya alimentación recibe una combinación de aceite de palma-aceite de pescado y aceites de soja, aunque no se observó modificación en el contenido de CLA de los quesos elaborados.

Efectos de los diferentes tipos de coagulantes sobre las características del queso

Picón et al., (1995) considera que los quesos fabricados con enzimas coagulantes de origen vegetal presentan características químicas, reológicas y sensoriales de mejor calidad, lo que hace que estos quesos sean más apetecibles para los consumidores.

Ballesta, (2014) evaluó la calidad del queso costeño, elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos. Logrando identificar nueve (9) ácidos grasos por CG y evidencio el predominio de los AGL de mayor peso molecular palmítico (C:16) y oleico (C:18), además que encontró niveles considerables de ácido linoleico (C:18:2) y linolénico (C:18:3) considerados beneficios para la salud.

Escolar, (2016) con el fin de conocer la producción de leche de la oveja Guirra, su composición y las características de su leche y quesos, concluyo que el queso de oveja Guirra, elaborado con leche cruda y coagulante vegetal, podría ser un producto diferenciado en el mercado, no solo por el perfil de ácidos grasos libres diferente de la

leche, sino por la mayor proteólisis observada debido al efecto del coagulante vegetal. En cuanto a la textura, tanto el análisis instrumental como el sensorial muestran una gran semejanza en los dos quesos. Igualmente, el olor y el sabor fueron similares. El grado de aceptación global por los catadores fue alto en ambos quesos. No obstante, tanto los catadores como los consumidores indican que el queso de cuajo animal es más aromático que el queso obtenido con coagulante vegetal.

Sanjuán y col. (2002) encontraron que los quesos elaborados con cuajo vegetal (*C. cardunculus*) contenían más grasa que los quesos elaborados con cuajo animal, ya que parece que el cuajo vegetal presenta una mayor capacidad para capturar componentes grasos en la cuajada. Este mayor contenido en grasa puede explicar la textura más fina y mayor untuosidad descritos para los quesos producidos con cuajo vegetal cuando fueron evaluados sensorialmente.

Agboola y col. (2009) compararon el efecto del cuajo vegetal respecto al cuajo animal en quesos elaborados a partir de leche de vaca y comprobó, en primer lugar, que los quesos elaborados con cuajo vegetal de cardo mostraron niveles de Nitrógeno soluble en agua más altos comparado con quesos elaborados con cuajo animal.

Otros autores evaluaron los porcentajes de ácidos grasos esterificados en quesos elaborados con cuajo vegetal y animal no encontrando diferencias significativas.

Sanjuán et al. (1995) en queso de Los Pedroches no se han detectado diferencias significativas ($p>0,05$) entre los porcentajes relativos de ácidos grasos esterificados en los lotes de quesos elaborados con cuajo animal y los obtenidos con coagulante vegetal. Tejada (2001) tampoco observó diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) respecto de la mayoría de los ácidos grasos esterificados considerados entre los lotes de quesos fabricados con coagulante vegetal fresco y los elaborados con coagulante vegetal liofilizado. Coincidiendo con Sanjuán (1992) en queso Los Pedroches, Guindeo et al. (1990) en queso Urbasa y Poveda (2001) en queso Manchego, el tiempo de maduración no afectó significativamente ($p>0,05$) a los contenidos de los ácidos grasos esterificados.

En queso de Los Pedroches Sanjuán (1992) y Tejada (2001) tampoco detectaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre las relaciones de AGE de los quesos elaborados con cuajo animal y los elaborados con coagulante vegetal. Además este último autor tampoco observó diferencias significativas ($p>0,05$) en las relaciones entre AGE de

lotes de quesos elaborados con coagulante vegetal fresco y los obtenidos mediante coagulante vegetal liofilizado.

Prados, (2005). Estudio el efecto del empleo de un coagulante vegetal procedente del cardo *Cynara cardunculus*, en forma liofilizada y obtenido mediante ingeniería genética, y cuajo animal comercial sobre las características de un queso artesanal tipo Manchego elaborado con leche cruda de oveja. No encontrando diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los porcentajes de ácidos grasos esterificados elaborados con cuajo animal y los elaborados con cipsosina recombinante, ni entre los porcentajes de AGE a los seis periodos de maduración considerados.

Evaluaron el análisis sensorial respecto al olor.

Fernández-García et al. (2004) en queso Zamorano, detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las puntuaciones de olor según la estación del año de elaboración, obteniendo las mayores puntuaciones de olor para los quesos fabricados en primavera e invierno respecto de los producidos en otoño y verano.

Prados, S. (2005) en un estudio de las características bioquímicas, físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de queso tipo manchego elaborados con diversos tipos de coagulante encontró que los lotes de quesos elaborados con coagulante vegetal liofilizado presentaron mayores puntuaciones para los atributos de intensidad olor, olor ácido y olor picante que los lotes de queso coagulados con cuajo animal, aunque no encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Este fenómeno se atribuye a la mayor actividad proteolítica de las cipsosinas del cardo.

Chen *et al.* (2003) en queso Pecorino, Sanjuán (1992), Tejada (2001), Carmona *et al.* (1999) y Vioque (2002) en queso de Los Pedroches observaron una mayor intensidad del olor de los quesos elaborados con coagulante vegetal con respecto a los fabricados con cuajo animal. Tejada (2001) tampoco no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los atributos olfativos de los quesos elaborados con coagulante vegetal fresco con respecto de quesos elaborados con coagulante vegetal liofilizado.

Evaluación de las percepciones visuales

Prados, (2005) en queso tipo Manchego concluyo que los quesos elaborados con coagulante vegetal liofilizado obtuvieron puntuaciones superiores para el atributo de intensidad de color con respecto a los obtenidos con cuajo animal. Es así que Rohm y Jaros (1997) y Tejada (2001) encontraron una relación directa entre el color y la proteólisis, lo cual podría explicar la coloración más intensa detectada en los lotes de queso elaborados con coagulante vegetal, dada la mayor actividad proteolítica de la cipsosina del cardo frente a la quimosina animal.

Evaluación de las percepciones gustativas

Prados, (2005) en queso tipo Manchego determino que el tipo de coagulante no influyó significativamente ($p>0,05$) en las puntuaciones de los parámetros sabor picante y sabor salado de los quesos estudiados. Además, observo que con el empleo del coagulante vegetal liofilizado se alcanza en un período de maduración más corto las características sensoriales típicas de los quesos, por una aceleración de la proteólisis. Sanjuán (1992), Vioque (2002) y Tejada y Fernández-Salguero (2003) en queso de Los Pedroches, Núñez *et al.*, (1991b) en queso de La Serena, Picón *et al.* (1996, 1997) en queso Manchego y Freitas y Malcata (1998b) en queso Picante también detectaron una mayor intensidad de sabor en los quesos elaborados con coagulante vegetal con respecto a los elaborados con cuajo animal.

Tejada (2001) observó además mayores puntuaciones para los atributos sabor ácido y sabor salado de lotes de quesos elaborados con coagulante vegetal fresco y liofilizado con respecto a los obtenidos con cuajo animal, sin establecer diferencias significativas ($p>0,05$) entre ambos tipos de presentaciones del coagulante vegetal ensayado. En queso de Los Pedroches, Tejada (2001) observó puntuaciones respecto al atributo sabor amargo ligeramente superiores en quesos elaborados con coagulante vegetal fresco y liofilizado con respecto a los elaborados con cuajo animal. Por otra parte, Sanjuán (1992) en queso de Los Pedroches, Picón *et al.* (1996) en queso Manchego y Chen *et al.* (2003) en queso Pecorino no detectaron diferencias entre el sabor amargo de los quesos elaborados con cuajo animal con respecto a los obtenidos con coagulante vegetal.

III. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto ha sido elaborado gracias a un convenio específico de colaboración entre la Exma. Diputación Provincial de Huelva y la Universidad de Huelva. En este convenio también han participado la Universidad de Sevilla y la Estación Experimental del CSIC- Granada, con fecha de inicio: 25/04/2013 y finalización el 31/12/2016.

La nutrición animal tiene un papel determinante en la calidad de los subproductos derivados, al mismo tiempo que los costes de la alimentación ejercen un efecto marcado (la alimentación en el ganadero lácteo representa entre el 50 al 90% del coste total de la leche producida en la Unión Europea) en la tasa total de la producción (Morand-Fehr et al., 2007; Abbeddou *et al.*, 2011). Además, existen recomendaciones de emplear subproductos agroindustriales en las zonas donde los forrajes naturales son insuficientes (Martínez *et al.*, 1982; Gasa *et al.*, 1991).

Es así como en los últimos años el uso de los subproductos de cítricos en la alimentación animal se aplicó como una estrategia para reducir los costes de alimentación y también para hacer frente al reciclado de materiales de desecho, con coste de eliminación elevado (Bampidis y Robinson, 2006). Así como también para hacer frente a la producción mundial de piensos ya que en la mayoría de los países en desarrollo ya hay una escasez notable, como por ejemplo Bangladesh se enfrenta a un déficit de 49,4% y 81,9% para forrajes y concentrados (Sultana et al., 2014), mientras que en Pakistán la escasez es del 43,9 %, 49,7% y 44,2 % de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y nutrientes digestibles totales (TDN) respectivamente (Habib, 2008). En China y en la India también se registraron déficits en diferentes alimentos para ganado como se recogen diferentes autores (Jie Chen, 2012), (Ravi Kiran et al., 2012). Mientras que los precios mundiales de ingredientes como el maíz, el trigo, la harina de pescado y la harina de soja están subiendo en un 160, 118, 186 y 108 %, respectivamente, la última década, mientras que la carne de ave, cerdo y cordero solo ha subido un 59, 32 y -37% (Index Mundi, 2013).

Por otro lado, el interés por los coagulantes vegetales está creciendo, debido a que el uso de los coagulantes animales puede estar limitado por su alto precio, por razones religiosas (Judaísmo, Islam), la dieta (vegetarianos), o consumidores que

rechazan los alimentos genéticamente modificados (alemanes, holandeses y franceses prohíben el uso de cuajo animal modificado genéticamente (quimosina) (Egito y col., 2007).

Además, que los quesos elaborados con coagulantes de origen vegetal presentan aromas, sabores y texturas novedosas, totalmente diferentes a los elaborados en las mismas condiciones con coagulantes de origen animal o microbiano (Robinson y col., 1998).

Hay una gran escasez de estudios sobre la utilización de la pulpa de naranja en dietas para caprino y, menos aún, que estudien su efecto sobre el perfil de ácidos grasos en queso de cabras de la raza Payoya.

IV. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

La utilización de pellets de pulpa de naranja en sustitución de cereales en la dieta de cabras se podría utilizar sin que afecte a la calidad de quesos de cabra, concretamente sobre el perfil de ácidos grasos de queso.

OBJETIVOS

- **Objetivo general:**

El trabajo tiene por objetivo estudiar el efecto de las dietas que contienen pellets de pulpa de naranja procedente de la industria de zumo, sobre la calidad del queso de cabra, concretamente sobre el contenido de ácidos grasos en queso.

- **Objetivos específicos.**

1. Estudio del efecto de la incorporación de pellets de pulpa de naranja en los porcentajes de 0%, 40% y 80% en sustitución de cereales de dietas de cabras, sobre el perfil de ácidos grasos en queso.
2. Estudiar la utilización de dos tipos de cuajo (vegetal y animal), sobre el perfil de ácidos grasos del queso.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y dietas

Para la realización de este trabajo se utilizaron 44 cabras de raza Payoya, todas de primer parto, a lo largo de la lactación, procedentes del rebaño experimental de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva. El manejo de los animales y los procedimientos experimentales se llevaron a cabo por personal cualificado, siguiendo las instrucciones del Real Decreto 53/2013, relativo a la protección de los animales destinados a fines experimentales, en la línea con las directrices marcadas en la Convención Europea para la Protección de los Animales Vertebrados usados en Experimentación y otros Propósitos de Interés Científico (Directiva Europea 2010/63/UE).

Las cabras, se dividieron en tres lotes de trabajo de acuerdo a su sistema de alimentación, en función del porcentaje de sustitución de los cereales del concentrado recibido por pellets de pulpa de naranja (figura 9):

LOTE 0% (n=13): grupo de cabras control con alimentación convencional y sin aporte ninguno de pellets de pulpa de naranja.

LOTE 40% (n=17): cabras con un 40% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.

LOTE 80% (n=14): cabras con un 80% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.



Figura 11. Imagen macroscópica de la presentación de los tres piensos facilitados a las madres de la raza Payoya en este estudio. Autor Muller, 2016.

Los tres lotes de cabras comenzaron a recibir su dieta correspondiente durante el último tercio de la gestación, ajustando la cantidad a sus necesidades nutritivas. Estas dietas (igual composición de ingredientes) se comienzan a dar en la fecha media de inicio de lactación, pero ajustando la cantidad ingerida a sus necesidades nutritivas en este momento (se comenzó a incrementar progresivamente la cantidad de pienso de manera que a los 51 días ya consumen el total de la dieta suministrada durante esta fase). Estas dietas se mantuvieron hasta el final de la lactación, pero se comienza a reducir progresivamente la cantidad de pienso a partir de los 3,5 meses y hasta el final de la lactación.

Los porcentajes de ingredientes, así como el aporte nutricional de las raciones facilitadas a las madres durante el periodo de lactación, a cada uno de los lotes del estudio se detallan en las tablas 4 y 5. Justo después del parto las cabras consumían 0,4 kg de heno de alfalfa y 1 kg de concentrado. Este concentrado se fue aumentando progresivamente (conforme se iba aumentando la capacidad de ingestión) hasta recibir el total que se especifica en la tabla 5.

Tabla 4. Características de las dietas suministradas a las madres de raza Payoya durante el estudio.

Ingredientes	Lote 0%¹		Lote 40%¹		Lote 80%¹	
	g/ animal/ día	Ing.² (%)	g/ animal/ día	Ing. (%)	g/ animal/ día	Ing. (%)
Heno de alfalfa	400	17,44	400	17,53	400	17,64
Pellet naranja	0	0	455	24,6	904	49,2
Avena	507	27,2	302	16,3	99	5,4
Cebada cervecera	196	10,5	117	6,3	38	2,1
Maíz nacional	444	23,8	265	14,3	88	4,8
Harina de soja 44%	168	9	233	12,6	294	16
Pellets girasol 28%	295	15,8	285	15,4	312	17
Guisantes grano	236	12,7	185	10	92	5
Sal	9	0,5	9	0,5	9	0,5
Manteca estabilizada	9	0,5	0	0	0	0
Nutral cabras LD³	30	1,3	30	1,3	30	1,3
Total dieta	2.294		2.282		2.267	
Cereales⁴	1.146	61,5	683	36,9	226	12,3

¹ LOTE 0%: grupo de cabras control con alimentación convencional y sin aporte ninguno de pellets de pulpa de naranja. LOTE 40%: cabras con un 40% de sustitución de los cereales por

pellets de naranja en la dieta. LOTE 80%: cabras con un 80% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.

²Ing: Ingrediente

³ Neutral cabras LD: núcleo minero-vitamínico

⁴Cereales: avena + cebada cervecera + maíz

Como se observa en la tabla 5, los tres tipos de dietas suministradas a las cabras fueron isoenergéticas e isoproteicas. El pellet de naranja suministrado en la ración presentó la siguiente composición química: 89,68% de MS, 6,91 % cenizas, 5,85% PB, 1,36% GB, 18,35 FND, 16,92 % FAD y 7,62 % de LAD.

Tabla 5. Aporte nutricional de las distintas dietas suministradas a cada lote de cabras del estudio.

Nutrientes	Unidad Medida	Lote 0%¹	Lote 40%¹	Lote 80%¹
Materia seca	%	87,17	87,66	88,22
Humedad	%	12,82	12,34	11,77
Energía Neta leche	Mcal/kg	1,54	1,55	1,56
Unidad Forrajera	UFL/kg	0,98	0,98	0,97
Leche				
Proteína Bruta (PB)	%	18,64	18,46	18,26
% Solubilidad PB	% PB	35,02	31,94	28,13
Fibra Bruta	%	13,93	15,11	16,62
Almidón	%	33,79	21,83	9,08
Azúcar + almidón	%	37,10	29,52	21,07
Grasa bruta	%	3,72	2,66	2,08
Calcio	%	0,63	0,97	1,32
Fósforo	%	0,55	0,50	0,47
Cenizas	%	6,48	7,50	8,54
PDIE²	%	10,45	11,01	11,48
PDIN³	%	12,60	12,82	13,00
Cloruro sódico	%	0,72	0,71	0,71

¹ LOTE 0%: grupo de cabras control con alimentación convencional y sin aporte ninguno de pellets de pulpa de naranja. LOTE 40%: cabras con un 40% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta. LOTE 80%: cabras con un 80% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.

²PDIE: Proteína digestible en el intestino con déficit de energía; PDIN: Proteína digestible en el intestino con déficit de nitrógeno.

Para facilitar el manejo y la identificación de los animales, los diferentes lotes fueron identificados, con collares de distintos colores: rojo, verde y naranja para los lotes 0, 40 y 80, respectivamente, en los que aparecía también la identificación individual (Figura 10).



Figura 12. Detalle de la identificación del rebaño mediante collares de colores. Rojo: lote control; verde: lote 40; naranja: lote 80. Autor: Muller, 2016.

Diseño experimental

Se aplicó el Diseño Completamente Aleatorio con dos factores (DCA) con arreglo factorial A x B, donde el Factor A es el tipo de dieta, con 3 niveles (A1, A2 y A3: queso procedente de las cabras pertenecientes a los lotes 0%, 40% y 80%, respectivamente) y el Factor B es el tipo de cuajo utilizado en la fabricación del queso, con 2 niveles (B1, cuajo vegetal y B2, cuajo animal), resultando 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno (cuadro 1).

Cuadro 1. tratamientos en estudio

Tratamientos	Combinación de tratamientos
T1	A1B1: Lote 0% ¹ + cuajo vegetal
T2	A1B2: Lote 0% + cuajo animal (cabrito)
T3	A2B1: Lote 40% + cuajo vegetal
T4	A2B2: Lote 40% + cuajo animal (cabrito)
T5	A3B1: Lote 80% + cuajo vegetal
T6	A3B2: Lote 80% +cuajo animal(cabrito)

¹ LOTE 0%: queso procedente del grupo de cabras control con alimentación convencional y sin aporte ninguno de pellets de pulpa de naranja. LOTE 40%: queso procedente de cabras con un 40% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta. LOTE 80%: queso procedente de cabras con un 80% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.

Recogida de leche para la elaboración del queso

Se recogió el total de la leche producida en un ordeño de cada uno de los tres lotes de cabras, descritos anteriormente, por separado en tres cántaras, previamente identificadas. Después de recogida la leche de cada lote de cabras en las cántaras, se tomó una muestra, en botes de plástico de unos 60 ml, de cada una de estas cántaras, a continuación, se añadió azidiol. Las muestras de leche fueron conservadas a -20°C hasta su posterior análisis. En el momento de la recogida de la leche para la realización del queso con cuajo vegetal las cabras estaban en el día 175,77 de media y en el momento de la recogida de la leche para la realización del queso con cuajo animal las cabras se encontraban en el día 182,77 de media (una semana más que las anteriores).

Después de recogida la leche en las cántaras, estas fueron transportadas inmediatamente desde la sala de ordeño de las instalaciones de la Universidad de Huelva) a la Fábrica de queso (Quesos Doñana, S.L:) situada en Bonares (Huelva).

Elaboración del queso

En total se elaboraron 18 quesos (3 repeticiones para cada tratamiento), teniendo en cuenta el tipo de cuajo utilizado en su fabricación (cuajo animal de cabrito) y cuajo vegetal (de *Cynara cardunculus*) y la dieta de las cabras, en función del porcentaje de sustitución de los cereales de la dieta por pellets de pulpa de naranja (ver cuadro 5).

Los quesos fueron elaborados a partir de leche cruda de cabra Payoya, procurando idénticas condiciones para cada tipo de cuajo a utilizar.

La leche de cabra depositada en cada cuba de acuerdo al tipo cuajo utilizado y la dieta de las cabras, se calentó hasta los 32 °C (temperatura óptima para la acción de las enzimas coagulantes). Acto seguido se adicionó el cuajo vegetal a razón de 0,25 ml/l de leche para los tratamientos T1, T3 y T5 y el cuajo animal a razón de 0,50 ml/l) para los tratamientos T2, T4 y T6. Los tiempos medios de coagulación fueron 60 minutos tanto para el queso con cuajo vegetal como para el queso con cuajo animal. Tras la coagulación se procedió al corte o rotura en granos de la cuajada con una lira de alambres paralelos hasta obtener granos de tamaño de una “avellana”. Después se

procedió a un recalentamiento a 34 °C y agitación, para iniciar la fase de desuerado, durante 35 minutos, aproximadamente.

A continuación, el contenido de la cuba se pasó a una mesa donde se procedió al moldeo de la cuajada en moldes “tipo burgo” y se realizó el prensado poniendo un molde sobre el otro y con la ayuda de una prensa hidráulica para completar el desuerado.

Una vez elaborados los quesos se pasaron a una salmuera (concentración de ClNa del 16 % y un pH de 5,20 y 5,15, para los quesos elaborados con cuajo vegetal y animal, respectivamente) durante 30 minutos y a continuación se almacenaron en un cámara de oreado a 12 °C y 80 % de humedad relativa durante 72 horas.

A continuación, los quesos se maduraron en una cámara climática ASL.B-3-400 (67 y 60 días, desde el inicio del proceso de elaboración, para los quesos fabricados con cuajo vegetal y animal) y en condiciones controladas, a una temperatura de 11 °C y una humedad relativa de 85 %.

Los quesos fueron trasladados al Laboratorio de Calidad de Productos de la Universidad de Huelva y se procedió a su congelación a -20 °C. Posteriormente, los quesos congelados fueron trasladados al laboratorio de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla hasta su utilización para posteriores análisis

Liofilización

Se liofilizó las muestras de leche y queso, para el caso del queso se procedió a sacar la corteza. Una vez identificados los botes, se procedió a sacar el queso del congelador y dejarlo a temperatura ambiente durante 20 horas aproximadamente, una vez descongelado el queso se separó la corteza y se pesó 5 g de una alícuota de queso y se congeló para después realizar el respectivo proceso de liofilización.

Las muestras de leche y queso obtenidas fueron liofilizadas (protocolo anexo 1), previamente a la cromatografía (determinación ácidos grasos) en el laboratorio de

Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla.

Fundamento: La liofilización es un proceso de desecación que consiste en eliminar el agua por congelación del producto húmedo y posterior sublimación del hielo en condiciones de vacío. Al suministrar calor el hielo sublima y se evita el paso por la fase líquida. De esta forma se consigue separar el agua del queso y obtener un producto que conserva sus mismas características nutritivas y organolépticas.

Determinación del perfil de Ácidos Grasos

El perfil de ácidos grasos de las muestras (leche y queso) se determinó mediante cromatografía de gases. Para la separación, determinación y cuantificación de los ácidos grasos presentes en la muestra de leche y queso, se procedió obteniéndose los ésteres metílicos de los mismos. El método usado es el propuesto por Sukhija y Palmquist (1988) para muestras de pienso adaptado para muestras de leche y queso liofilizadas.

Se pesa en un tubo falcón una alícuota de queso liofilizado en cantidad suficiente para que contenga, aproximadamente, 50mg de grasa y se somete a un proceso de extracción y transesterificación con 1ml de hexano y 3ml de metanol:acetil cloruro (10:1), según la metodología propuesta por Sukhija y Palmquist, 1988, y revisado por Juárez *et al.*, 2008. El método ha sido previamente descrito por Delgado Pertíñez *et al.*, 2013. Previamente se añade 1ml de estándar interno, ácido nonaenoico (C9:0), con una concentración de 4mg/ml. La muestra se mantiene en el baño a 70°C durante 1 hora y posteriormente se adiciona 2ml de hexano y 4ml de carbonato potásico al 6% y se centrifuga a 3500rpm durante 10 minutos. A continuación, se traspasa la fase orgánica a un tubo previamente tarado y se le añade, aproximadamente 1 gramo de sulfato sódico anhidro y tras un breve reposo se vuelve a centrifugar a 3500rpm durante 10min. Finalmente, el sobrenadante se traspasa a un vial, para su posterior inyección en el cromatógrafo.

La separación y cuantificación de los ésteres metílicos de los AG se realizó con un cromatógrafo de gases Agilent 6890N Network GS (Agilent, Santa Clara, CA,

EE.UU.), equipado con un detector de ionización de llama y con una columna capilar HP-88 (100 m, 0,25 mm i.d., 0,2 µm de espesor de película). El éster metílico de ácido nonanoico (C9:0 ME, 4 mg/ml) fue usado como estándar interno. La extracción y la metilación directa se realizaron en un solo paso basado en el método publicado por Sukhija y Palmquist (1988), revisado por Juárez et al. (2008) con el fin de minimizar la isomeración y epimerización del CLA y descrito brevemente en el trabajo de Delgado-Pertíñez et al. (2013). Los AG fueron identificados mediante la comparación de sus tiempos de retención con los de una mezcla estándar de AG autenticada (Supelco® 37 Component FAME Mix; Sigma Chemical Co. Ltd., Poole, Reino Unido). La identificación de los isómeros de CLA fue realizada comparando los tiempos de retención con los de otra mezcla estándar autenticada (octadecadienoic acid, conjugated, methyl ester Sigma Prod. No. O5632 Sigma Chemical Co. Ltd., Poole, Reino Unido). La relación de los diferentes ácidos grasos se expresa como un porcentaje del total de ácidos grasos identificados agrupados de la siguiente manera: saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA), poliinsaturados (PUFA), n-3, n-6 y CLA total.

Análisis estadístico

Los parámetros de composición en AG del queso fueron analizados mediante un análisis ANOVA, usando el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico IBM SPSS para Windows (versión 24.0; IBM Corp., Armonk Nueva York USA), incluyendo como variables o factores fijos los tres tipos de dietas y los 2 tipos de cuajo empleados en la fabricación del queso. En caso de encontrar diferencias significativas entre medias en los factores con más de dos niveles, éstos fueron sometidos a la comparación múltiple de promedios mediante las pruebas HSD-Tukey.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de los ácidos grasos (AG) de queso de cabra Payoya en mg/g de muestra seca se presentan en la tabla 6 y 7, para el tipo de dieta y tipo de cuajo respectivamente.

Tabla 6 Contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según la dieta experimental.

Ácidos Grasos	Tipo de dieta (TD) ^a						EEM ^b (Queso)	significación ^c
	Control		40% Pulpa naranja		80% Pulpa naranja			
	Leche	Queso	Leche	Queso	Leche	Queso		
C4:0	15,26	17,02	11,20	17,10	10,59	16,92	0,748	ns
C6:0	19,03	25,30	15,38	21,86	13,20	21,40	1,055	ns
C8:0	16,40	22,14	13,4	18,91	11,21	19,56	0,957	ns
C10:0	78,38	89,83	60,40	79,48	57,07	86,43	5,015	ns
C11:0	0,95	1,08	0,66	0,98	0,64	1,23	0,064	ns
C12:0	39,43	48,39	30,93	43,59	31,33	53,33	2,826	ns
C13:0	0,83	0,87	0,70	0,94	0,66	0,97	0,058	ns
C14:0	73,30	88,10	58,14	78,22	59,36	82,75	4,925	ns
C14:1	2,55	2,49	2,01	1,96	1,77	2,29	0,190	ns
C15:0	5,15	5,53	3,67	4,70	3,06	5,89	0,310	ns
C15:1	0,81	1,43	0,68	1,42	0,86	1,78	0,100	ns
C16:0	233,34	250,24	169,98	227,20	166,49	236,60	13,94	ns
C16:1	7,68	11,37	6,94	10,83	6,10	11,95	0,676	ns
C17:0	2,46	3,69	2,22	3,64	2,25	3,32	0,221	ns
C17:1	2,42	1,93 ^b	1,78	2,33 ^{ab}	1,59	2,86 ^a	0,170	*
C18:0	60,45	62,07	49,03	53,74	47,99	57,82	3,671	ns
C18:1 <i>n-9 trans</i>	2,16	3,35	1,71	2,90	1,49	3,86	0,198	ns
Trans vaccénico	4,66	3,38	3,69	2,82	3,36	3,63	0,302	ns
C18:1 <i>n-9 cis</i> (oleico)	143,52	185,76	113,17	152,54	112,96	149,53	11,160	ns
C18:2 <i>n-6 trans</i>	4,37	3,99	3,49	3,57	3,24	3,89	0,293	ns
C18:2 <i>n-6 cis</i> (linoleico)	18,03	19,53	12,07	20,66	11,67	21,32	1,033	ns
C18:3 <i>n-3</i> (α -linolénico)	2,36	2,61	2,28	2,72	2,44	3,41	0,203	ns
C18:3 <i>n-6</i> (g-linolénico)	0,72	0,93	0,61	0,84	0,48	0,89	0,063	ns
CLA <i>cis-9, trans-11</i> (AR)	3,37	5,22	2,29	4,42	2,33	4,38	0,272	ns
CLA <i>trans-10, cis-12</i>	0,34	0,46	0,25	0,33	0,24	0,35	0,031	ns
C20:0	0,42	0,41	0,31	0,30	0,28	0,31	0,026	ns
C20:1 <i>n-9</i>	0,31	0,27	0,24	0,23	0,26	0,24	0,016	ns
C20:2	0,51	0,32	0,40	0,32	0,35	0,30	0,017	ns
C20:3 <i>n-3</i>	0,83	0,99	0,74	0,83	0,67	0,84	0,062	ns
C20:3 <i>n-6</i>	0,35	0,41	0,28	0,36	0,24	0,37	0,025	ns
C20:4 <i>n-6</i> (ARA)	3,89	4,22	3,93	4,14	4,68	4,80	0,270	ns

Tabla 6. (Continuación) contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según la dieta experimental.

C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,98	1,06	0,82	0,99	0,89	1,04	0,063	ns
C21	0,38	0,33	0,32	0,27	0,27	0,27	0,021	ns
C22	1,11	0,92	0,75	0,72	0,69	0,81	0,058	ns
C22:1 <i>n</i> -9	0,19	0,18	0,15	0,16	0,16	0,19	0,011	ns
C22:2	0,09	0,09	0,09	0,10	0,07	0,10	0,006	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	1,36	1,03	1,04	0,99	1,05	1,04	0,062	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	1,05	0,091	0,80	0,87	0,82	0,93	0,049	ns
C23:0	0,18	0,19	0,12	0,17	0,10	0,17	0,010	ns
C24:0	0,23	0,26	0,18	0,25	0,18	0,26	0,015	ns
C24:1	0,17	0,18	0,13	0,15	0,12	0,19	0,009	ns
SFA	547,30	616,37	417,39	552,07	405,36	588,04	33,153	ns
MUFA	164,47	210,34	130,51	175,37	128,77	176,52	12,095	ns
PUFA	38,26	41,75	29,09	41,14	29,18	43,68	2,255	ns
PUFA/SFA	0,07	0,06 ^b	0,07	0,07 ^a	0,07	0,07 ^a	0,001	***
CLA	3,72	5,67	2,54	4,75	2,53	4,73	0,299	ns
<i>n</i> -6	27,36	29,08	20,38	29,57	20,32	31,28	1,57	ns
<i>n</i> -3	6,58	6,59	5,69	6,40	5,87	7,27	4,420	ns
n6/n3	4,16	4,46 ^{ab}	3,58	4,62 ^a	3,46	4,37 ^b	0,073	*

a) Lote 0%: lote control con alimentación convencional y sin ningún porcentaje de inclusión de pellets en la dieta; Lote 40%: cabras con un 40 % de sustitución de los cereales de la dieta por pellets de naranja; Lote 80%: cabras con un 80% de sustitución de los cereales por pellets de naranja en la dieta.

b) Error estándar de la media.

c) * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ns: no significativo $p > 0.05$.

Tabla 7 contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según el tipo de cuajo e interacción entre el tipo de cuajo (TC) y el tipo de dieta (TD)

Ácidos Grasos	Tipo de Cuajo (TC) ^a		significación ^b	
	Animal	Vegetal	TC	TD X TC
C4:0	17,78	16,25	ns	ns
C6:0	23,57	22,13	ns	ns
C8:0	20,80	19,61	ns	ns
C10:0	93,17	77,33	ns	ns
C11:0	1,06	1,14	ns	ns
C12:0	51,14	45,73	ns	ns
C13:0	1,05	0,80	*	ns
C14:0	89,85	76,20	ns	ns
C14:1	2,73	1,76	**	ns
C15:0	5,63	5,12	ns	ns
C15:1	1,30	1,79	**	ns
C16:0	262,54	213,49	ns	ns
C16:1	10,01	12,73	ns	ns
C17:0	3,21	3,89	ns	ns
C17:1	2,65	2,10	ns	ns
C18:0	65,36	50,38	*	ns
C18:1 <i>n-9 trans</i>	3,04	3,71	ns	ns
Trans vaccénico	4,02	2,54	**	ns
C18:1 <i>n-9 cis</i> (oleic)	184,46	140,75	ns	ns
C18:2 <i>n-6 trans</i>	4,60	3,02	**	ns
C18:2 <i>n-6 cis</i> (linoleico)	21,09	19,93	ns	ns
C18:3 <i>n-3</i> (α -linolénico)	3,30	2,52	*	ns
C18:3 <i>n-6</i> (g-linolénico)	0,96	0,82	ns	ns
CLA <i>cis-9, trans-11</i> (AR)	4,83	4,51	ns	ns
CLA <i>trans-10, cis-12</i>	0,45	0,31	**	ns
C20:0	0,39	0,29	ns	ns
C20:1 <i>n-9</i>	0,28	0,22	ns	ns
C20:2	0,34	0,29	ns	ns
C20:3 <i>n-3</i>	0,99	0,78	ns	ns
C20:3 <i>n-6</i>	0,41	0,35	ns	ns
C20:4 <i>n-6</i> (ARA)	4,87	3,90	ns	ns
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	1,16	0,91	ns	ns

Tabla 7. (Continuación) contenido de ácidos grasos (en mg/g de muestra seca) de queso de cabra Payoya según el tipo de cuajo e interacción entre el tipo de cuajo (TC) y el tipo de dieta (TD)

C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,97	0,83	ns	ns
C23:0	0,20	0,15	*	ns
C24:0	0,27	0,24	ns	ns
C24:1	0,19	0,16	ns	ns
SFA	637,28	533,71	ns	ns
MUFA	208,87	165,95	ns	ns
PUFA	45,23	39,15	ns	ns
PUFA/SFA	0,071	0,073	*	*
CLA	5,28	4,82	ns	ns
<i>n</i> -6	31,93	28,03	ns	ns
<i>n</i> -3	7,58	5,93	ns	ns
n6/n3	4,24	4,72	***	ns

- a) Tipos de cuajo utilizados en la elaboración de queso: cuajo animal (cabrito) y cuajo vegetal.
 b) Error estándar de la media.
 c) * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ns: no significativo $p > 0.05$.

Composición de la leche respecto al queso

Si comparamos la composición de ácidos grasos de la leche con respecto al queso (tabla 6), aunque no se ha hecho un análisis estadístico, en general parece observarse un aumento en el contenido en el queso en comparación al de la leche. En el caso de AG agrupados, los AG saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y polinsaturados (PUFA) fueron superiores en el queso respecto a los ácidos grasos de la leche en 135, 46 y 10 mg/g respectivamente. Lo mismo paso con el ácido linoleico conjugado (CLA), siendo este superior en 2.12 mg/g en el queso respecto a la leche lo cual supone un perfil de ácidos grasos más saludable. No obstante, y aunque hay trabajos que no encuentran diferencias en la composición de los AG entre la leche de partida y el queso (Valdivielso et al., 2015; Valdivielso et al., 2016). Estos cambios se podrían deber a los procesos de lipólisis que suceden durante la maduración tal como indica Luna et al, (2005). Estrada et al, (2013) también indica que la lipólisis que tiene lugar durante la maduración del queso, los triglicéridos, principalmente lípidos de la leche, son hidrolizados por enzimas lipolíticas (lipasas y esterases). Estas enzimas responsables de la lipólisis pueden provenir de diferentes fuentes como la leche, enzimas de la pasta del cuajo, enzimas microbianas procedentes de cultivos iniciadores, y lipasas añadidas, en el caso que se añadan a la fabricación (McSweeney y Sousa, 2000).

Por otro lado, haciendo un análisis respecto a los ácidos grasos individuales en leche como en queso encontramos que los ácidos saturados C10:0, C12:0, C14:0, y el C16:0 principalmente se encuentran en mayor proporción que el resto de ácidos grasos saturados.

Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados el ácido C18:1 *n-9 cis* (oleico) y C18:2 *n-6 cis* (linoleico) respectivamente son los que se encuentran en mayor proporción, destacando el ácido oleico.

Tal como se ha descrito anteriormente el ácido palmítico (C16:0) y oleico (C18:1n-9) fueron los ácidos grasos encontrados en mayor proporción. Esto coincide con lo reportado en la literatura, donde Sánchez (2004) en quesos frescos determino que estos ácidos grasos fueron determinantes en este tipo de producto. Gómez (2010). Chavarría et al., (2006) en otros estudios reportan valores altos para los ácidos grasos palmítico y oleico en grasa láctea.

Efecto del tipo de dieta

Con respecto al efecto de la dieta experimental en la composición de los AG (tabla 6), no se han encontrado diferencias significativas para todos los ácidos grasos excepto para el ácido graso C17:1, siendo este mayor en la dieta con 80% de pulpa de naranja, y no se encontró diferencia entre la dieta control y la dieta con 40% de pulpa de naranja. También se encontró diferencia significativa ($p < 0.001$) en la relación PUFA/SFA siendo esta superior en la dieta con 40 y 80% de pulpa de naranja, respecto a la dieta control. Asimismo, se observó diferencia ($p < 0.05$) en la relación n6/n3, siendo este índice mayor en la dieta con 40% de pulpa de naranja y control en relación a la dieta con 80%, aunque sin diferencias significativas entre la dieta control y la de 80%.

También debemos acotar que el ácido linolénico no presento diferencias significativas para el tipo de dieta, debemos destacar que este ácido es muy importante ya que es precursor de los ácidos grasos EPA (C20:5 n3), DPA (C22:5 n3) y DHA (C22:6 n3) a quienes se les atribuye propiedades antiteratogénicas, antitrombóticas, antiinflamatorias e inmunomoduladores (Lorgeril y Salem, 2004; Zamaria, 2004; Caballero et al., 2006).

Tampoco se observó diferencias significativas en la interacción tipo de dieta (TD) con el tipo de cuajo (TC) (tabla 7), excepto en el índice PUFA/SFA siendo este mayor en los quesos elaborados con cuajo animal que los elaborados con cuajo vegetal.

Debemos indicar que no hay estudios que valoren el efecto de los pellets de pulpa de naranja en la calidad de queso cabra (perfil de ácidos grasos) ni en otras especies.

Efecto del tipo de cuajo

Con respecto al perfil de ácidos grasos según el tipo de cuajo (tabla 7), no se han encontrado diferencias significativas en la mayoría de ácidos grasos, excepto para los ácidos grasos C13:0, C18:0, C23:0 y C18:3 n3 (a-linolénico) ($p < 0.05$), y los ácidos trans vaccénico, C14:1, C18:2 *n-6 trans* y CLA *trans-10 cis 12* ($p < 0.01$), los cuales fueron mayores en los queso elaborados con cuajo animal en comparación a los elaborados con

cuajo vegetal. Sin embargo, los ácidos C15:1 ($p < 0.01$) y la relación PUFA/SFA ($p < 0.05$) fue mayor en los quesos elaborados con cuajo vegetal. Además, los quesos elaborados con cuajo vegetal mostraron una ratio mayor de n6/n3 PUFA ($P < 0,001$) que los quesos elaborados con cuajo animal. Estos resultados coinciden con los reportados por Sanjuán et al. (1995) en queso de Los Pedroches no se han detectado diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los porcentajes relativos de ácidos grasos esterificados en los lotes de quesos elaborados con cuajo animal y los obtenidos con coagulante vegetal. Tejada (2001) tampoco observó diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) respecto de la mayoría de los ácidos grasos esterificados considerados entre los lotes de quesos fabricados con coagulante vegetal fresco y los elaborados con coagulante vegetal liofilizado. Prados, (2005) en otro estudio empleando coagulante vegetal procedente del cardo *Cynara cardunculus* en forma liofilizada y obtenido mediante ingeniería genética en la elaboración de queso artesanal tipo Manchego, tampoco encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) en el perfil de ácidos grasos esterificados de los quesos estudiados según el tipo de coagulante ensayado.

VII. CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados encontrados en este estudio podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La sustitución de pellets de pulpa de naranja por cereales de la dieta de cabras no afectó el contenido de ácidos grasos.
2. La utilización de dos tipos de cuajo (vegetal y animal) no afectó al perfil de la mayoría de los ácidos grasos de queso de cabra. No obstante, hay que destacar que:
 - ✓ Los ácidos grasos C13:0, C18:0, C23:0 y C18:3 *n-3* (α-linolénico) ($p < 0.05$), y los ácidos trans vaccénico, C14:1, C18:2 *n-6 trans* y CLA *trans-10 cis 12* ($p < 0.01$), fueron mayores en los queso elaborados con cuajo animal, sin embargo los ácidos C15:1 ($p < 0.01$), y la relación PUFA/SFA ($p < 0.05$) fue mayor en los quesos elaborados con cuajo vegetal. Además, los quesos elaborados con cuajo vegetal mostraron una ratio mayor de $n6/n3$ PUFA ($P < 0.001$) que los quesos elaborados con cuajo animal.
3. Las pocas diferencias significativas encontradas en el perfil de ácidos grasos en queso de cabra según los diferentes aportes de pellets de pulpa de naranja indicarían que se podría sustituir hasta un 80% de los cereales de la dieta de cabras.

VIII. 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(9):4657-68. doi: 10.3168/jds.2011-4154.

Abellán, A. (2010). Caracterización del queso de Murcia al Vino. Efecto de la utilización de diferentes coagulantes. Tesis doctoral. Universidad Católica San Antonio.

Aguilera, J., (1989). Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. *Revista Argentina de Producción Animal*. Volumen 9 (4), Páginas: 253-267

Allre, S., Dhiman, T., Brennand, C., Khanal, R., McMahan, D., Luchichi, N. (2006). Milk and cheese from cows fed calcium salts of palm and fish oil alone or in combination with soybean products, *Journal of Dairy Science*, 89: 234-284.

Almarcha, R. (2016). Estudio de subproductos para alimentación animal en la vega baja. Trabajo fin de master. Universidad Miguel Hernández de Elche. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2819/1/TFM%20Almarcha%20Agull%C3%B3%20Rafael.pdf>

Álvarez, J., (2016). Efecto del uso de subproductos de la industria del zumo de naranja sobre la calidad de la canal en cabritos lechales. Trabajo final de grado, E.T.S.I.A., Universidad de Sevilla.

Asociación de Criadores de Raza Payoya. www.payoya.com. Consultado mayo 2017.

Avilez, J., Vilches, C., Alonzo, M. (2009). Determinación de los niveles de ácido linoleico conjugado (alc) en alimentos lácteos en Chile. *Rev Chil Nutr*. 36(2):143-150. Disponible en: <http://www.scielo.cl> Consulta: mayo de 2017.

Barbosa, M., Vassal, L., Valles, E., y Mocquot, G. (1976). L'utilisation déxtrait de *Cynara cardunculus* L comme agent coagulant en fabrication de fromages á pate cuite. *Le Lait*, 54, 1-17.

Bravo, M., (2015). Caracterización de los subproductos utilizados en la alimentación animal, de las industrias agroalimentarias de Huelva. Trabajo final de grado, E.T.S.I., Universidad de Huelva.

Campos, R., Guerra, R., Aguiar, M., Ventura, O., y Camacho L. (1990). Chemical characterization of proteases extracted from wild thistle (*Cynara cardunculus*). *Food Chem*. 35, 89-97.

Casquet, O. (2005). La asociación de criadores de la raza caprina payoya. www.agroinformación.com.

Castel, J.M., Ruiz, F. A., Mena, Y., Sánchez-Rodríguez, M. (2010). Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Rumin. Res.*, 89 (2-3), 207-210.

Chavarría, J., Herrera, C., Lutz, G. (2006). Caracterización y determinación del potencial aterogénico de quesos producidos en Costa Rica. *Ciencia y Tecnología*. 24(1): 31-50.

Disponible en:
<http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2653/2604>
Consulta: mayo 2017.

De la vega, G. (2016). Calidad de la canal y de la carne de cabritos de las razas autóctonas Payoya y Blanca Andaluza en sistemas de pastoreo. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 250p.

Delgado-Pertíñez, M., Gutiérrez-Peña, R., Mena, Y., Fernández-Cabanás, V. M., Laberye, D. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Rumin. Res.* 2013, 114(1), 167-175.

Duarte, P., Figueiredo, R., Pereira, S. y Pissarra, J. (2006). Structural characterization of the stigma – style complex of *Cynara cardunculus* (Asteraceae) and immunolocalization of cardosins A and B during floral development. *Can. J. Bot.* 84: 737-749.

Egito, A., Girardet, J., Laguna, L., Poirson, C., Mollé, D., Miclo, L., Humbert, G., y Gaillard, J. (2007). Milk-clotting activity of enzyme extracts from sunflower and albizia seeds and hydrolysis of bovine κ -casein. *International Dairy Journal*, 17, 816-825.

Estrada, O., Molino, F., Joy, M., Ariño, A. y Juan T. (2013). Composición en ácidos grasos de la leche de oveja assaf y modificación en el perfil de ácidos grasos libres del queso de Teruel durante la maduración. *AIDA. XV Jornada sobre Producción Animal*.

FAO/OMS. (2008). Leche y productos lácteos. 2da edición. Norma general del codex para el queso. Codex stan 283-1978.

FAOSTAT. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. www.FAO.org. Consultado mayo de 2017

FAOSTAT. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. www.FAO.org. Consultado mayo de 2017.

FAOSTAT. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. www.FAO.org. Consultado mayo de 2017.

FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-c%C3%ADtricos. Consultado marzo 2017.

Fernández-García, E., Gaya, P., Medina, M., Núñez, M. (2004). Evolution of the volatile components of ewes' raw milk Zamorano cheese: seasonal variation. *Int. Dairy J.*, 14:701–711.

Fernández-Salguero, J., Sanjuán, E., y Montero, E. (1991). A preliminary study of the chemical composition of Guía cheese. *Journal of Food Composition and Analysis*, 4, 177-183.

- Fuentes, M. (2009). Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la modificación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Tesis doctoral. Barcelona-España. Universidad autónoma de Barcelona. Departamento de ciencia animal y alimentos. 203p. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5703/mcfa1de1.pdf;jsessionid=1B97C857CB26E79DA0CBA6500267D93E.tdx2?sequence=1> Consulta: mayo de 2017.
- García, C. (2017). Efecto de la utilización de subproductos de la industria de zumo de naranja en la composición química y atributos de la carne de cabra de raza Payoya. Universidad de Sevilla. 86p.
- Garzón, L. (2016). Efectos de la utilización de subproductos de la industria de zumo de naranja sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de cabra de raza Payoya. Universidad de Sevilla. 72p.
- Gómez, P. (2010). Efecto de la suplementación de la dieta ovina con distintas fuentes lipídicas sobre el perfil de ácidos grasos de la leche. Tesis doctoral. Madrid. España. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. 233p. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/11253/1/T32129.pdf> Consultado: junio de 2017.
- Gunasekaran, S. y Ak, M.M. 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press. Nueva York, EE.UU. 437 pp.
- Heimgartner, U., Pietrzak, M., Geertsen, R., Brodelius, P., Silva Figueredo, A., y Pais, M.S. (1990). Purification and partial characterization of milk clotting proteases from flowers of *Cynara cardunculus*. *Phytochemistry* 29, 1405-1410.
- Herrera, M., Peña, F., Rodero, E. y Molina, A. (2001) Sobre los orígenes de las razas caprinas españolas. *Rev. Peq. Rum.*, 2(1): 30-34.
- Horrocks, L.A. and Yeo, Y.K. (1999). Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacol Research* 40(3), 211-25.
- Index Mundi.(2013).Commodity Price Indices. www.indexmundi.com/commodity.
- Jie Chen. (2012). Aquatic feed industry under tension in world and China's grain supply and demand. *China Fisheries*, 6: 32-34.
- Jozwik, A., Strzalkowska, N., Bagnicca, E., Lagodzinski, Z., Pyzell, B., Chylinski, W., Czajkoska, A., Grzberk, W., Slomiewska, D., Krzyzewski, J., Olav Horbanczuk. J (2010) The effect feedinf linseed cake on milk yield and milk fatty acid prolife in goats. *Animal Science and Reports*, 28 (3): 245-251.
- Khanlid, B. (2014). Efecto de la suplementación con plantas aromáticas en leche y queso de cabra de la raza Murciano-Granadina. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- Luna, P., Fontecha, J., Juarez, M., de la Fuente, M. A. (2005). *Lipids*. 40 (5), 445-454.
- Luque, M. (2017). El futuro del sector caprino español. VIII Foro Nacional del Caprino. Carmona - Sevilla Disponible en: <https://www.cabrandalucia.com/app/download/13519739934/1.+MANUEL+LUQUE+El+futuro+del+sector+caprino+espa%C3%B1ol+2017.+FORO+CAPRINO.pdf?t=1495042674>

- Macedo, I. Q., Faro, C. J., y Pires, E. V. (1993). Specificity and kinetics of the milkclotting enzyme from Cardoon (*Cynara cardunculus*, L) toward bovine k-casein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41, 1537-1540.
- Magrama, (2015). Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/peligro-extincion/caprino/payoya/default.aspx>. Consultado junio de 2017.
- Martínez, A. y Medina, M., 1982. Contribución al estudio de los subproductos de la industria conservera de Murcia en la alimentación animal. *Arch. Zootec.*, 31: 155-169
- Martínez-Pascual, J. and Fernández-Carmona, J., (1980). Composition of citrus pulp. *Anim. Feed Science Technology*, 5: 1-10.
- McSweeney P. Sousa M. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Le Lait* 80, 293-324.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F. (1997). Indices of Cheddar cheese ripening, Proc. 5th Cheese Symp., Moorepark, Fermoy, Co. Cork. Ireland, pp. 73-89.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente - MAGRAMA (2015). Procedimiento para la declaración de un subproducto: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/procedimientoevaluacionsubproducto31072015_tcm7-390536.pdf
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y (2007). Influence of farming and feeding system on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68: 20-34.
- Mughetti, L., Sinesio, F., Acuti G., ANTONINI, C., Moneta, E., Peparaiò, M., Trabalza-Marinucci, M. (2012). Integration of extruded linseed into dairy sheep diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. *Animal Feed Science and Technology*, 178: 27-39.
- Muller, J. (2016). Efecto de la inclusión de subproductos de la naranja en la alimentación de cabras sobre la capacidad antioxidante de la carne de los cabritos. Trabajo final de grado, E.T.S.I.A., Universidad de Sevilla. Pp. 75.
- Muñoz, E. (2008). Razas Ganaderas Españolas Caprinas. España. Editorial Feagas, pp. 410.
- Navarro, J. (2005). Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de caprino en la Comunidad Autónoma de Murcia. Tesis Doctoral. 195p.
- Neuringer, M. (2000). Infant vision and retinal function in studies of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids: methods, results, and implications. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(1 Suppl), 256-67.
- Nudda, A., G. Battacòne, M. G., Fancellus, S., Pulina, G. (2006) Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. *Journal of Dairy Science*, 89:277-282.

- Ordiales, E. (2012). Caracterización del cardo (*Cynara cardunculus*, L) para su uso como cuajo vegetal en el proceso de elaboración de la Torta del Casar. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. 428p.
- Osorio, A., Gómez, N., Sánchez, C. (2008). evaluación de diferentes fuentes de carbono y de nitrógeno para la producción de renina a partir del mohó *Mucor miehei*. Rev. Fac. Ing. Universidad de Antioquia; 45:77-26.
- Osorio, J. (2008). Influencia de diferentes cepas probióticas y el tiempo de fermentación en el contenido de ácido linolénico conjugado y el perfil de ácidos grasos durante el almacenamiento del kumis elaborado con dos sustratos diferentes. [Tesis de Maestría]. Medellín- Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.122p.
- Oviespana. (2017). El territorio de las razas (XXIV): La fortaleza de la cabra Payoya con sus quesos de calidad <https://www.oviespana.com/informacion-de-ovino/servicio-diario-de-noticias/noticias/las-jornadas-tecnicas-de-caprigran-analizara-la-nueva-orden-sobre-tuberculosis-caprina-en-andalucia>. Consultado junio 2017
- Picón, A., Gaya, P., Medina, M. y Nuñez, M. (1995). Kinetics of milk coagulation by mixtures of cyprosin and chymosin. *Michwissenschaft* 50, 393-395.
- Prados, F. (2005). Estudio de las características bioquímicas, físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de quesos tipo manchego elaborados con diversos tipos de coagulante. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/10955/2013000000840.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Qiu, X. (2003). Biosynthesis of docosahexaenoic acid (DHA, 22:6-4,7,10,13,16,19): two distinct pathways. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 68(2), 181-6.
- Ravi Kiran, G., Suresh, K.P., Sampath, K.T., Giridhar, K. & Anandan, S. (2012). Modeling and Forecasting Livestock and Fish Feed Resources: Requirements and Availability in India, National Institute of Animal Nutrition and Physiology, Bangalore.
- Renobales, M. 2007. Tipos de cuajos y sus características. IV Jornadas de quesos de Canarias. La Palma Universidad País Vasco / Euskal Herrico Unib. Victoria-Gasteiz.
- Robinson, R.K. y Wilbey, R.A. (1998). *Cheesemaking Practice*, 3rd edition. Gaithersburg: Aspen Publishers.
- Roseiro, L.B.; Gómez-Ruiz, J.A.; García-Risco, M.; Molina, E. (2003). Vegetable coagulant (*Cynara cardunculus*) use evidenced by capillary electrophoresis permits PDO Serpa cheese authentication. *Lait*, 83, 343-350.
- Salem, N. Jr., Litman, B., Kim, H.-Y. and Gawrisch, K. (2001). Mechanisms of action of docosahexaenoic acid in the nervous system. *Lipids*, 36(9), 945-59.
- Sanjuán, E., Millán, R., Saavedra, P., Carmona, M.A., Gómez, R., Fernández-Salguero, J. (2002). Influence of animal and vegetable rennet on the physicochemical characteristics of Los Pedroches cheese during ripening. *Food Chemistry*, 78, 281-289.

- Scott, R., Robinson, R.K. y Wilbey, R.A. (1998). Cheese varieties. En: Scott, R., Robinson, R.K. y Wilbey, R.A. (Eds). *Cheesemaking practice*, tercera edición. Kluwer Academic/prenum Publishers, Nueva York, EE.UU. pp. 155-184
- Sousa, M.J., Ardö, Y. y McSweeney, P.L.H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal* 11, 327-345.
- Stillwell, and Wassall S.R. (2003). Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. *Chemistry and Physics of Lipids*, 126, 1-27.
- Sukhija y Palmquist. *J. Agric. Food. Chem.*, (1988). Rapid method for. Determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. 36:1202-1206
- Sultana, M. N., Uddin, M. M., Ridoutt, B. G., & Peters, K. J. (2014). Comparison of water use in global milk production for different typical farms. *Agricultural Systems*, 129, 9-21.
- Tejada, L., Fernández-Salguero, J. (2001). Chemical and microbiological characteristics of ewe milk cheese (Los Pedroches) made with a powdered vegetable coagulant or calf rennet. *Ital. J. Food Sci.*, 15:125-131.
- Tejada, L., Gómez, R., Fernández-Salguero, J. (2007). Sensory characteristics of ewe cheese made with three types of coagulant: calf rennet, powdered vegetable coagulant and crude aqueous extract from *Cynara cardunculus*. *J. Food Quality*, 30:91-103.
- Valdivielso, I., Bustamante, M., Aldezabal, A., Amores, G., Virto, M., C. Ruiz de Gordo, J., de Renobales, M. Barron. M. (2016) Case study of a commercial sheep flock under extensive mountain grazing: Pasture derived lipid compounds in milk and cheese. *Food Chemistry* 197622–633.
- Valdivielso, I., Bustamante, M., Buccioni, A., Fansi, O., Ruiz de Gordo, J., de Remorales, M., Barron., M. (2015). Commercial sheep flocks – fatty acid and fat-soluble antioxidant composition of milk and cheese related to changes in feeding management throughout lactation. *Journal of Dairy Research* 82 334–343
- Vieira de Sá, F., Barbosa, M. (1972). Cheese making with a vegetable rennet from cardo. *J Dairy Res* 39, 335-343.
- Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *RAP Publication*, 4.

IX. ANEXOS 1

Protocolo para liofilización.



Figura 13 Equipo liofilizador

Antes de encender el liofilizador (figura 11) verificar que la bomba que hace el vacío este con la cantidad adecuada de aceite, además verificar que todas las llaves estén completamente cerradas para que así se realice el vacío correctamente y no haya fuga de aire. Seguidamente se pone en marcha el equipo pulsando el interruptor del liofilizado (Telstar Cryodos -50). Mientras el equipo se va preparando para bajar la temperatura y realizar el vacío se va montando el equipo con los botes de muestras de queso en la cámara de liofilización y una vez montado el equipo se espera a que realice el vacío y empiece a descender la temperatura y la presión. Asimismo, se va verificando que no pierda presión por ninguna de las juntas de goma del liofilizador. Mantener liofilizando las muestras de queso durante unos 3 días y pasado este tiempo se observa la pantalla del equipo el cual nos indica a que presión y temperatura se encuentra (presión: 0.018 mBar y temperatura -82.2°C) (figura 12).



Figura 14 Pantalla de control del Liofilizador.

Una vez sacadas del liofilizador, comprobar que están totalmente desecadas. Para ello, cuando se saquen los recipientes del liofilizador, y antes de que se descongelen, se puede tocar por debajo la parte del centro del recipiente, si estuviera fría-como congelada significaría que no está totalmente liofilizada la muestra. En este caso, la muestra sin descongelar se mete nuevamente en el liofilizador más tiempo (si las muestras estuvieran descongeladas, antes de meter de nuevo hay que congelarlas).

Una vez sacadas del liofilizador y si están totalmente desecadas, se guardan refrigerando a 4 °C en los botes herméticamente cerrados. Previamente a la determinación de los ácidos grasos del queso este tiene que ser molido con la ayuda del molino de cuchillas.

ANEXO 2

Ácidos grasos en porcentaje del total de ácidos grasos según el tipo de dieta y el tipo de cuajo.

En la tabla 8 y 9 se presenta los ácidos grasos en porcentaje, no obstante, los resultados con el análisis estadístico no se ha realizado aun ya que no se dispone de los datos de materia grasa.

Tabla 8 Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de queso de cabra Payoya según la dieta experimental.

Ácidos Grasos	Dieta control		Dieta 40% Pulpa naranja		Dieta 80% Pulpa naranja	
	Leche	Queso	Leche	Queso	Leche	Queso
C4:0	1,75	1,71	1,67	1,92	1,61	1,85
C6:0	1,80	2,12	1,89	2,02	1,66	1,92
C8:0	1,85	2,22	1,96	2,09	1,68	2,08
C10:0	9,74	9,64	9,76	9,65	9,43	10,02
C11:0	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,15
C12:0	5,15	5,49	5,26	5,57	5,44	6,53
C13:0	0,11	0,10	0,12	0,12	0,12	0,11
C14:0	9,90	10,25	10,21	10,33	10,66	10,42
C14:1	0,35	0,29	0,35	0,26	0,32	0,28
C15:0	0,71	0,66	0,65	0,63	0,56	0,77
C15:1	0,10	0,17	0,11	0,18	0,15	0,22
C16:0	31,99	29,64	30,31	30,46	30,35	30,10
C16:1	1,04	1,37	1,22	1,43 ^{ab}	1,09	1,55
C17:0	0,34	0,46	0,40	0,49	0,42	0,44
C17:1	0,34	0,23	0,32	0,32	0,29	0,36
C18:0	8,38	7,37	8,84	7,29	8,85	7,45
C18:1 <i>n-9 trans</i>	0,31	0,40	0,32	0,40	0,30	0,53
Trans vaccenico	0,64	0,40	0,65	0,38	0,61	0,44
C18:1 <i>n-9 cis</i> (oleico)	19,88	22,19	20,39	20,67	20,81	19,03
C18:2 <i>n-6 trans</i>	0,58	0,45	0,60	0,46	0,57	0,48
C18:2 <i>n-6 cis</i> (linoleico)	2,51	2,39	2,18	2,81	2,16	2,77
C18:3 <i>n-6</i> (g-linolénico)	0,10	0,11	,011	0,11	0,09	0,12
C18:3 <i>n-3</i> (a-linolénico)	0,33	0,31	0,41	0,37	0,45	0,43
CLA <i>cis-9 trans-11</i>	0,39	0,52	0,34	0,49	0,35	0,47
CLA <i>trans-10 cis-12</i>	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
C20	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04

Tabla 8 (continuación) Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de queso de cabra Payoya según la dieta experimental.

C20:1 <i>n-9</i>	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
C20:2	0,07	0,03	0,07	0,04	0,07	0,03
C20:3 <i>n-3</i>	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,11
C20:3 <i>n-6</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
C20:4 <i>n-6</i>	0,51	0,48	0,68	0,54	0,82	0,58
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,13	0,12	0,14	0,13	0,15	0,13
C21	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03
C22:1 <i>n-9</i>	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
C22	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05
C22:2	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
C22:5 <i>n-3</i> (DPA)	0,19	0,13	0,19	0,14	0,20	0,14
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	1,05	0,09	0,80	0,10	0,82	0,10
C23:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C24:0	0,03	0,030	0,03	0,033	0,03	0,033
C24:1	0,02	0,022	0,02	0,020	0,02	0,024
SFA	72,11	69,98	71,44	70,88	71,11	72,03
MUFA	22,74	25,15	23,47	23,71	23,67	22,50
PUFA	5,15	4,87	5,09	5,40	5,22	5,47
PUFA/SFA	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
CLA	0,42	0,56	0,37	0,53	0,39	0,50
<i>n6</i>	3,75	3,49	3,62	3,97	3,69	3,99
<i>n3</i>	0,89	0,77	1,01	0,85	1,06	0,91
<i>n6/n3</i>	4,20	4,51	3,60	4,67	3,48	4,41

Tabla 9 Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de queso de cabra Payoya elaborado con dos tipos de cuajo (vegetal y animal).

Ácidos Grasos	Tipo de cuajo	
	Animal	Vegetal
C4:0	1,74	1,91
C6:0	1,90	2,15
C8:0	1,99	2,27
C10:0	9,74	9,80
C11:0	0,11	0,15
C12:0	5,61	6,12
C13:0	0,12	0,11
C14:0	10,17	10,49
C14:1	0,31	0,24
C15:0	0,65	0,72
C15:1	0,14	0,24
C16:0	30,34	29,79
C16:1	1,15	1,75
C17:0	0,38	0,55
C17:1	0,31	0,30
C18:0	7,62	7,11
C18:1 n-9 trans transvaccenico	0,37 0,46	0,64 0,35
C18:1 n-9 cis (oleic)	21,48	19,77
C18:2 n-6 trans	0,51	0,41
C18:2 n-6 cis (linoleico)	2,49	2,82
C18:3 n-3 (a-linolénico)	0,38	0,36
C18:3 n-6 (g-linolénico)	0,11	0,12
CLA cis-9 trans-11	0,46	0,52
CLA trans-10 cis 12	0,04	0,03
C20	0,05	0,04
C20:1 n-9	0,03	0,03
C20:2	0,04	0,04
C20:3 n-3	0,11	0,11
C20:3 n-6	0,05	0,05
C20:4 n-6	0,54	0,53
C20:5 n3 (EPA)	0,13	0,12

Tabla 9 Contenido de ácidos grasos (expresados en % del total de ácidos grasos) de queso de cabra Payoya elaborado con dos tipos de cuajo (vegetal y animal).

C21	0,04	0,03
C22:1 n-9	0,02	0,02
C22	0,05	0,05
C22:2	0,01	0,01
C22:5 n-3 (DPA)	0,14	0,13
C22:6 n-3 (DHA)	0,10	0,11
C23:0	0,02	0,02
C24:0	0,03	0,03
C24:1	0,0 ²	0,0 ²
SFA	70,57	71,36
MUFA	24,29	23,28
PUFA	5,14	5,36
PUFA/SFA	0,07	0,08
CLA	0,50	0,56
n6	3,71	3,93
n3	0,87	0,82
n6/n3	4,28	4,78