



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE BROMATOLOGÍA
Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y
SENSORIAL DE LOS QUESOS
ARTESANOS ANDALUCES**

TESIS DOCTORAL

María Auxiliadora de la Haba Ruiz

Junio 2017

TITULO: *Caracterización físico-química y sensorial de los quesos artesanos andaluces*

AUTOR: *María Auxiliadora de la Haba Ruiz*

© Edita: UCOPress. 2017
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y
SENSORIAL DE LOS QUESOS DE CABRA
ARTESANOS ANDALUCES

Trabajo presentado para aspirar al Grado de
Doctor por la Universidad de Córdoba.
Programa de Doctorado: Biociencias y Ciencias
Agroalimentarias

LA DOCTORANDA

Fdo. María Auxiliadora de la Haba Ruiz
Licenciada en Veterinaria por la Universidad de
Córdoba (España).

LAS DIRECTORAS

Fdo. Hortensia Galán Soldevilla
Profesora Titular del Departamento de
Bromatología y Tecnología de Alimentos
de la Universidad de Córdoba (España)

Fdo. María del Pilar Ruiz Pérez-Cacho
Profesora Contratada Doctora del
Departamento de Bromatología y
Tecnología de Alimentos de la
Universidad de Córdoba (España)



Hortensia Galán Soldevilla, Profesora Titular del Departamento de Bromatología y Tecnología de Alimentos, de la Universidad de Córdoba

María del Pilar Ruiz Pérez-Cacho, Profesora Contratada Doctora del Departamento de Bromatología y Tecnología de Alimentos, de la Universidad de Córdoba,

EN CALIDAD DE:

Directoras de la Tesis Doctoral presentada por **María Auxiliadora de la Haba Ruiz**, titulada “Caracterización físico-química y sensorial de los quesos artesanos de cabra andaluces”.

INFORMAN QUE:

- 1) El trabajo experimental de la Tesis Doctoral ha sido desarrollado en el Departamento de Bromatología y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Córdoba (España).
- 2) La Tesis Doctoral reúne todos los requisitos exigidos para este tipo de trabajo.
- 3) **María Auxiliadora de la Haba Ruiz** es autora de todos los artículos científicos resultantes de los contenidos de esta Tesis que se relacionan a continuación:
 - a) Artículo publicado:
De La Haba Ruiz M. A., Ruiz Pérez-Cacho P., Dios Palomares R. y Galán Soldevilla, H. (2016). Classification of artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying multivariate statistical techniques. Dairy Science and Technology, 96, 95–106.
DOI 10.1007/s13594-015-0242-5
 - b) Artículo en revision:
De La Haba Ruiz M. A., Ruiz Pérez-Cacho P., López Delgado L. y Galán Soldevilla, H. Characterization of small local dairies in Andalucía (south of Spain). Small Ruminant Research

Por todo ello, se autoriza la presentación de la Tesis Doctoral.

Córdoba, 29 de junio de 2017

Fdo. Hortensia Galán Soldevilla

Fdo. María del Pilar Ruiz Pérez-Cacho

Agradecimientos

El doctorando agradece la beca concedida por el GDR Valle del Guadalhorce, dentro del proyecto Emplea-Quesáandaluz, para la realización de prácticas profesionales en una quesería del País Vasco, así como la aportación por los queseros de las muestras necesarias para llevar a cabo esta investigación.

La realización de esta tesis doctoral ha supuesto para mí un enriquecimiento no sólo en lo académico, sino también a nivel profesional y humano, gracias a tantas personas que a lo largo de estos años me han apoyado en esta aventura.

En primer lugar, quiero mostrar mi agradecimiento a las directoras de mi trabajo, las profesoras Dras D^a Hortensia Galán Soldevilla, y D^a Pilar Ruiz Pérez-Cacho.

La profesora D^a Hortensia Galán es muy reconocida por su excelente trabajo como investigadora y docente, pero además, por su gran calidad humana. En mi caso, siempre y en todo momento ha estado apoyándome y en momentos de especial dificultad, ha sabido llevar el timón de barco con la serenidad y elegancia que la caracteriza. De ella destacaría además de su gran profesionalidad, su buen humor, su optimismo y su carácter afable.

A la profesora Pilar Ruiz también le alabo sus grandes virtudes, como profesional y como persona. Con una importante trayectoria investigadora y docente, es muy rigurosa y exigente en el trabajo, además de ser una gran persona. De ella destacaría su buen trato, su calidez humana, su capacidad de escuchar y de dar siempre los consejos más oportunos.

¡Muchas gracias a las dos!

También quisiera agradecer a nuestro técnico de laboratorio, José Carlos. Los seis años que ha estado trabajando en el grupo han sido muy importantes para mi parte experimental. Riguroso y muy amable en el trato, ha sido, sin duda, una gran ayuda.

No quisiera dejar atrás a tantos alumnos que han pasado por nuestros despachos, que han ayudado a hacer más fáciles las tareas, con sus risas, con sus conversaciones agradables y por supuesto, con sus contribuciones para que el trabajo saliera adelante. A Mariló y Maggie, que me han ayudado en el laboratorio en esta última etapa y a JuanRa. También a Lucas y Borja, por sus aportaciones. Y al resto de amigos y compañeros del Departamento que no quisiera olvidar: Elena Carrasco, Antonio Valero, Fernando Pérez, Fernando Cámara, Denisse, Inmaculada y, por supuesto, a Loli, nuestra más eficaz administrativa.

En cuanto a mi familia, quiero mostrar mi agradecimiento, en primer lugar, a mis padres, a los que les debo todo y que nunca me han dicho que no a mi empeño en formarme y ser mejor profesional. A mi hermano Gabriel, a María Victoria, a mis tíos Julia y Jaime, a mis sobrinos y primos que me alegran los días.

A todas mis amigas y amigos, por haberme dado ánimos en esta aventura y por estar siempre ahí.

Y para terminar, no puedo dejar de agradecer, con más entusiasmo que nunca, a todos los que habéis hecho posible, especialmente a mis Directoras y a mis padres, que haya podido cerrar este capítulo de mi vida con la apertura hacia una nueva trayectoria profesional como futura funcionaria del Cuerpo de Veterinarios de Salud Pública de la Comunidad de Madrid.

RESUMEN

Andalucía es la primera región española en producción de leche de cabra y la segunda europea. El destino principal de esta leche es para la elaboración del queso artesano, contando con un importante Patrimonio Quesero aún poco estudiado. Además, cuenta con una gran variedad de razas productoras de leche (Murciano-Granadina, Malagueña, Payoya y Florida) que perduran debido al modelo de producción sostenible. El objetivo del presente trabajo es analizar la situación de las queserías tradicionales en Andalucía y la caracterización físico-química y sensorial de sus quesos. Los resultados de este estudio muestran que las queserías son industrias familiares ubicadas en zonas de montaña, que utilizan leche de su propia ganadería o de ganaderos locales de razas autóctonas alimentadas en régimen semi-extensivo. Producen quesos puros de cabra, principalmente de leche pasteurizada, tanto frescos como curados, emplean cuajo animal y comercializan sus quesos en el ámbito local. En relación a la calidad de los quesos, la raza y la maduración son los factores que más influyen en ella. Los quesos elaborados con leche de la raza Malagueña tienen mayores valores de pH y menores de materia seca, grasa y sal que los quesos elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina. Además, los quesos de Malagueña son menos aromáticos, ácidos, salados, picantes, firmes y cremosos que los de Murciano-Granadina.

Palabras clave: queserías artesanas, Murciano-Granadina, Malagueña, calidad, perfil sensorial

ABSTRACT

Andalusia is the leading goat's milk producer in Spain and second in the European Union. The milk is mainly used for artisanal cheese-making as Andalusia has an important cheese heritage. Furthermore, there is a wide variety of Andalusian indigenous goat breeds (Murciano-Granadina, Malagueña, Payoya and Florida) which has still been maintained due to the production system. The aim of this study was to analyze as a whole the reality of the small local cheese industries in Andalusia and to characterize the artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters and sensory attributes. Results showed that small local dairies in Andalusia are family industries located in mountain areas that use milk from their own herds or that from owners in the area of indigenous goat breeds under semi-extensive systems. They make cheeses of pure goat milk, mainly pasteurized, both fresh and cured, using animal rennet as a coagulant and they market them locally. Concerning the cheese quality, the breed and the ripening time are the factors with most influence on the physicochemical and sensory characteristics. Thus, Malagueña cheeses had a higher pH and lower values of total solids, fat and salt than Murciano-Granadina cheeses. In addition, Malagueña cheeses had lower intensities of overall odor/aroma, acid, salty, piquancy, hardness and creamy than Murciano-Granadina cheeses.

Key word: local dairies, Murciano-Granadina, Malagueña, quality, sensory profile

I N D I C E

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. EL SECTOR CAPRINO.....	5
2.1.1. Situación del sector caprino.....	5
2.1.2. El entorno del ganado caprino en Andalucía.....	8
2.1.3. Las razas caprinas lecheras andaluzas.....	11
2.2. EL SECTOR QUESERO TRADICIONAL.....	19
2.2.1. Definición y clasificación de quesos.....	19
2.2.2. Origen del queso y su historia en Andalucía.....	22
2.2.3. Situación del sector quesero de cabra.....	27
2.2.3.1. Situación del sector quesero andaluz.....	29
2.2.4. El queso de cabra tradicional andaluz.....	35
2.2.4.1. Proceso de elaboración del queso.....	35
2.2.4.2. Tipos de cuajo.....	38
2.2.4.3. Patrimonio quesero andaluz.....	40
2.3. PARAMETROS DE CALIDAD DEL QUESO DE CABRA.....	45
2.3.1. Composición de la leche de cabra.....	45
2.3.2. Composición físico-química del queso.....	47
2.3.2.1. pH.....	47
2.3.2.2. Agua.....	48
2.3.2.3. Grasa.....	49
2.3.2.4. Proteína.....	51
2.3.2.5. Minerales.....	52

2.3.3. Análisis sensorial en el queso.....	53
2.3.3.1. Generalidades.....	53
2.3.3.2. Condiciones generales del ensayo en el análisis sensorial del queso.....	61
2.3.3.3. Atributos sensoriales en el queso.....	63
2.3.3.4. Calidad sensorial de los quesos de cabra españolas.....	67
3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	73
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
CAPITULO I. Caracterización de las queserías artesanas andaluzas.....	77
CAPITULO II. Caracterización físico-química de los quesos artesanos andaluces.....	95
CAPITULO III. Caracterización sensorial de los quesos artesanos andaluces.....	115
5. CONCLUSIONES.....	143
6. BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXOS.....	161

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1. JUSTIFICACIÓN

La tendencia de consumo de productos agroalimentarios locales ha aumentado notablemente en los últimos años. Esto puede ser debido en parte, al creciente interés de la sociedad por la cultura gastronómica y al auge del turismo rural que permite el consumo de estos productos en la misma zona de producción. Dada las exigencias de los consumidores por recuperar los sabores de los productos tradicionales se están llevando a cabo numerosos trabajos de investigación para recuperar los productos locales. Otro aspecto de creciente preocupación en nuestra sociedad es la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Esto ha influido en la puesta en valor del patrimonio de productos locales y/o en un mayor aprovechamiento de los recursos naturales.

Además, en los últimos años, España está apostando por los alimentos de Calidad Diferenciada, que son productos que están protegidos por una normativa de la Unión Europea que garantiza el cumplimiento de unos requisitos superiores a los exigidos para el resto de productos. Para conseguir el estatus de Calidad Diferenciada un producto agrícola o alimenticio debe cumplir un pliego de condiciones donde, entre otros aspectos, se especifique la descripción del producto y las principales características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales. En la actualidad, España cuenta con 27 sellos de calidad en quesos donde no se incluyen los de Andalucía.

Andalucía es la segunda región europea en volumen de producción de leche de cabra, representando anualmente casi la mitad de la producción española. El destino principal de esta leche es para la elaboración del queso artesano, contando con un importante Patrimonio Quesero. Además, cuenta con una gran variedad de razas productoras de leche que aún perduran debido al modelo de producción sostenible, que ha propiciado el mantenimiento de estas razas ganaderas autóctonas muy bien adaptadas al territorio. Estas razas son de una gran riqueza genética, considerándose la preservación de dicha diversidad genética como uno de los pilares fundamentales para el desarrollo agro-ganadero.

El estudio del perfil del consumidor de productos agroalimentarios ha puesto en evidencia que la calidad sensorial es uno de los factores que más influye en la decisión final de la compra. Por tanto, el control de estas características es de una gran importancia ya que condiciona el éxito o el fracaso de un producto en el mercado. Estas características en el queso dependen principalmente de su composición química, de sus características fisicoquímicas y de la presencia de microelementos como minerales, vitaminas o terpenos. Además, las características sensoriales están influenciadas por otros factores tales como la especie animal, la raza, la alimentación, el proceso tecnológico y la zona geográfica de producción. Esto tiene especial importancia en los productos agroalimentarios con sellos de Calidad Diferenciada, ya que la alimentación animal constituye un elemento importante ligado a la zona geográfica de producción.

En Andalucía, predominan los quesos puros de cabra, siendo testimonial la producción de quesos de otras especies (oveja y vaca). Hasta el año 2006 Europa reconocía 10 quesos tradicionales de cabra. Sin embargo, estos quesos ya no se elaboran dada las restricciones sanitarias europeas que exigen un mínimo de 60 días de curación para los quesos elaborados con leche cruda (Reglamento CE N° 853/2004).

Hoy en día, los quesos tradicionales de cabra andaluces se elaboran con leche cruda o pasteurizada obtenida de razas autóctonas andaluzas (Malagueña, Murciano-Granadina, Florida y Payoya), son de coagulación enzimática, pasta prensada no cocida, forma discoidal, de corteza natural o con recubrimiento de aceite de oliva, hierbas aromáticas, pimentón, cenizas o manteca de cerdo.

Las queserías andaluzas, al igual que en el resto de España, siguen siendo en su mayoría empresas artesanales de carácter familiar donde predomina la figura del trabajador autónomo. Estas pequeñas industrias presentan bajo nivel asociativo y están muy atomizadas lo que dificulta la promoción y comercialización de estos productos. Los cambios ocurridos en estas queserías en los últimos años, a partir de las ayudas comunitarias y de las restricciones sanitarias, no han sido estudiados hasta el momento. Para ello se plantea este trabajo de investigación cuya finalidad es

analizar la situación actual del sector del queso de cabra tradicional y estudiar cómo estos cambios han influido en la calidad final de estos quesos.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo es analizar la situación actual del sector del queso de cabra tradicional andaluz.

Este objetivo general se cumplirá a través de la consecución de los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización de las queserías artesanas andaluzas
- Caracterización físico-química de los quesos artesanos andaluces
- Caracterización sensorial de los quesos artesanos andaluces

2. ANTECEDENTES

2.1. EL SECTOR CAPRINO

2.1.1. Situación del sector caprino

El sector caprino tiene en Europa un peso específico pequeño en relación a las cabañas ovina y bovina, especializándose en la producción lechera (Castel et al., 2007). Aunque el número de rebaños y cabezas está disminuyendo, la producción de leche está aumentado (Boyazoglu y col., 2005; Castel y col., 2010). En cuanto al número de animales, Grecia ocupa la primera posición (33,0 %), seguido de España cuyo censo ocupa el 24 % del total de la Unión Europea. Andalucía concentra el mayor número de animales con un 35% del censo nacional, siendo las provincias con mayor número de cabezas Málaga y Sevilla. Le siguen Castilla-La Mancha (15%), Murcia (14%), Extremadura (10%), Canarias (8%) y Castilla y León (5%) (EUROSTAT, 2016).

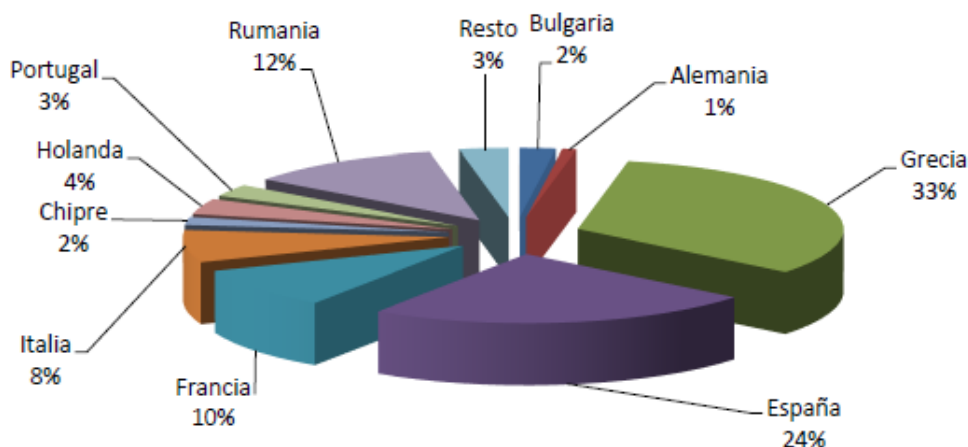


Figura 1. Distribución del censo caprino en la UE 2015. Fuente: EUROSTAT, 2016

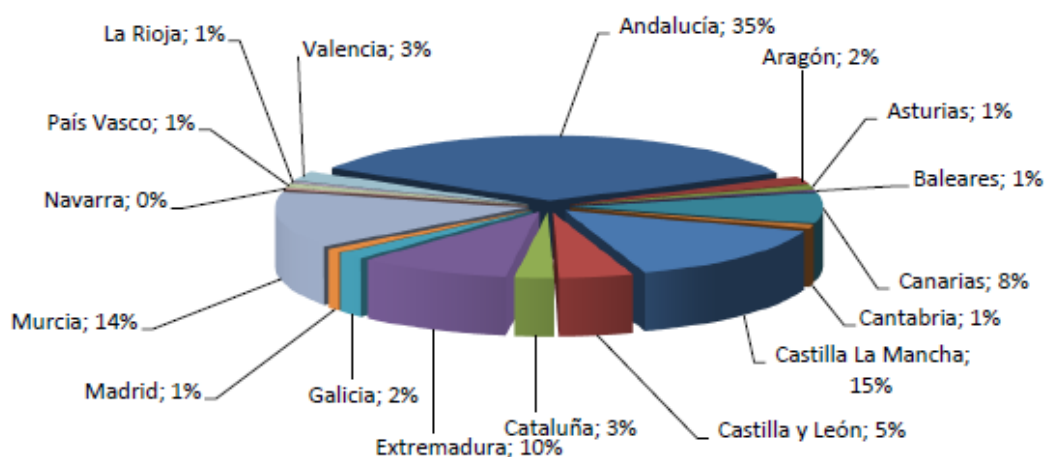


Figura 2. Distribución del censo caprino en España 2015. Fuente: EUROSTAT, 2016

El sector caprino español cuenta con 22 razas autóctonas caprinas, de las cuales 7 se localizan en Andalucía. Hasta hace unas décadas, se caracterizaba por poseer una deficiente estructura empresarial, estando integrado por una elevada proporción de ganaderos con escasa formación, contando con limitados medios y equipamientos y con una difícil comercialización de sus productos (Mena et al., 2005). Sin embargo, en los últimos años el sector ha evolucionado de forma muy rápida, produciéndose una mayor profesionalización y especialización hacia la producción de leche. Esta especialización ha venido acompañada por una intensificación del sistema productivo, con hechos tales como la introducción de razas foráneas (Saanen y Alpina), sobre todo en Castilla y León o la sustitución de los rebaños de razas de aptitud cárnica (como la Blanca Serrana) por razas lecheras (como la Malagueña, la Murciano-Granadina o la Florida). Como ejemplo cabe citar la Sierra Norte de Sevilla donde los ganaderos han pasado de tener rebaños caprinos mixtos con presencia de Blanca Serrana y que dependían de forma importante del pasto, a tener rebaños de cabras de raza Florida en régimen semiintensivo o intensivo. Esta tendencia a la intensificación no es exclusiva de nuestro país ya que es algo que ocurrió en Francia hace décadas y que está ocurriendo en otros países de la cuenca mediterránea, como Grecia e Italia (Castel y col., 2011). La intensificación de estos sistemas de producción se debe a diferentes razones como el incremento de

la demanda de leche de cabra, la falta de pastores, el elevado precio de la tierra, la necesidad de eliminar la estacionalidad en la producción de leche, la adaptación a la normativa para la mejora de la calidad de la leche y sanidad de los animales, el apoyo por parte de la Administración para la mejora de las instalaciones y de la calidad de la leche y la aplicación de nuevas tecnologías como salas de ordeño mecánicas, tanques de frío, lactancia artificial, etc. (Canali, 2006, De Rancourt y col., 2006, Oregui y Falagan, 2006).

En Andalucía han sido bastante evidentes estos cambios. A principios de los 90 las explotaciones tradicionales caprinas en Andalucía se caracterizaban por ser sistemas extensivos con rebaños entre 50-100 animales de razas autóctonas (Ares, 1995), orientados a la producción de cabritos para carne con un peso vivo entre 20 y 40 kg y para la elaboración de queso con los excedentes de leche (Castel y col., 2010). El perfil de los ganaderos correspondía a personas de 50 años o más, con escaso nivel formativo y experiencia en el sector de más de 20 años. Este escaso nivel formativo constituía uno de los principales problemas del sector (Mateos, 1992), lo que provocaba prácticas poco eficientes y no adecuadas sanitariamente. Durante este periodo dio comienzo la aparición de sistemas especializados intensivos de producción de leche que antes no habían sido rentables. En los años siguientes, los sistemas de producción de caprino lechero en las zonas de sierra de Andalucía seguían tendiendo hacia la especialización lechera aunque éstos se modernizaron más tarde que en otros países occidentales. La modernización conllevó una mejora de infraestructuras e instalaciones, la reducción en la dependencia de recursos naturales en alimentación al incorporar piensos y forrajes, el aumento del tamaño medio del rebaño (139-220 cabezas), mejoras sanitarias, asociación de ganaderos y una tendencia a la intensificación (Castel y col., 2003; 2007). Esta intensificación fue más rápida que en otras zonas. Así a principios de los 90 en Andalucía occidental prácticamente todos los sistemas eran extensivos, mientras que en el año 2010 el 47% de las explotaciones eran ya intensivas o semi-intensivas (Castel y col., 2011). Aunque todos estos cambios han provocado un aumento en la producción de leche, la estructura atomizada de este sector es un inconveniente que debe de ser solucionado a medio plazo ya que sólo una mayor organización, unidad, automatización y tecnificación integral del sector garantizará su estabilidad futura (Castel y col.,

2010). En la actualidad, se puede hablar de una gran diversidad de modelos productivos en el sector caprino andaluz, siendo los más representativos:

- *Explotaciones extensivas*, que están relegadas a zonas de sierra con razas cárnicas, cada vez más escasas.
- *Explotaciones intensivas*, donde los animales permanecen estabulados todo el tiempo y su alimentación depende del exterior y
- *Explotaciones semiintensivas o semiextensivas* donde las cabras aprovechan los recursos de pasto que el medio les ofrece, además de recibir un suplemento con concentrados en los periodos de mayor producción lechera y de escasez de pastos.

2.1.2. El entorno del ganado caprino en Andalucía

El Mediterráneo representa una pequeña superficie de tierra que abarca desde el Estrecho de Gibraltar hasta la Península Arábiga. El factor común básico de la región es el clima, que viene dado por la confluencia entre el sol y el mar, configurando distintas subregiones, escenarios, estilos de vida y paisajes. En él predomina una diversidad de especies animales y vegetales que forman un amplio ecosistema, el Bosque Mediterráneo, en el que destacan una variedad de especies faunísticas como el lince ibérico (*Lynx pardinus*), el águila imperial (*Aquila aldaberti*) o el búho euroasiático (*Bubo bubo*) y vegetales como los géneros *Quercus*, *Cistus* y *Pistacia*, entre otras especies de árboles y arbustos (Martín y col., 2011). Esta diversidad biológica contrasta, sin embargo, con las dificultades que plantea el desarrollo de una actividad agraria. La existencia de climas demasiado extremos, los accidentes geográficos y las características de los suelos, en su mayoría rocosos, no hacen posible que se pueda desarrollar una agricultura moderna como la que tiene lugar en las llanuras del centro y norte de Europa (Boyazoglu y Morand-Fehr, 2011).

Andalucía constituye una de las regiones típicas del Mediterráneo con una superficie de gran extensión (87.597 Km²). Se caracteriza por una amplia variedad de climas, ecosistemas (marismas, litorales, dehesas, valles, serranías y zonas de montaña), suelos, pueblos y tradiciones (Ruiz y col., 2011). Es la más extensa de las regiones españolas ocupando el 17,3% del territorio nacional. Limita al Norte con

Sierra Morena, con el Mar Mediterráneo y Océano Atlántico en su vertiente meridional y con la región de Murcia en su parte más oriental. Entre sus rasgos físicos destacan dos alineaciones montañosas: al norte, Sierra Morena y al sur las cordilleras béticas. Entre estas dos alineaciones se encuadra una depresión que coincide con el Valle del Guadalquivir. El contraste de esta depresión y la cordillera del sur ha dado lugar a dos grandes unidades: La Andalucía baja y la alta Andalucía, con diferente evolución histórica y económica. En esta región se han ido conformado paisajes singulares como los Parques Naturales, principalmente los ubicados en las zonas de sierra y montaña, como Grazalema (Cádiz), Hornachuelos (Córdoba), Sierra Nevada (Granada), Montes de Málaga y Sierra Norte de Sevilla. También son representativas las zonas de las marismas, como Doñana (Huelva) y las zonas adeshadas, como la Sierra de Huelva o el Valle de los Pedroches (Córdoba). En un clima semiárido, la distribución de lluvias sólo permite el crecimiento de plantas anuales de corto periodo vegetativo, ofreciendo una producción escasa y estacional de pastos (Boza y Guerrero, 1994; Castel y col., 2003).

Los paisajes andaluces, que se han modificado con el paso de los años gracias a la explotación armónica del hombre, han sido conservados por los usos ganaderos tradicionales. Sin embargo, las nuevas normativas de sanidad animal han cambiado las condiciones y el escenario a la hora de llevar a cabo la explotación del ganado, lo que puede acarrear un menor uso de los montes para el pastoreo y una consiguiente pérdida de la biodiversidad y mayores riesgos medioambientales con el aumento de la posibilidad de incendios. Esto ha producido que en los últimos años se hayan concentrado muchas cabezas de ganado en superficies reducidas, lo que ha conllevado un aumento de la erosión, la eutrofización y la degradación de zonas debido a su infrautilización. A pesar de todos los aspectos negativos descritos, aún se mantienen en Andalucía parajes de gran interés paisajístico, especialmente el monte y las dehesas.

El monte constituye una zona que, aunque a primera vista pueda parecer improductiva y estéril, posee una gran riqueza ambiental. Además de controlar la erosión y mantener el ciclo del agua, constituyen un sumidero de dióxido de carbono nada desdeñable, sin olvidar que, para el ganado, supone una fuente de fibra para explotaciones extensivas o mixtas en diferentes épocas del año. La importancia de las

razas autóctonas es mayor conforme la alimentación del ganado con vegetación natural aumenta. Zonas como las sierras de Ronda, Grazalema o Sierra Morena, han conseguido preservar la diversidad de especies y formaciones de matorral a pesar de ser unas zonas donde el hombre ha tenido una gran influencia. Las dehesas, en contra de lo que se cree, constituyen paisajes relativamente modernos. Son los paisajes más emblemáticos de Andalucía occidental que han de ser conservados a toda costa. Gracias a su carácter dual arbóreo-herbáceo, unidos al pastizal y al cultivo, poseen un alto valor paisajístico. La densidad de árboles es baja, predominando quejigos de distintos tipos y acebuches. Del mismo modo, los pastos herbáceos y matorrales poseen una variabilidad altísima, pudiendo encontrarse los cultivos en las partes más intervenidas de las dehesas. Por último, gracias a la agricultura, podemos apreciar en Andalucía paisajes como campiñas, olivares, repoblaciones forestales... Además de su alto valor estético, estos paisajes ayudan a dotar a la región de un desarrollo más sostenible gracias a que también son fuente de pastos para el ganado los diferentes deshechos de las cosechas y las podas). Así, estos paisajes andaluces ofrecen multitud de producciones alimentarias de calidad que les confieren valores adicionales a los que proporcionan su belleza natural. En el caso que nos ocupa, los quesos tradicionales producidos localmente con la leche de animales de razas autóctonas adaptadas a dichos medios y manejados de una forma extensiva, contribuyen al mantenimiento del patrimonio local y medioambiental (Castel y col, 2009).

La explotación del ganado caprino ha estado tradicionalmente vinculada a estos paisajes de bajo potencial productivo, con relieves accidentados y pastos pobres de escaso valor nutritivo en las que no era posible otra actividad agrícola, es decir, a las llamadas zonas de sierra. Esta característica ha hecho que el ganado caprino jugase un papel importante en el mantenimiento de zonas marginales y de la población asociada a ellas. Así, en la Sierra de Cádiz y en la Sierra de Ronda se establece la raza Payoya y en las Sierras de Huelva y en la Sierra Norte de Sevilla las razas Florida y la Blanca Serrana. La explotación del ganado caprino también ha tenido su importancia en las zonas de valle y campiñas agrícolas, especialmente en la Vega de Granada, la Vega de Antequera y el Valle del Guadalquivir, siendo las razas explotadas la Malagueña y la Murciano-Granadina.

2.1.3. Las razas caprinas lecheras andaluzas

La cabra doméstica (*Capra aegagrus hircus*), adaptada al complejo paisaje Mediterráneo, es un herbívoro muy versátil por su particular anatomía y fisiología (Manousidis y col., 2016; Osoro y col., 2013):

- Pequeña complexión
- Capacidad para recorrer grandes distancias en búsqueda de alimento.
- Movilidad del labio superior y capacidad para mantener el equilibrio bipedal, lo que les permiten acceder a las partes superiores de arbustos y matorrales e incluso trepar.
- Microflora en el rumen que permite una alta eficiencia y digestibilidad en la utilización de forrajes con alto contenido en fibra.
- Requerimientos metabólicos más reducidos que en el caso del ovino y vacuno
- Capacidad para adaptar la dieta según la disponibilidad de hierba.

Las cabras son altamente selectivas en cuanto a su alimentación. Entre sus preferencias, se encuentran las especies vegetales leñosas, los pastos lignificados e incluso las plantas con espinas (Decandia y col., 2008). Muchos de estos recursos vegetales se encuentran en el Bosque Mediterráneo como las jaras, las encinas o los alcornos (Castel y col., 2005) de excelente calidad nutritiva por los taninos y otros compuestos fenólicos que aportan antioxidantes (Rivoira, 1976; García y col., 2014; Manousidis y col., 2016).

Las cabras aportan grandes beneficios a la sociedad. Por una parte, convierten vegetación de pobre calidad en productos de alta calidad (Landau y col., 2000) y por otro lado permiten el desarrollo de una actividad económica al mantener la población en zonas rurales marginales (Gutiérrez y col., 2012). Además, aporta grandes beneficios ecológicos y ambientales por el consumo de matorrales que previene el riesgo de incendios, por favorecer la biodiversidad al dispersar las semillas en sus largos recorridos y facilitar la disponibilidad de alimentos para otros herbívoros salvajes (Martín y col., 2011).

Razas caprinas lecheras andaluzas

Mientras que en otras zonas del mundo es muy común encontrar explotaciones caprinas con razas foráneas de alta productividad (Serradilla, 2001), en Andalucía se crían no solo cabras de razas españolas sino razas autóctonas de la región. Estas razas perduran debido al modelo de producción sostenible que ha propiciado el mantenimiento de estas razas ganaderas autóctonas muy bien adaptadas al territorio (Menéndez-Buxadera, 2012). Andalucía es la región española con el mayor número de razas autóctonas de cabra cuyas características son muy diferentes debido a la diversidad genética. Existen razas con gran aptitud lechera como son la Malagueña, la Murciano-Granadina, la Payoya y la Florida. De estas razas de cabra, las más extendidas son la Malagueña y la Murciano-granadina, estando la Florida concentrada en la zona Norte de Sevilla y la Payoya ubicada en la sierra de Cádiz (Martínez et al., 2015; FEAGAS 2017). Las razas Malagueña, Murciano-Granadina y Florida se consideran *razas de fomento* porque su censo y organización se encuentran en expansión y las razas Payoya y Blanca Andaluza o Serrana se consideran *en peligro de extinción* porque se encuentran en grave regresión o en trance de desaparición (Real Decreto 2129/2008).

Las razas de ganado autóctonas son objeto de especial protección por parte de las administraciones públicas, no sólo por el patrimonio genético animal sino por su sistema de manejo, muy vinculado al medio natural, con los beneficios que ello comporta. Producen alimentos de manera sostenible y de forma respetuosa con el medioambiente. Además constituyen una fuente de creación de empleo, vertebrando el medio rural andaluz y otorgando a los productos obtenidos una calidad diferenciada. Para rentabilizar estas razas y sus productos, la Administración pública (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) ha facilitado el uso de un logotipo denominado “raza autóctona” (Real Decreto 505/2013) por el que se pretende que los consumidores tengan mayor información en el etiquetado de estos productos. Dentro de las razas caprinas de fomento andaluzas, este logotipo se ha concedido a la Malagueña, Florida y Murciano-Granadina y a la Payoya como raza en peligro de extinción.

Figura 3. Razas caprinas en Andalucía. Fuente: propia

Las principales características morfológicas, de manejo y productivas de las razas autóctonas andaluzas se describen a continuación (FEAGAS 2017):

Malagueña

Su origen se remonta al tronco pirenaico y africano (Aparicio Sánchez, 1949). Algunos autores consideran que el tronco Prisca también participó en la formación de la raza. Recientes estudios demuestran su vinculación a las razas europeas con influencia del tronco africano (Manunza y col, 2016). Aunque se encuentra muy distribuida en la península ibérica se concentra, principalmente, en la provincia de Málaga. Se considera como una de las que mayor influencia ha tenido en las restantes razas caprinas por su amplia presencia en otras regiones, como Extremadura y Castilla-León. También se la conoce como Veleña o Costeña por su origen que pudiera estar en la comarca de la Axarquía, cuya capital es Vélez Málaga o en la zona de costa.

Son animales de proporciones eumétricas, longilíneas y de perfil recto a subconvexo. Su cabeza es triangular, con orejas largas pero siempre horizontales,

cueillo plano, largo y aplomos rectos. Los cuernos en los machos normalmente son de forma espirilea. En las hembras aparecen en forma de arco. Su capa es uniforme, de color rubio, con variaciones del claro al oscuro o retinto. Son de pelo corto aunque con frecuencia aparecen pelos largos en muslos (calzón), línea dorsolumbar (raspil), frontal (tupé) y barbilla (perilla) o incluso en todo el cuerpo (haropos). Presenta ubres abolsadas o globosas de buenas capacidades e inserciones que las hacen buenas productoras de leche.

Se explotan en sistema semiextensivo, tienen elevada rusticidad, buena adaptabilidad a ambientes marginales y resistencia frente a enfermedades. La lactación tiene una duración media de 268 días con una producción de 502 kg de leche con unos porcentajes de grasa y proteína elevados (4,8 y 3,4, respectivamente), siendo idónea para la producción de derivados lácteos, especialmente de quesos. Aunque su uso principal es para leche, también puede destinarse para la producción de carne. Así, es reconocido el chivo lechal Malagueño que se obtiene a partir de animales sacrificados con un mes de vida, 8 kg de peso y que nunca se ha alimentado de alimento sólido.

Murciano-Granadina

El nombre se debe a su origen, a las provincias que han sido la cuna de la raza: Murcia y Granada, concretamente la Vega de Granada, Guadix, Baza y Valle del Segura. Procede de la *Capra Aegagrus*, cuya forma secundaria, la cabra Pirenaica, en su distribución se asentó por España en los Valles del Segura, del Darro y del Genil. Desde Granada se difundió por Andalucía y desde Murcia se extendió al Levante Español. Al igual que la Malagueña, su origen se remonta al tronco europeo, con influencias africanas. (Manunza y col, 2016). En la actualidad se encuentra distribuida en la península ibérica, particularmente en la Vega de Granada, Guadix, Baza y Valle del Segura.

Su perfil es recto o subcóncavo, eumétrico y de proporciones medias, con tendencia al alargamiento. Generalmente sin cuernos, aunque se pueden presentar en algunos animales. La capa es uniforme, de color negro o caoba.

Se explotan en régimen semi-intensivo. Aprovechan los pastos cercanos a la explotación y subproductos agrícolas del campo. En épocas de escasez o de mala calidad de pastos se alimenta a los animales con heno, forrajes y/o subproductos agroindustriales. Son animales de elevada rusticidad, que se adaptan muy bien a climas diversos y ambientes marginales de las zonas semidesérticas y montañosas del Mediterráneo, siendo especialmente aptos para la limpieza del monte. Esta capacidad de adaptación se debe a su origen, en el interior de Murcia y montañas granadinas, donde se pueden alcanzar temperaturas bajo cero en invierno. Por lo general, los veranos son cálidos y secos. Gracias a su capacidad de aprovechar los recursos, la raza se convierte en un elemento clave para el mantenimiento de la población en zonas rurales y del paisaje típico del levante mediterráneo. Su principal producción es la leche. Producen 530 kg de media, con un contenido alto en grasa y proteína (5,6% y 3,6%, respectivamente), lo que la hace idónea para la producción de queso.

Florida

La denominación de la raza procede de su capa característica, moteado rojo sobre fondo blanco o viceversa que se asemeja a un campo florido. El origen de la Florida asienta en el cruce de los troncos pirenaico y nubiano. Es originaria del Bajo Valle del Guadalquivir, en los municipios de Villaverde del Río, Brenes y la Rinconada de la provincia de Sevilla. A partir de los años 80 comienza una fuerte expansión de la raza, creándose una zona que abarca tanto las comarcas limítrofes, oeste de la Vega del Guadalquivir y la Campiña de Sevilla. En la actualidad se encuentra distribuida prácticamente por todas las provincias andaluzas y de Extremadura.

Es un Animal longilíneo e hipermétrico, de cabeza alargada y perfil facial subconvexo con orejas de inserción trasera y de gran longitud. Puede haber presencia de cuernos, que responden al patrón “Aegagrus” (cuernos en arco). También se admiten de puntas abiertas y divergentes. Su capa es moteada en blanco, sobre fondo rojo o en rojo sobre fondo blanco, total o parcialmente, admitiéndose diferentes gradaciones de color. Pueden presentar capas estorninas (moteadas en blanco sobre fondo negro). También se admiten, circunstancialmente, capas rojas uniformes en todas sus gradaciones cuando presenten algún pelo blanco y las entrepeladas en rojo.

Se explotan dentro de una variedad de sistemas entre semiextensivos, con una fuerte interacción entre los propietarios-cuidadores de los animales. Son animales de elevada rusticidad. Sus características morfológicas les permiten altas producciones en sistemas de pastoreo. Su producción media es de 575 kg de leche por lactación con una duración de 274 días de media. El contenido en grasa y proteína se sitúa en un 4,9% y 3,4%, respectivamente.

Payoya

Su nombre se debe a su origen, en el municipio de Villaluenga del Rosario, en la provincia de Cádiz, donde a los nativos se les denominan Payoyos. También se la conoce como Montejaqueña, denominación que recibe en la Sierra de Ronda. Es oriunda de la Serranía de Grazalema, considerada como el producto de un cruzamiento antiguo entre el tronco Pirenaico y la población caprina autóctona de la zona. Se ubica en la zona del Parque Natural de Sierra de Grazalema en Cádiz y en la Serranía de Ronda de Málaga. Son zonas de gran valor natural, que se caracterizan por su altitud, que varía entre 700 y 1600 m sobre el nivel del mar y por la elevada pluviosidad, la mayor de España, con vegetación cerrada y tupida.

Son animales de perfil subconvexo, proporciones alargadas y tamaño relativamente grande. Presentan gran dimorfismo sexual. Disponen de cuernos tipo aegagrus dirigidos hacia atrás y abiertos en las puntas. Poseen una capa muy variada, teniendo cada una de ellas una denominación particular que se le da en la zona: baya, collalba, sesnegra, nevada en negro y colorado, mohína, moracha y flor de gamón entre otras. La gran mayoría presentan capas tricolores: negro-colorado-blanco. La manera en la que se presenta el blanco en cada una de las capas también se denomina de manera singular (nevadas, pintas, capirotas, etc). El pelo es generalmente corto. Los machos presentan barba bien desarrollada. Las hembras, por su parte, a veces presentan perilla. Las mamas tienen forma abolsada, con pezones divergentes, de buen tamaño y dirigidos hacia delante y afuera.

Se explota en el Parque Natural de Sierra de Grazalema en Cádiz y en la Serranía de Ronda en Málaga, en un régimen semiextensivo, donde los recursos pastables aportan la mayor parte de la dieta. Estos espacios son zonas de sierra sometida a cambios bruscos de temperatura y condiciones climáticas duras.

Aprovechan pastos espontáneos, rastrojeras y campos sembrados, sobre todo en primavera, cuando el medio ofrece más recursos alimenticios para el ganado, así la cabra controla la superficie vegetal, por lo que participa en la prevención de incendios y colabora en la dispersión de semillas de especies vegetales endémicas de la comarca. La cabra Payoya tiene un importante papel como generador de empleo y riqueza, así como de fijador de población en zonas rurales con altas tasas de desempleo. Destaca su alta capacidad de transformar recursos naturales en productos de alimentación humana, lo que permite aportar una fuente de ingresos para un gran número de familias (ganaderos, criadores, transportistas de la leche, queseros, etc.). Así, la leche en su mayor parte, va destinada a la fabricación de queso. Producen 440 kg de leche con unos porcentajes en grasa y proteína que son de 4,2 y 3,5, respectivamente. La duración de la lactación es de unos 220 días. También producen carne de cabrito, cuya calidad destaca por su cría mediante lactancia natural, aportando diferentes cualidades a la carne de cabrito criada mediante leche artificial.

Blanca Andaluza o Serrana

Se denomina así por el color blanco uniforme de su capa y por su área geográfica de explotación, principalmente la Comunidad Autónoma de Andalucía. Presenta signos representativos de la Capra Prisca, por un lado, y de la cabra Nubiana (grupo africano), que aportó el perfil convexo que presenta la raza. En la actualidad se encuentra presente en gran parte del territorio andaluz, principalmente en la zona oriental. Sobre todo, se localiza en áreas de Serranía de difícil orografía, de suelo pobre y clima seco y cálido, como son las zonas de Sierra Morena, Sierra Segura, Cazorla y Sierra Norte de Sevilla, extendiéndose hasta la provincia de Huelva.

Son animales de perfil convexo, hipermétricos y longilíneos, de acusado dimorfismo sexual. Son de tronco alargado y profundo, pecho desarrollado y extremidades altas y fuertes. Disponen de cuernos de tipo prisca, muy desarrollados en los machos. La capa es de color blanco uniforme y a veces presenta tonalidad cerea, denominada capa "cereña". El cuerpo está cubierto de pelos fuertes. Los machos presentan barba. Por su parte, un reducido porcentaje de hembras presentan perilla.

Por lo general, se explotan en sistemas extensivos en parajes abruptos de difícil orografía y dura climatología, con frecuencia, inaccesibles. Principalmente son productores de carne. Producen el “chivo”, animal criado a pasto con la madre y sacrificado a los cinco meses de edad, con 25-30 kg de peso vivo. En zonas donde es tradicional el consumo de esta carne, se produce el “cabrito lechal” que son animales alimentados con leche materna que se sacrifican a los 40-50 días, con 10-12 kg de peso vivo.

Negra Serrana

Se denomina así por el color de la capa, mayoritariamente negra, y las zonas de sierra donde se cría. Su apelación responde a la consideración de "buena casta", calificación basada según los ganaderos en la forma particular de andar y presentarse. Su antecesor ancestral se encuentra en la "Capra Prisca", con la posible influencia de otras etnias, como la Nubiana. El área geográfica de ocupación se sitúa en la confluencia de las provincias de Ciudad Real, Albacete y Jaén, en las zonas abruptas de las estribaciones de Sierra Morena y Sierra de Alcaraz.

Su perfil es convexo, de tamaño grande, aunque variable según zonas de explotación y sistema de manejo aplicado. Son de tronco alargado, con costillares arqueados. Pecho profundo y saliente. El tercio posterior musculoso. Es característica en la raza la presencia de papada, denominada “gorja”, mucho más desarrollada en los animales asentados en Andalucía. Poseen cuernos de tipo prisca en espiral, muy desarrollados. La capa es de color negro, si bien un número de animales presentan pelos blancos en hocico, orejas y base de la cola. Por otra parte, una fracción de animales que se corresponde casi en su totalidad con la asentada en la Comunidad Andaluza presenta capa cárdena (mezcla de pelos blancos y negros) en sus diferentes tonalidades, que cuando es más clara se denomina “azul”.

Su régimen de explotación es extensivo. Viven en montes duros y leñosos, donde predominan las lluvias y el frío en invierno y las altas temperaturas en verano. Permanecen de forma continuada al aire libre, en el campo. Su principal producción es cárnica. Produce tres tipos comerciales de carnicería: El “cabrito de leche”, “el chivo” y “caprino mayor”. En la actualidad se está orientando hacia la producción de

“cabrito lechal”, animales alimentados principalmente de leche materna, sacrificados a los 35-45 días y con un peso vivo de 8-10 kg.

2.2. EL SECTOR QUESERO TRADICIONAL

2.2.1. Definición y clasificación de quesos

Se entiende por queso el “producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche, de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche” (Real Decreto 1113/2006 y modificaciones).

La denominación «Queso» deberá completarse con las siguientes indicaciones (Real Decreto 1113/2006 y modificaciones):

- *Según el origen de la leche:* Los quesos que no tengan una denominación concreta o aquellos que aun teniéndola no estén protegidos por una norma individual de composición y características específicas, que se fabriquen con leche distinta de la de vaca, deberán incluir en su denominación después de la palabra «queso» la indicación de la especie que corresponda. Los quesos elaborados con mezcla de leche de dos o más especies, deberán incluir en su denominación, después de la palabra queso, la indicación de las especies animales de las que proceda la leche en orden descendente de proporciones. Esta denominación podrá reemplazarse por la de «Queso de mezcla».
- *Atendiendo a su maduración,* los quesos se denominarán de la siguiente forma:
 - Queso fresco: es el que está dispuesto para el consumo al finalizar el proceso de fabricación.
 - Queso blanco pasterizado: es aquel queso fresco en el que el coágulo obtenido se somete a un proceso de pasterización, quedando dispuesto para el consumo al finalizar su proceso de fabricación.

- Queso madurado: es el que, tras el proceso de fabricación, requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos y químicos característicos del mismo. La palabra madurado podrá sustituirse por los calificativos tierno, semicurado, curado, viejo y añejo según los días de maduración. La palabra madurado podrá sustituirse por los calificativos según el grado de maduración alcanzado por el producto a la salida de fábrica (Tabla 1).
- Queso madurado con mohos: es aquel en el que la maduración se produce, principalmente, como consecuencia del desarrollo característico de mohos en su interior, en la superficie o en ambas partes. Dicha denominación podrá sustituirse por la de «queso azul» o «queso de pasta azul», cuando corresponda.

Tabla 1. Calificativos según el grado de maduración

Denominaciones facultativas	Peso>1,5Kg	Peso≤1,5Kg
	Maduración mínima (días)	
Tierno	7	
Semicurado	35	20
Curado	105	45
Viejo	180	100
Añejo	270	

- *De acuerdo con su contenido en grasa*, expresado en porcentaje masa/masa sobre el extracto seco total, los quesos se podrán denominar:
 - Extragrasso: el que contenga un mínimo de 60 por ciento.
 - Grasso: el que contenga un mínimo de 45 y menos de 60 por ciento.

Respecto a los factores esenciales de composición y calidad, cabe destacar los ingredientes para elaborar queso que se clasifican en esenciales y facultativos:

Ingredientes esenciales:

- Leche, total o parcialmente desnatada, nata y suero de mantequilla.
- Cuajo, quimosina y otros coagulantes de leche de origen animal, vegetal o microbiano que cumplan la Orden de 14 de enero de 1988, por la que se aprueba la norma general de identidad y pureza para el cuajo y otras enzimas coagulantes de leche destinadas al mercado interior.

- Fermentos lácticos, de acuerdo con el tipo, clase o calidad del queso, en dosis máxima de uso determinada por la buena práctica de fabricación.
- Mohos, levaduras y cultivos microbianos adecuados para la maduración de quesos inoculados con ellos, en dosis máxima de uso determinada por la buena práctica de fabricación.

Ingredientes facultativos:

- Cloruro sódico, en dosis limitadas por la buena práctica de fabricación.
- Sustancias aromáticas autorizadas.
- Especias, condimentos y alimentos con incidencia organoléptica apreciable, pero inferior al treinta por ciento masa/masa sobre el producto terminado.
- Sacarosa, y glucosa, solas o en combinación, exclusivamente en quesos frescos y quesos blancos pasterizados
- Gelatina en cantidad máxima de 5 g/Kg. de queso y solamente en quesos frescos y quesos blancos pasterizados.
- Leche en polvo, para el ajuste del extracto seco lácteo, en porcentaje máximo del 5 por ciento masa/masa sobre dicho extracto.

Otro aspecto importante que regula la norma se refiere a los materiales de recubrimiento y tratamientos de superficie de los quesos madurados, pudiéndose emplear:

- Otros ingredientes utilizados en alimentación humana o, en su caso, autorizados de conformidad con el Reglamento (CE) n.º 258/97, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 1997, sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios.
- Podrán someterse a ahumado tradicional mediante humo procedente de la combustión de la madera aplicado directamente en la superficie.
- Exclusivamente para quesos madurados, en el tratamiento de la corteza podrán utilizarse ceras, parafinas, materiales poliméricos con o sin colorantes, aceites minerales especialmente preparados y otros materiales autorizados para tal fin.

2.2.2. Origen del queso y su historia en Andalucía.

Desde la aparición de la agricultura, los primeros productores ya sintieron la necesidad de conservar los alimentos para poder consumirlos en las épocas de escasez. De este modo surgieron tres modos de conservación, la desecación, el salado y la fermentación, de los cuales la fermentación ha sido el método más utilizado. La leche ha sido el producto que más ha sido sometido a esta técnica de conservación y entre los lácteos fermentados, los quesos constituyen el grupo más numeroso y difundido en el mundo (Ares, 2005).

El origen del queso no se ha podido establecer con exactitud y es un tema de discusión. Parece evidente que no apareció hasta el neolítico, época en la que el hombre se hizo sedentario, ganadero y agricultor, ya que para ordeñar a los mamíferos es necesario haberlos domesticado previamente. Una famosa leyenda cuenta que fue descubierto por un mercader egipcio según unas versiones, o un pastor de Asia menor de nombre Kanama según otras. Se dice que aquel hombre transportaba la leche en sus viajes en recipientes hechos a base del estómago de rumiantes, y que debido al calor del desierto y las enzimas del estómago la leche se convirtió en cuajada. Al probarla, se dio cuenta de que era un producto delicioso, de modo que acabó reproduciendo el proceso intencionadamente. Puede que esta leyenda tenga cierto grado de credibilidad, ya que la mayoría de los estudiosos señalan que la aparición del queso ocurrió de forma espontánea y accidental; de modo que la observación y curiosidad del hombre por el proceso de cuajado de la leche propiciaron el desarrollo de esta tecnología.

El primer testimonio gráfico de la elaboración del queso data del tercer milenio a.C. y corresponde al friso sumerio encontrado cerca de la antigua ciudad de Ur, al sur de Mesopotamia, actual Irak, llamado “La Lechería” (Figura 4), en el que se describe el proceso de fabricación del queso de la época (Scott et al., 2002). En la Figura 4 se aprecia, de izquierda a derecha, el proceso empezando por el ordeño de la vaca, continuando por la agitación de la leche, seguido por la separación del suero de la cuajada y finalmente el almacenamiento de la misma.



Figura 4. Friso “La Lechería”. Fuente: Scott et al. (2002).

Sin embargo, no es el hallazgo más antiguo en relación con la fabricación de queso. Recientemente se ha descubierto que unas vasijas agujereadas (Figura 5), encontradas en Polonia y datadas en el sexto milenio a.C., contienen abundantes restos de grasa láctea, que sumado a otras evidencias arqueológicas, ha llevado a la conclusión de que se usaban para separar la cuajada del suero en el proceso de elaboración del queso (Salque y col., 2013).

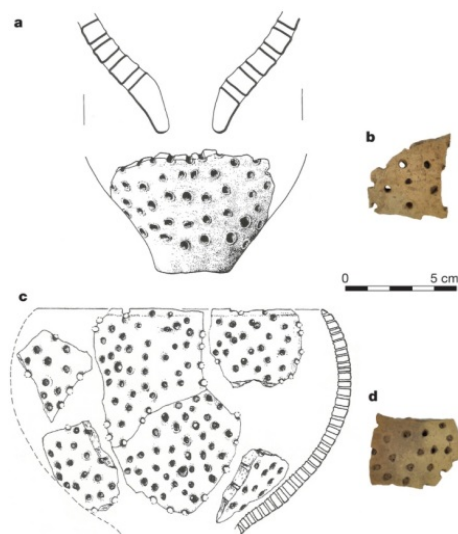


Figura 5. Dibujos de la reconstrucción de las vasijas de filtrado (a, c) e imágenes de los fragmentos (b, d). Fuente: Salque y col., (2013).

En Andalucía, la aparición del queso data de muy antiguo como lo ratifican los utensilios relacionados con la fabricación del queso encontrados en numerosas excavaciones: vasijas perforadas de madera y cerámica, cestos de esparto, cucharas de madera, cuencos y otros instrumentos. En pinturas y esculturas antiguas se han identificado utensilios para hacer cuajadas o para el manejo de la leche (Navarro y

col., 2009). En algunos yacimientos se han encontrado vestigios de las industrias queseras de aquellos tiempos como en la Cueva de los Murciélagos (Zuheros, Córdoba), Cuevas de Vélez Blanco (Almería) y El Higuero (Málaga).

Las diferentes culturas que han habitado Andalucía han realizado diferentes aportaciones al proceso de elaboración del queso. Los Tartesios eran un pueblo consumidor de queso, como lo avalan los yacimientos de Carambolo de Sevilla y el Cortijo de Évora en Cádiz, donde se hace evidente que conocían a la perfección las técnicas de la industria del queso (Navarro et al., 2009). Los griegos eran otro pueblo amante del queso, que atribuyeron a los dioses su invención. Según la mitología griega, *Aristeo*, hijo de *Apolo* y de la ninfa *Cirene*, aprendió del centauro Quirón a elaborar queso cuajando la leche. Además, el queso formaba parte de las ofrendas que se realizaban a los dioses durante fiestas como las *Kopis*, en las que se ofrecían quesos de cabra a la diosa *Artemisa*. Homero cita en sus escritos las cualidades de los quesos y sus usos gastronómicos. Señala en sus poemas que es conveniente pelar el queso seco antes de comerlo, y que estos deben tomarse al final de las comidas para así despertar la sed y apreciar mejor el vino servido. Concretamente, en *La Ilíada*, describe la fermentación de la leche por medio del jugo del higo. El gastrónomo Arquesato de Gela en el siglo IV a.C. menciona el uso del queso en varias recetas, y destaca la afición de los griegos que pasaron por la Andalucía de entonces a preparar pescados untados de aceite y queso cocinados al horno. Tal era la afición de los griegos al queso que en todas las ágoras o mercados existían puestos especiales destinados a la venta del queso (Navarro y col., 2009). Posteriormente, en la cultura romana, el queso también tuvo un lugar destacado en la gastronomía. Se considera que tomaron el relevo de los griegos en cuanto a la fabricación del queso, cuajando la leche con fermentos vegetales procedentes de la higuera, cardos, azafrán silvestre y otras plantas; para más tarde utilizar cuajo procedente de los estómagos de los rumiantes. También se les considera pioneros en la técnica de maduración y afinado de los quesos. Diferenciaban las leches fermentadas o cuajadas de los quesos, elaborando una gran variedad de estos, algunos condimentados con hierbas aromáticas como el tomillo, especias como la pimienta o frutos secos. En Andalucía las primeras referencias al queso hechas por historiadores romanos citaban a *Gaderira* (Cádiz) donde en las riberas de los ríos pastaban grandes rebaños de vacas, cuya leche se destinaba a la fabricación de queso. Los romanos aquí lograron

perfeccionar las técnicas de elaboración del queso, llegando a conseguir un queso de tanta calidad, que era muy apreciado en la antigua Roma, siendo transportado en contenedores junto al trigo, o en tinajas de barro con aceite. Columela, fue un escritor romano nacido en Cádiz, que citaba a los quesos de la Bética en sus versos. Escribió sobre la importancia de los quesos andaluces, que eran muy cotizados en la época. Su tratado “*De re rustica*” habla de la forma de hacer el queso, de los tipos de leche usada, los lugares adecuados para su conservación, los cuajos adecuados y otros detalles de su elaboración, destacando particularmente la necesidad de la higiene en la producción de la leche. Tras la caída del imperio, hasta la llegada de los árabes a la península, la alimentación era escasa y muy poco variada, basada casi exclusivamente en el consumo de cereales, carne de cerdo, vino y frutos secos (Navarro y col., 2009).

Los árabes revirtieron la situación, impulsando desarrollo agrícola introduciendo en la alimentación hortalizas y verduras, aportando una gran variedad de recetas, en las que muchas veces se incluía el queso. Cuando invadieron la península ya eran grandes conocedores del queso, aunque no especialmente del queso curado; preferían tomarlo en cuajadas, fresco y en elaboraciones de pastelería, mezclándolo con miel. En los zocos árabes había puestos especiales en los que se vendía queso, además de puestos donde se expendía comida elaborada para la clase popular de al-Andalus (AMMA). Estas comidas solían ser guisos de carne y postres, en cuya elaboración solía incluirse el queso como ingrediente. Mucho escribieron los árabes sobre la dieta y las características de los alimentos, en la obra titulada “*Alimentos y bebidas*” (*al-asriba wa-l-agdiya*) aparecen reflejadas las cualidades nutritivas de los distintos tipos de leche (de cabra, oveja, vaca, burra) y de otros productos lácteos como el queso, requesón, cuajada o mantequilla. El filósofo árabe *Avicena* escribió sobre los riesgos del consumo abusivo del queso (Navarro et al., 2009). Durante los siglos XI y XII, las expediciones de los cruzados dieron a los europeos la posibilidad de conocer los quesos del Mediterráneo Oriental (Grecia y Turquía), que empleaban técnicas de elaboración más avanzadas y perfeccionadas que las occidentales (Navarro y col., 2009). Durante el Renacimiento se produce en Europa un importante desarrollo de las técnicas agrícolas y de elaboración, que no afectó de igual modo a España y Andalucía, donde la emigración a América y

determinadas prácticas proteccionistas en la ganadería dejaron a nuestro país al margen de la corriente de progresos y mejoras. Hasta pasado el siglo XVIII el queso no vuelve a ser considerado un alimento saludable por la alta sociedad. Su consumo estaba extendido entre los habitantes de ciudades y campesinos, pero no era frecuente encontrarlo en las mesas de los reyes y los aristócratas. Ya en el siglo XIX cambian radicalmente los viejos sistemas con la introducción de maquinaria del tratamiento de la leche y sus productos derivados. El proceso tecnológico va convirtiendo la quesería artesanal en industria que va aumentando su tamaño. La invención del refrigerador y el empleo de la pasterización a finales de siglo, el progreso de la microbiología en el siglo XX, permite aumentar la producción de leche, su conservación y diversificar enormemente sus productos, proceso que aún sigue dinámico (Olarte, 2010). No obstante, el queso tradicional se mantuvo al margen de los avances tecnológicos del siglo XIX y XX, y es que el queso artesano andaluz tiene su origen en los pastores y su entorno familiar. El queso era un alimento fundamental, tanto en sus lugares de residencia habituales, como durante la trashumancia. Era práctica habitual el que se separase una parte de la leche del ordeño diario para hacer queso. El proceso de elaboración del queso consistía en colar la leche para eliminar posibles impurezas (paja, hierba, etc.); colocarla cerca del fuego para templarla; añadir el cuajo necesario y dejar que la leche reposara cerca del fuego hasta que cuajara. Posteriormente, se disponía esta cuajada en moldes de esparto o de madera agujereada, que se colocaba encima de una tabla de madera dura con dibujos centrales y canales para permitir la salida del suero, llamada entremijo, y posteriormente se apretaba con las manos y a su vez se comprimía el molde con el fin de permitir la salida del suero. Este molde, llamado “cincho”, consistía en una cinta de esparto o de madera con unos agujeros simulando un cinturón, que en un extremo tenía una cinta o gancho, que cada vez que se apretaba comprimía la masa. Finalmente, la cuajada prensada se salaba y se dejaba en un sitio fresco. El suero resultante del escurrido y prensado se utilizaba como alimento para la familia (casi siempre migado con pan). En el caso de que sobrara suero se daba a los animales, especialmente a los cerdos. (Navarro y col., 2009).

2.2.3. Situación del sector quesero de cabra

Europa produce el 45% de los quesos de cabra del mundo (FAOSTAT, 2015), siendo Francia el primer productor de queso de cabra puro (52%), seguido por España (25%), Países Bajos (13%) e Italia (3.0%) (EUROSTAT, 2016). Durante el año 2015, la producción nacional de queso puro de cabra creció más de un 25%, pasando de 34,3 millones de kilos a 47,6 millones, que representa el 10 % de la producción total nacional de quesos. Las razones que explican este crecimiento son diversas y tienen que ver tanto con el incremento en su consumo como con la mejora en su comercialización ya que este nicho era uno de los más ‘colonizados’ por los quesos de cabra franceses. También influye el progresivo aumento de la oferta de leche de cabra en casi todas las regiones españolas durante el último año, que ha impulsado a muchos fabricantes a entrar en este mercado o a incrementar sus producciones.

Actualmente son seis los quesos de cabra españoles con Denominación de Origen Protegida (DOP): Palmero y Majorero en las Islas Canarias, Camerano en la Rioja, Murcia y Murcia al Vino en la región de Murcia y el de Ibores en Extremadura (Figura 6).



Figura 6. Localización geográfica de los quesos de cabra españoles con DOP.

Fuente: propia

Las principales características de los quesos de cabra con DOP se describen a continuación:

Queso Palmero:

Se produce en la isla de San Miguel de la Palma (Santa Cruz de Tenerife) con leche cruda procedente de la cabra Palmera alimentada con los recursos forrajeros de la isla. Son quesos de coagulación enzimática y pasta prensada. Se elaboran quesos de todo tipo de curación (fresco, tierno, semicurado y curado) y pueden ahumarse de acuerdo con la práctica tradicional utilizando cáscaras de almendra (*Prunus dulces*), tunera seca (*Opuntia ficus indica*) y pino canario (*Pinus canariensis*). La maduración se lleva a cabo en cuevas o cámaras acondicionadas. En los quesos curados se permite el untado con aceite de oliva y/o gofio y/o harina. El contenido en grasa por materia seca es de 35%.

Queso Majorero:

Se produce en la Isla de Fuerteventura con leche cruda o pasteurizada de la cabra Majorera alimentada con pastos de la zona, pudiendo añadirse de forma eventual un 15% de leche de oveja para los quesos que se destinen a maduración. Son quesos de coagulación enzimática y prensado moderado. Se elaboran quesos de todo tipo de curación (tierno, semicurado y curado) y durante la maduración puede ser untada su superficie con pimentón, gofio y aceite. El contenido en grasa por materia seca está comprendido entre el 47 y el 56%.

Queso Camerano

Se produce en La Rioja con leche cruda o pasteurizada de las cabras Serrana, Murciano-Granadina, Malagueña, Alpina y sus cruces, pudiendo añadirse leche de la oveja Menorquina. Son quesos de coagulación enzimática y prensado moderado. Se elaboran quesos de todo tipo (fresco, tierno, semicurado y curado) y el contenido mínimo en grasa por materia seca de los quesos semicurado y curado es del 45%.

Queso de Murcia

Se produce en la región de Murcia con leche cruda o pasteurizada de la raza

Murciano-Granadina. Son quesos de coagulación enzimática y pasta ligeramente prensada. Se elaboran dos tipos de queso, queso fresco y queso curado, éste último con una maduración mínima de dos meses. Se moldea en moldes cilíndricos lisos (si se emplea gasas) o microperforados lisos para los quesos curados y moldes con pleita para los quesos frescos. El contenido mínimo en grasa por materia seca es del 45%.

Queso de Murcia al Vino

Se produce en la región de Murcia con leche pasteurizada de la raza Murciano-Granadina. Son quesos de coagulación enzimática y pasta ligeramente prensada. La corteza es lisa y lavada con vino tinto. Se comercializa a los 30 días las piezas más pequeñas y a los 45 días el resto. Los baños de los quesos se realizan por inmersión en vino tinto de la Región de Murcia, durante un tiempo variable, en función del grado de maduración. El contenido mínimo en grasa por materia seca es del 45%.

Queso Ibores

Se produce en Extremadura, en el sureste de la provincia de Cáceres, que abarca los municipios comprendidos en las comarcas de Ibores, Villuercas, La Jara y Trujillo, con leche cruda de las razas de cabra Serrana, Verata, Retinta y sus cruces. Las razas Retinta y Verata son animales muy rústicos que se encuentran en peligro de extinción. Son quesos de coagulación enzimática y pasta ligeramente prensada. Se elaboran quesos curados con un tiempo de maduración mínimo de 60 días. Es tradicional su presentación al pimentón o untado en aceite y el contenido mínimo en grasa por materia seca es del 45%.

2.2.3.1. Situación del sector quesero andaluz

El sector quesero andaluz cuenta con una enorme tradición en toda Andalucía, con una gran variedad de quesos producidos en áreas muy definidas y con características propias lo que hace que el patrimonio quesero andaluz sea muy variado. Sin embargo, este sector no tiene la importancia económica ni comercial que en otras Comunidades españolas.

En Andalucía predominan los quesos puros de cabra, siendo testimonial la

producción de quesos de otras especies (oveja y vaca). Hasta el año 2006 Europa reconocía 15 quesos tradicionales andaluces, 10 de cabra y 5 de oveja. Sin embargo, estos quesos ya no se elaboran dada las restricciones sanitarias europeas que exigen un mínimo de 60 días de curación para los quesos elaborados con leche cruda (Reglamento CE N° 853/2004). A continuación, se describen las características de los quesos tradicionales de cabra, prestando especial atención a sus aspectos diferenciadores (Ruiz Morales y col., 2012):

Alhama de Granada

Es un queso madurado, de semicurado a curado, elaborado con leche cruda, de coagulación enzimática y pasta prensada. Se elaboraba tradicionalmente en las explotaciones caprinas de la comarca homónima, donde predominaban los rebaños de cabras de raza Murciano-granadina. El aroma y sabor de estos quesos están bastante desarrollados. Son quesos con aroma de intensidad media-alta, presencia acusada de sal, ligeramente picantes y, en ocasiones, muy mantecoso al paladar.

Almería

Es una variedad tradicional conocida también como Fresco de Almería. Se trata de un queso fresco que se elaboraba con leche cruda, aunque también aparece madurado. Ambos tipos de quesos son de coagulación enzimática y de pasta semidura, prensada, y no cocida, siendo ligeramente compacta en los curados. El sabor y el aroma de los quesos frescos son los característicos de la leche de cabra (láctico, algo dulzón y a veces ligeramente salado). Presentan una sensación de frescor en boca debida al nivel de humedad, y son mantecosos al paladar. En los quesos más curados el aroma y sabor tienen una intensidad media, una presencia más acusada de sal, y, en ocasiones, son ligeramente picantes.

Alpujarras o Las Alpujarras

Es un queso fresco y semicurado elaborado con leche cruda, de coagulación enzimática y pasta prensada. En la zona de producción, que comprende las comarcas homónimas de las provincias de Granada y Almería, abundan los rebaños de cabras Murciano-granadinas y cabras Serranas donde el pastoreo de los pastos de la zona es un manejo tradicional. El queso se elaboraba tradicionalmente más en primavera. Su aroma suele ser intenso, con un tenue olor a cabra. El sabor es ligeramente láctico, a

veces algo astringente, ligeramente salado y picante en los quesos más viejos y en los conservados en aceite de oliva.

Aracena

Se denomina también Queso de la Sierra de Aracena. Es un queso madurado, de semicurado a añejo, elaborado con leche cruda. Son quesos de coagulación enzimática y pasta prensada. Este queso adopta también otras denominaciones asociadas a algunas características descriptivas, entre ellas, “sudado”, “picón” o queso “añejo” de cabra. La mayoría de los rebaños de la zona son de cabras serranas, y en algunos casos, cada vez más minoritarios, de raza Blanca Andaluza. Estos rebaños se manejan en régimen de pastoreo y se ordeñan estacionalmente, sobre todo en las épocas de pastos (invierno y primavera). El aroma y el sabor de estos quesos son potentes y de fuerte personalidad; de mayor intensidad en los quesos añejos o “sudados”, que los artesanos acostumbran a “sobar” repetidamente con las manos a lo largo de la maduración. Presentan un ligero toque picante y una sensación grasa al paladar, que a veces aparecen enmascarados en los quesos muy curados.

Cazorla

Es un queso madurado, de semicurado a curado, elaborado con leche cruda. La coagulación es enzimática y pasta prensada. Estos quesos presentan peculiaridades que los diferencian debido a la presencia en la zona de plantas aromáticas, entre ellas tomillo y romero, especies utilizadas frecuentemente como recubrimiento de sus cortezas. Sensorialmente se caracterizan por una gran intensidad aromática, con un tenue olor a cabra y diversos matices florales en los productos de corteza recubierta con plantas de la zona. El sabor es intenso, algo láctico y bien equilibrado, que a veces puede resultar desde ligeramente dulce hasta astringente con un toque que recuerda a los frutos secos. Son quesos que destacan por su gran cremosidad.

Málaga o Montes de Málaga

Es un queso fresco elaborado con leche cruda, son quesos de coagulación enzimática y pasta prensada. Estos quesos se elaboran principalmente con la leche procedente de rebaños de cabras de la raza autóctona Malagueña. En general, los

quesos frescos, cremosos al paladar, presentan un sabor ligeramente ácido y dulzón, que recuerdan a la leche de cabra. Suele tener un nivel de sal medio o bajo.

Serranía de Ronda

Es el nombre con el que se conoce a la variedad de queso fresco y semicurado elaborado con leche cruda, en la comarca homónima ubicada en la mitad suroccidental de la provincia de Málaga. Es una variedad de quesos de coagulación enzimática y pasta prensada. Se elaboraban tradicionalmente, desde el invierno hasta finales de primavera, cuando los cabreros de la comarca ordeñaban sus rebaños de cabras de las razas Negra Serrana y Payoya. El aroma y sabor son penetrantes, de intensidad media a fuerte, a veces con un toque picante más acusado en los quesos muy curados o conservados en aceite de oliva; el regusto en la boca es persistente.

Sierra de Cádiz

Bajo esta denominación se incluyen las variedades de quesos frescos, madurados y conservados en aceite de oliva, elaboradas tradicionalmente con leche cruda. Son variedades de coagulación enzimática y de pasta semidura, prensada, compactada y no cocida. En la zona de producción abundan los rebaños de la raza autóctona Payoya manejados en régimen de pastoreo durante todo el año. En los quesos frescos el sabor y aroma son los característicos de la cabra: láctico, y ligeramente dulzón; en los quesos curados pueden llegar a ser muy intensos, con un ligero toque picante en los más añejos.

Sierra Morena o Sierra Norte o Sierra Norte de Sevilla

Se identifica con estos nombres a la variedad tradicional de quesos de esta zona, fresco y semicurado elaborados con leche cruda. Son quesos de coagulación enzimática y pasta prensada. Tradicionalmente recibía también este mismo nombre el queso elaborado en las localidades de Sierra Morena de las provincias de Córdoba, Huelva y Jaén. El aroma y el sabor son ligeramente lácticos, de intensidad media, que recuerdan a la leche de cabra; los quesos más curados presentan un toque picante y un regusto persistente; en ocasiones algo salado y un abanico de matices diferentes propios de las plantas aromáticas de la zona de producción.

Sierras Subbéticas o La Tiñosa

Es un queso fresco elaborado con leche cruda. Se caracteriza por su coagulación enzimática y pasta prensada. Se elaboraba tradicionalmente durante el invierno y la primavera en las explotaciones caprinas de las sierras ubicadas en el sur de la provincia de Córdoba, donde el pastoreo de los rebaños era una práctica habitual. Tienen un aroma y sabor característicos, de intensidad media, algo lácticos, que recuerdan ligeramente a la especie caprina.

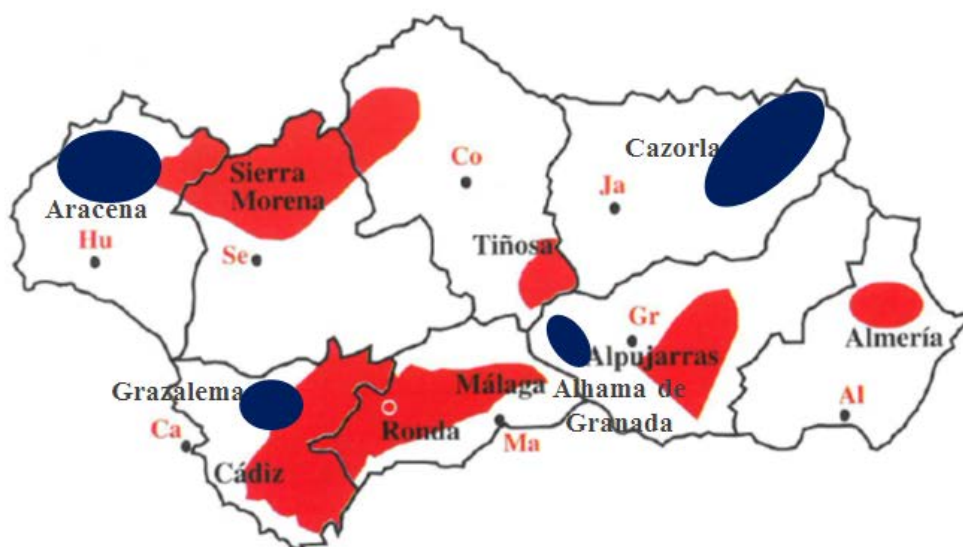


Figura 7. Localización geográfica de los quesos tradicionales andaluces de cabra. Fuente: Salguero y Díaz, 1997, modificada.

Hoy en día, los quesos tradicionales de cabra frescos y semicurados se fabrican utilizando leche pasteurizada aunque conservando las recetas tradicionales. La leche de cabra transformada en las queserías artesanas procede principalmente de las cuatro razas autóctonas lecheras andaluzas, Malagueña, Murciano-Granadina, Florida y Payoya. A pesar de que Andalucía es la primera región productora de leche de cabra a nivel nacional y la segunda a nivel europeo, los quesos andaluces aún no están acogidos a una DOP. Sin embargo, estos quesos presentan buenas perspectivas de futuro, derivadas del creciente interés de los consumidores por los productos tradicionales de carácter artesanal ligados al territorio. Por ello, para

Andalucía la defensa y promoción de los quesos de cabra es una tarea prioritaria por lo que en el año 2.007 nace la asociación Patrimonio Quesero Andaluz con el fin de promocionar el sector quesero, poniendo en valor el patrimonio artesanal.

Las queserías andaluzas, al igual que en el resto de España, siguen siendo en su mayoría empresas artesanales de carácter familiar, donde predomina la figura del trabajador autónomo. Elaboran productos de carácter tradicional, con poca apuesta por la innovación y productos ecológicos aunque poco a poco se van introduciendo otros tipos de queso como los quesos de coagulación láctica y de pasta blanda así como productos de innovación. Este sector está muy atomizado, siendo éste el principal problema para la comercialización y promoción de los quesos (MAPAMA, 2014).

Como ha ocurrido en otras regiones españolas, las ayudas de las políticas de la UE han contribuido en la reducción importante del censo total de industrias queseras, en la modernización y ampliación de las infraestructuras y en la mejora de la calidad sanitaria y sensorial de los quesos. Antes de la concesión de estas ayudas, las principales debilidades de estas queserías andaluzas eran (Ares, 2005):

- Bajo nivel de formación del quesero
- Instalaciones pequeñas y obsoletas
- Necesidad de un régimen tributario especial que les permita a los queseros reducir la presión fiscal y los costes laborales
- Necesidad de una legislación específica en Andalucía que regule la actividad quesera artesanal.
- Necesidad de campañas específicas de apoyo promocional por parte de la Administración.
- Ampliar los canales de comercialización fuera de sus circuitos habituales de venta local.
- Aumentar el nivel asociativo de los queseros
- La mayor parte de las queserías artesanales andaluzas presentan un bajo nivel de innovación en comparación con las grandes industrias.

La escasa información disponible en Andalucía sobre los cambios ocurridos en las pequeñas queserías artesanales a partir de las ayudas comunitarias y de las

restricciones sanitarias por el “Paquete de Higiene” hace necesario una investigación que analice la situación actual del sector y cómo estos cambios han influido en la calidad final de los quesos.

2.2.4. El queso de cabra tradicional andaluz

Los quesos tradicionales de cabra andaluces se elaboran con leche cruda o pasteurizada, dependiendo del tipo de queso, son de coagulación enzimática, pasta prensada, compacta y no cocida, forma discoidal, de corteza natural y pueden estar recubiertos de aceite de oliva, hierbas aromáticas, pimentón, cenizas o manteca de cerdo.

2.2.4.1. Proceso de elaboración del queso

La tecnología quesera consta de una serie de pasos encaminados a provocar, de forma controlada, la transformación de la leche en queso. Las fases de elaboración del queso se pueden resumir en las siguientes etapas:

Tratamientos previos

Estas operaciones se realizan antes de la elaboración del queso y están destinadas a la eliminación de las impurezas e higienización de la leche (termización o pasterización). En caso de someter leche a pasteurización, ésta se lleva a cabo mediante un tratamiento de al menos 72-74°C durante 15-20 segundos o a una temperatura baja de 65°C durante 30 minutos.

Coagulación

La coagulación consiste en la agrupación de las micelas de caseína, proteínas mayoritarias de la leche, formando un gel o malla que retiene en su interior el agua, los glóbulos grasos y las sales minerales. Para ello, se añaden los fermentos lácticos y el coagulante. La elección del coagulante depende del tipo de queso de cabra que se elabora. Así, para los quesos frescos se emplea mayoritariamente cuajo microbiano y para los quesos curados se utiliza, principalmente, cuajo animal. El coagulante vegetal se utiliza de forma minoritaria en algunas queserías de las provincias de Córdoba y Jaén. La firmeza del coágulo y textura de la cuajada dependerán del tipo de cuajo, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura y

de la acidez de la leche. El proceso dura unos 30-40 minutos y la temperatura es de 31-33°C.

Desuerado

El desuerado se corresponde con la sinéresis y la separación de las fases sólidas y líquidas con obtención de la cuajada. Esta etapa permite el control de la humedad y de la acidez de la cuajada gracias a la pérdida de minerales y de lactosa que se produce. Se inicia con el corte del gel en granos, del tamaño de garbanzos para los quesos frescos y de lentejas para los curados, con la ayuda de una lira calentándose la cuajada hasta una temperatura máxima de 37°C para favorecer el desuerado. Este calentamiento acelera el metabolismo de las bacterias lácticas retenidas en la cuajada, aumentando la producción de ácido láctico y disminuyendo el pH, lo que facilita la retracción de partículas y, por tanto, la expulsión del suero.

Moldeado

Se produce el llenado de moldes con los granos de cuajada obtenida en la etapa previa. Los moldes son de PVC de fácil limpieza y desinfección y microperforados para facilitar la eliminación del resto de suero. En las queserías tradicionales se suelen utilizar moldes tradicionales con dibujo de pleita y paños.

Prensado

La cuajada, en el interior de los moldes, es sometida a presión para facilitar la unión de los granos de la cuajada, lo que proporciona la forma definitiva del queso, permite un desuerado complementario y disminuye su acidez, favoreciendo el crecimiento de los diferentes microorganismos responsables de una adecuada maduración.

Salado

Una vez finalizado el tiempo de prensado se procede al salado en seco del queso por la técnica de frotación o espolvoreo con sal de grano grueso o sumergiéndolo en una solución de agua y sal (salmuera). Con la fase de salado, conseguimos realzar el sabor del queso, conservarlo evitando el crecimiento de microorganismos indeseables, completar la pérdida de suero y se favorece la formación de la corteza. En el caso de utilizar salmuera, la concentración de sal está

comprendida entre 15 – 18 ° Baume y a una temperatura entre 11 y 12 °C durante un número variable de horas en función del peso, temperatura, densidad de la salmuera y del tipo de queso de que se trate.

Maduración

Los quesos pasan a las cámaras de maduración, donde bajo unas condiciones de humedad de 80-85% y temperatura de 10-12°C, el queso sufre una serie de transformaciones bioquímicas (glicolisis, proteólisis y lipólisis) que determinan las características propias (físico-químicas y sensoriales) de cada tipo de queso. Durante los primeros días de maduración, los quesos se voltean de forma manual para evitar la deformación del queso y la correcta y uniforme formación de la corteza.

Acabado

Una vez finalizado el proceso de maduración, los quesos pueden presentarse en corteza natural o recubiertos con aceite de oliva, pimentón, hierbas aromáticas, cenizas y manteca de cerdo, entre otros.

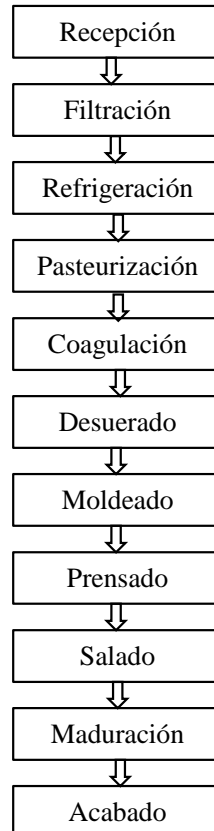


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso de cabra

2.2.4.2. Tipos de cuajo

La coagulación consiste en la agrupación de las miscelas de caseína, proteínas mayoritarias de la leche, formando un gel o malla que retiene en su interior el agua, los glóbulos grasos y las sales minerales. Para conseguir la coagulación se lleva la leche a una temperatura variable según el tipo de queso que se vaya a fabricar. En el caso de los quesos de cabra andaluces esta temperatura se sitúa entre 30 y 34 °C. Posteriormente, se aportan bien enzimas coagulantes (coagulación enzimática) que es la más frecuente en los quesos andaluces o se acidifica la leche mediante la incorporación de fermentos lácticos, hasta alcanzar un pH de 4.6 (coagulación láctica). Sin embargo, en la mayoría de los quesos se produce una coagulación mixta con predominancia de un tipo u otro de coagulación dependiendo del tipo de queso (Ares y col., 2009).

La fase de iniciación enzimática se corresponde con la hidrólisis de la κ -caseína entre los aminoácidos 105 y 106, es decir, entre la fenilalanina y la metionina (Mercier y col., 1973). La fase de agregación es la que provoca la coagulación de los coloides cuando la κ -caseína se encuentra hidrolizada, y en presencia de electrolitos (calcio iónico y fosfato cálcico). La desestabilización de las micelas conduce a la formación de una malla proteica (Payens, 1979).

Existen numerosas enzimas que pueden utilizarse para coagular la leche aunque 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 flavor). La actividad bioquímica (lipólisis y proteólisis) que desarrollan en el queso es diferente por lo que según el tipo de cuajo utilizado se obtendrá un tipo u otro de queso. Hoy en día se distinguen varios tipos de coagulantes:

- 1) *Coagulantes de origen animal.* De uso tradicional en los países mediterráneos, se extrae del cuajar o cuarto estómago de rumiantes lactantes (Fresno et al., 2014). Su actividad coagulante se debe a la acción de la quimosina y pepsina. La quimosina tiene una actividad específica sobre la κ -caseína de las micelas, produciendo su desestabilización y favoreciendo la coagulación de la leche. La pepsina, sin embargo, es mucho menos específica

(Jacob y col., 2010). La actividad lipolítica de los obtenidos de cordero o cabrito es mayor que los de ternero, favoreciendo la formación de ácidos grasos de cadena corta en el queso (Bustamante, 2002; Virto y col., 2003; Ferrandini y col., 2012; Tripaldi y col., 2015). El uso de cuajos naturales plantea, en ciertas ocasiones, problemas como su precio elevado, consideraciones éticas o religiosas sobre el modo de obtenerlo y dificultades en su abastecimiento, debido a la limitada disposición de estómagos (Jacob y col., 2010, Fresno y col., 2012; Rincón y col., 2017). Esto ha suscitado el empleo de cuajos comerciales.

- 2) *Coagulantes de origen vegetal*. Se obtiene a partir de hojas, flores, jugos o frutos de diversas especies vegetales tras una maceración en agua. Su actividad coagulante se debe a la acción de las cardosinas y ciprosinas (Sidrach y col., 2005; Chazarra y col., 2007; Sarmiento y col., 2009) que se obtienen, principalmente, de la flor de cardo (*Cynara cardunculus*) y de las de la higuera (*Ficus carica*). En otras regiones españolas, como las Islas Canarias, es más tradicional el empleo de la flor de alcachofa (*C.scolymus*) (García y col., 2015). El empleo de este tipo de cuajo se limita al queso artesanal, ya que la falta de estandarización de las flores de *C. cardunculus* limita su uso a nivel industrial (Almeida y col., 2015).
- 3) *Coagulantes microbianos*. Son, en su mayoría, de origen fúngico obteniéndose, principalmente de las cepas de *Rhizomocur miehei* (tradicionalmente denominado Mucor). Se utilizan en certificaciones ecológicas y son aptos para vegetarianos. Tienen ciertos inconvenientes, como el escaso rendimiento quesero al producir pérdidas de grasa y proteína en el desuerado (Zalazar y col., 1997), no siendo recomendables cuando se quieren obtener quesos de calidad (Jacob, 2010). Otro inconveniente es su poca especificidad, hidrolizando diversas fracciones caseínicas con la liberación de péptidos amargos y apareciendo diferencias en la firmeza de la cuajada (Law, 1987; Trujillo y col., 1994).

2.2.4.3. Patrimonio quesero andaluz

El sector quesero andaluz cuenta con una enorme tradición en toda Andalucía, con una gran variedad de quesos, producidos en áreas muy definidas y con características propias lo que hace que el patrimonio quesero andaluz sea muy variado. La realización de esta actividad constituye un valor añadido a la producción de leche en las explotaciones ganaderas, contribuyendo al sostenimiento de la población en el medio rural y a su desarrollo económico.

La producción de materia prima de calidad ligada al territorio (razas caprinas autóctonas) y el conocimiento del proceso tecnológico (recetas tradicionales) unido a una elaboración cuidadosa y personalizada por parte del artesano quesero hace que se obtengan productos singulares de gran valor patrimonial.

En el año 2.007 nace la asociación Patrimonio Quesero Andaluz con el fin de promocionar el sector quesero, poniendo en valor el patrimonio artesanal. En la actualidad, cuenta con más de treinta asociados y aglutina a la mayor parte del sector quesero artesanal de Andalucía. Adscrito bajo la denominación “QUESANDALUZ” (<http://www.quesandaluz.es/>), se trata de un equipo de carácter técnico de múltiples disciplinas que se encarga de prestar diferentes tipos de servicios a las queserías andaluzas, desde asesoramiento técnico y tecnológico, hasta organizar y realizar ferias, eventos, redacciones de libros y demás campañas de promoción que permiten dar a conocer el sector. Para la puesta en valor del patrimonio quesero artesanal andaluz, se han puesto en marcha las siguientes actividades:

1. Marca de Garantía “Queso de Andalucía de cabra”: Dado el interés común por parte de productores y elaboradores por defender y proteger un producto elaborado tradicionalmente en Andalucía, nace este distintivo de calidad, a través del cual las queserías adheridas al pliego de condiciones podrán disfrutar además de la marca Calidad Certificada, por el que la Junta de Andalucía reconoce aquellos productos con calidad garantizada en la producción y elaboración. Estos distintivos son muy valorados por el consumidor y el restaurador, ya que son símbolo de garantía. (Ver apartado “Queso de Andalucía de cabra con calidad certificada”).

2. Implantación de un Sistema de Mejora de la Calidad de la producción de Leche de cabra en las ganaderías de la asociación QUESANDALUZ, siendo subvencionables las acciones de implantación del programa de calidad, el asesoramiento técnico, la certificación, así como la realización de un estudio de mercado.
3. Difusión de las características de los quesos andaluces a través de charlas formativas y catas de queso en escuelas de hostelería, dietética, turismo, 11 colegios profesionales y colegios de educación primaria, dado que los actuales alumnos serán profesionales de la restauración en el futuro.
4. Colaboración y participación en proyectos de cooperación o Proyecto Lasos: desarrollo sostenible de las zonas rurales mediante el apoyo y consolidación de las pequeñas empresas lácteas o Proyecto Peques: Plataforma a nivel nacional para la defensa de intereses de las pequeñas queserías ante organismos públicos.
5. Asistencia Técnica a asociados en la implantación y seguimiento del programa integrado de gestión de queserías QUESECAM.

Figuras de calidad para el queso de cabra andaluz

Con la entrada en vigor del “Paquete de Higiene” (Reglamento CE nº 853/2004), algunos quesos tradicionales que no cumplían con los requisitos sanitarios perdieron su reconocimiento europeo. Por ello, para dar un impulso a la promoción y comercialización del queso artesano, el Gobierno Regional estableció la marca de “Calidad Certificada” y las marcas “Queso Artesano” y “Queso Artesano de Granja” donde se especifican los requisitos técnicos para la elaboración de los quesos amparados bajo estos sellos de calidad.

La marca de “Calidad Certificada” se aplica sólo al queso semicurado de leche de cabra pasteurizada y al queso curado de leche de cabra cruda o pasterizada. La marca “Queso Artesano de Cabra” contempla al queso elaborado con la intervención de un artesano, a partir de leche cruda o pasteurizada de cabra en un centro de transformación autorizado, con un volumen máximo de producción de leche al año de 1.500.000 litros. El “Queso artesano de Graja” contempla al queso elaborado con la intervención de un artesano, a partir de leche cruda o pasteurizada de cabra en un centro de transformación autorizado vinculado al titular de una sola

explotación ganadera o cónyuge o asimilado al efecto, familiar en primer grado de afinidad o consanguinidad y con un volumen de leche a transformar de 75.000 kilos de leche al año o la elaboración de 20 kilos de queso al día.

El queso de “Calidad Certificada” debe cumplir los siguientes requisitos:

- La leche antes de su transformación debe tener una bacteriología inferior a 250.000 gérmenes/ml para el queso elaborado con leche cruda e inferior a 500.000 gérmenes/ml para el queso elaborado con leche pasteurizada. No podrá contener, conservantes, inhibidores, catalasas, antibióticos, enzimas de maduración o almidón. Tampoco se podrá estandarizar la materia grasa (desnatar) ni proteica.
- Sólo se permite emplear *cuajo de cabrito*
- El moldeado sólo podrá realizarse mediante *moldes con paños*.
- Se permite el uso de fermentos (homofermentativos) y cloruro cálcico (sólo para aquellos elaborados con leche pasteurizada).
- Los formatos de los quesos amparados serán exclusivamente con pesos de entre 600-800 g, con forma discoidal, diámetro de 12-14 cm y una altura de 4-5 cm, o bien en pesos de 1.300-1.500 g si el diámetro es de 16-18 cm y la altura de 6-7 cm.
- Los mohos sólo podrán ser eliminados por frotación con agua templada salada o aceite. No podrán emplearse antifúngicos ni pinturas plásticas alimentarias para la corteza.
- El aceite utilizado para recubrir los quesos debe ser aceite de oliva virgen extra.
- Siempre dispondrán de un etiquetado facultativo que le permita ser diferenciado de los de su misma categoría, así como diferenciar los quesos protegidos elaborados con leche cruda y los elaborados con leche pasteurizada.
- Respecto al *proceso de elaboración del queso*, se distinguen las fases de recepción de la materia prima (leche de cabra), preparación de la leche (análisis y filtrado), cuajado (adición de fermentos y cuajo), Corte de la cuajada (separación de la cuajada y el suero), moldeado (llenado de moldes

con la cuajada), prensado (compactación de la cuajada), salado (adición de sal), madurado y acabado.

- Deberán de cumplir las *características sensoriales* establecidas, que para el *queso semicurado y curado pasteurizado* son: color que varía del blanco al amarillo claro con presencia de algunos ojos mecánicos; aroma de intensidad de media a fuerte con notas lácticas frescas (a leche/nata/mantequilla), tostadas (caramelo blando/toffe) y frutos secos (principalmente avellana) en quesos con mayor tiempo de maduración; textura firme, poco elástica, tornándose frágil cuando el queso alcanza un alto grado de maduración; sabores básicos ligeramente ácidos y equilibrio entre los sabores dulce y salado, con una persistencia media. Para el *queso curado de leche cruda* son: color amarillo claro con presencia de ojos mecánicos; aroma de intensidad fuerte con notas a animal y a ácido butírico y propiónico; textura firme, frágil y seca; sabor salado de intensidad media; pungente en nariz y picante en boca con una persistencia de media a larga.
- Deberán de cumplir las siguientes *características físico-químicas*: el queso semicurado de cabra de leche pasteurizada contendrá un mínimo de un 45% de materia grasa sobre extracto seco, un extracto seco de como mínimo del 60%, un pH mínimo de 5,2, un contenido de proteína sobre extracto seco mínimo del 35% y un contenido de cloruro sódico máximo del 3%. Para el queso curado de cabra elaborado con leche pasteurizada, el contenido de grasa mínimo será de un 50% sobre extracto seco, un extracto seco mínimo del 55%, un pH mínimo de 5,2, un contenido de proteína en extracto seco mínimo del 30% y un contenido de cloruro sódico máximo del 4%. Para el queso curado de cabra elaborado con leche cruda, el contenido de grasa mínimo será de un 50% sobre extracto seco, un extracto seco mínimo del 50%, pH mínimo de 5.0, un contenido de proteína en extracto seco mínimo del 30% y un contenido de cloruro sódico máximo del 4%.
- *Presentación y etiquetado*: la presentación del queso puede ser en unidades enteras, envasadas al vacío o no y en cuñas envasadas al vacío. El queso en unidades enteras y en cuñas puede ir además untado en aceite de oliva virgen extra. Se podrá envasar al vacío en unidades enteras o cuñas. Los quesos elaborados con leche cruda llevarán una etiqueta negra como distintivo

mientras que los elaborados con leche pasteurizada tendrán una etiqueta de color verde.

- *Método de control:* existirá un organismo que certificará que las explotaciones cumplen lo estipulado por el pliego de condiciones y realizarán auditorías periódicas.



Figura 10. Distintivos de los quesos de calidad Certificada

El “Queso Artesano de Cabra” y el “Queso Artesano de Cabra de Granja” deben de cumplir los siguientes requisitos:

- La leche antes de su transformación debe tener una bacteriología inferior a 250.000 gérmenes/ml para el queso elaborado con leche cruda e inferior a 500.000 gérmenes/ml para el queso elaborado con leche pasteurizada y debe de proceder de rebaños declarados indemnes u oficialmente indemnes a brucelosis y tuberculosis (si el rebaño está junto a bovinos o si elabora queso a partir de leche cruda con un periodo de maduración inferior a 60 días). Además debe de estar exenta inhibidores, calostros, conservantes y residuos de productos zoonos.
- El *cuajo* será de tipo comercial, pudiéndose emplear tanto los de *origen animal* como *vegetal*.
- Se permite el empleo de *fermentos lácticos* tanto en leche cruda como en leche pasteurizada.

- Dentro de las *materias primas facultativas autorizadas*, se encuentran: el cloruro sódico para el salado, las sales de calcio (cloruro cálcico y carbonato cálcico) y las sustancias naturales para la conservación y diferenciación de los quesos como: aceite de oliva, especias, hierbas aromáticas, salvado de trigo, manteca de cerdo o vino. Podrán emplearse técnicas de ahumando a partir de maderas naturales y exentas de tratamientos, así como cualquier otra técnica conforme la normativa vigente.
- El *moldeado* sólo podrá realizarse de forma *manual* y en moldes con *paños*.
- Se permite el *envasado al vacío*, tanto de piezas enteras como de porciones de las mismas
- En su etiqueta, pueden utilizar el *distintivo de Artesanía Alimentaria* así como la mención de *Producto Artesano*.



Figura 11. Distintivos de los quesos artesanos de cabra.

2.3. PARAMETROS DE CALIDAD DEL QUESO DE CABRA

2.3.1. Composición de la leche de cabra

Las principales diferencias en la composición de la leche entre las diferentes especies de rumiantes, vaca, cabra y oveja se encuentran en el contenido y perfil de ácidos grasos (Pizillo y col., 2005) y en la estructura de las caseínas (Pirisi y col., 1996; Rubino y col., 1999), siendo muy diferente la leche de cabra respecto a la de oveja y vaca.

Así, la leche de cabra tiene un contenido graso medio (4,3%) mayor al de la vaca (3,6%) e inferior al de oveja (7,0%), oscilando entre un 3 y un 6 % según raza, tipo de alimentación, factores medioambientales, momento de la lactación, etc. Otra característica de la leche de cabra es el pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2 μm en la leche de cabra contra un promedio de 3-5 μm en la de vaca) que además, al no contener aglutinina (proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño), se encuentran dispersos en la leche lo que hace que ésta sea más fácil de digerir. En relación al perfil de ácidos grasos, la leche de cabra tiene un alto contenido de ácidos grasos de cadena media (35% frente a un 17% de la leche de vaca), donde los ácidos caproico (C6:0), caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0) representan el 15% en la leche de cabra frente al 5 % en la de vaca (Boza y Sanz Sampelayo, 1997).

Otra de las diferencias se encuentra en la estructura de las caseínas de la leche de cabra, que tienen distinto tamaño, grado de hidratación y proporción entre las β y α -caseínas con respecto a las estudiadas en otras especies lecheras (Raynal-Ljutova y col., 2011). Así, el tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) y el grado de hidratación es menor. En relación a la proporción entre las β y α -caseínas, la fracción predominante de proteína en la leche de vaca es la α_{s1} -caseína mientras que en la leche de cabra son la β -caseína y la α_{s2} -caseína. En la leche de cabra, existe un polimorfismo genético ligado a la presencia en mayor o menor cantidad o incluso ausencia de la α_{s1} -caseína (CSN1S1) que influye en la calidad tecnológica de esta leche. Es decir, se han identificado variaciones en la secuencia de aminoácidos de estas proteínas que se corresponden con cambios en la secuencia de nucleótidos en el ADN de los genes que las codifican (Martin, 1993) y que son responsables de cambios en la funcionalidad de las mismas al estar relacionados con funciones específicas, tales como retención de agua, gelificación, emulsificación y formación de espuma (Moioli y col., 1998). Los aspectos de composición y comportamiento tecnológico más importantes ligados a la presencia de α_{s1} -caseína en la leche de cabra son: mayor contenido en sólidos totales, en proteínas y en caseínas, mayor rendimiento quesero, mayor tiempo de coagulación, mayor resistencia al calor, mayor firmeza del coágulo a los 30 minutos y mayor valor del pH (Sanz, 2007).

Dentro de las razas andaluzas, se ha encontrado mayores valores medios de α_{s1} -caseína en la leche de Murciano-Granadina que en la de la raza Malagueña (Caravaca y col., 2008). La composición media de la leche de cabra se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición de la leche de cabra (%). Fuente: Boza y Sanz Sampelayo, 1997.

Sólidos totales	11.7-15.2
Proteínas	2.9-4.6
Grasa	3.0-6.6
Lactosa	3.8-5.1
Cenizas	0.7-0.9
pH	6.4-6.7

2.3.2. Composición físico-química del queso

2.3.2.1. pH

La lactosa es, cuantitativa y cualitativamente, el principal carbohidrato de la leche. Su concentración varía entre 4,2 y 5%, siendo en general, su contenido más bajo al final de la lactación. Es un disacárido constituido por una molécula de α -D-glucosa y otra de β -D-galactosa, presentándose en forma de α -lactosa monohidratada y de α y β -lactosas anhidras (Scott y col., 2002). La mayor parte de la lactosa de la leche se pierde durante el desuerado como lactosa o lactato. Sin embargo, al finalizar la elaboración (tras el salado), todavía quedan pequeñas concentraciones de lactosa en la cuajada. Esta lactosa es rápidamente metabolizada a L-lactato por las bacterias ácido-lácticas del cultivo iniciador durante los primeros estadios de maduración, a un ritmo determinado por la temperatura y el contenido de sal en relación a la humedad de la cuajada (McSweeney, 2004). El aumento del lactato provoca un descenso rápido del pH que desarrolla el aroma del queso, modifica su estructura (por solubilizarían de los minerales ligados a las caseínas), favorece la retracción de la cuajada y protege el medio, al impedir el desarrollo de otros microorganismos perjudiciales e inhibir acciones enzimáticas alterantes (Lindgren y Dobrogosz, 1990).

Así, el pH depende del grado de hidrólisis sufrido por la lactosa tras la coagulación de la leche y de la cantidad de ésta que quede retenida en la cuajada tras el desuerado. Las primeras operaciones en la elaboración del queso determinan el grado de acidificación de la cuajada hasta el momento del salado. A partir de este momento, la actividad proteolítica de bacterias y mohos provoca la liberación de sustancias neutras o alcalinas que mantienen o elevan el pH y provocan la disminución de la capacidad tampón de la cuajada. El pH óptimo durante la coagulación del queso está comprendido entre 5,7 y 6. A este pH se produce una red tridimensional muy regular, que atrapa glóbulos grasos de 2-3 μm de diámetro. Las primeras fuerzas responsables de la cohesión del gel son enlaces no covalentes (puentes de hidrógeno, hidrófobas e interacción electrostática), de los que dependen posteriormente las propiedades reológicas del queso. Por tanto, pequeños cambios en la composición iónica modifican sustancialmente la interacción de la proteína y tienen una repercusión importante sobre la estructura final y la calidad del gel proteico (Marchesseau y col., 1997) y por tanto, sobre la textura (McSweeney, 2004).

Los valores de pH para los quesos de cabra españoles varían entre para los quesos frescos y para los quesos más curados. Dentro de los quesos frescos andaluces, el pH varía entre 5,7 para el queso de Cádiz y 6,2 para el queso de Ronda (Fernández-Salguero y Díaz, 1997)

2.3.2.2. Agua

El queso es una matriz tridimensional formada por gránulos de cuajada y partículas grasa, cuya estructura depende del contenido de agua siendo éste muy variable dependiendo de la forma en que se realiza la coagulación, el desuerado, el prensado y la maduración del queso. El agua confiere plasticidad a la matriz por lo que cuando aumenta el contenido, la estructura se vuelve más plástica, determinado algunas propiedades de textura como la firmeza (Gambaro y col., 2017).

Scott (1991) afirma que el agua en el queso se encuentra en tres formas diferentes: agua libre que contiene sustancias solubles, agua retenida por fuerzas de

atracción a las partículas de la cuajada y la grasa y agua ligada a la estructura de algunos componentes de la cuajada (proteínas). En este sentido, Hardy (1997) y Eck (1990) señalan como factores principales que modifican el contenido de esta fracción de agua ligada al queso el salado de la cuajada y la deshidratación producida durante la maduración.

Al principio de la maduración, se produce una rápida pérdida de agua como resultado de la evaporación en la superficie del queso que se ve favorecida por los movimientos del agua del interior a la superficie del queso a través de porosidades en la estructura del mismo. La desecación de la corteza provoca la acumulación de sustancias solubles en esta zona. Conforme avanza la maduración, la estructura se hace más compacta y la velocidad de difusión del agua residual es más lenta, siendo principalmente agua no solvente. La velocidad de proteólisis decrece, probablemente, debido al menor contenido de agua solvente (Pierre y col., 1999). Además, a medida que aumenta el tiempo de maduración, se incrementa la capacidad de retención del agua (Guo y Kindstedt, 1995).

2.3.2.3. Grasa

Uno de los principales constituyentes del queso es la grasa, componente de alto valor nutritivo al aportar grandes cantidades de energía, ácidos grasos, triglicéridos, fosfolípidos y vitaminas liposolubles. El porcentaje de grasa en el queso está determinado por el contenido en grasa de la leche utilizada, por el tamaño del glóbulo graso, por la velocidad de coagulación, por el tratamiento de la cuajada y por el tiempo de maduración.

La materia grasa de la leche se encuentra constituida fundamentalmente por triglicéridos (97-98 %) de bajo punto de fusión (líquidos a temperatura ambiente) y el resto son di- y monoacilgliceroles, ésteres de colesterol y colesterol libre, ácidos grasos libres y fosfolípidos. Rodeándolos aparece una membrana lipoproteica, cargada negativamente, que estabiliza la emulsión al impedir que los glóbulos grasos se agrupen y además los protege de oxidaciones y de enzimas lipolíticas.

Durante la etapa de maduración la fracción lipídica sufre profundas transformaciones, influyendo en las características físicas, reológicas y organolépticas que van a determinar el tipo de queso elaborado (Chamorro y Losada, 2002). Generalmente, la fracción lipídica del queso se degrada vía enzimática (lipólisis) ya que la oxidación (degradación vía química) está muy limitada debido al bajo potencial redox que presenta el queso y a la presencia de antioxidantes naturales. Las lipasas hidrolizan la grasa con liberación de ácidos grasos, glicéridos parciales o, en último término, glicerol. La actividad de estas lipasas se ve influida notablemente por múltiples factores como la calidad de la leche de partida, la agitación y la homogeneización de la misma, el tiempo y la temperatura de maduración, el valor pH del queso, la microflora presente, la adición o no de cultivo iniciador, la pasteurización, el tiempo de salado y el tipo y cantidad de coagulante utilizado (Walstra y col., 2001). Estas enzimas proceden de la leche de partida, de cultivos iniciadores, del cuajo o de otras fuentes. Los mohos son los microorganismos de mayor actividad lipolítica.

La grasa influye sobre las características reológicas del queso. Así, su firmeza a pesar de estar determinada fundamentalmente por el contenido de proteína, cloruro sódico y agua (Chen y col., 1979), también se ve afectada por el intervalo de fusión de la grasa (Fox y col., 1993). La grasa, además, favorece la adhesividad, mejorando la homogeneidad de la pasta y confiriendo un aspecto cremoso (Catalano y col., 1985; Stampanoni y Noble, 1991). La grasa tiene una importante participación en la formación del aroma del queso, siendo una fuente clave de los componentes responsables del flavor o de sus precursores (Wijesundera y Drury, 1999). La grasa contiene una alta concentración de ácidos grasos libres de cadena corta y media (C4:0-C8:0 y C10:0-C14:0 respectivamente) liberados en el transcurso de la maduración mediante la lipólisis, (Olson y Johnson, 1990, Urbach, 1993; McSweeney y Sousa, 2000). Por el contrario, los ácidos grasos libres de cadena larga (>14 átomos de Carbono) tienen una influencia menor en el aroma debido a que sus umbrales de percepción son más altos (Molimard y Spinnler, 1996). Además, los ácidos grasos libres actúan como sustrato para varias reacciones catabólicas que producen compuestos aromáticos como metil cetona, lactonas, ésteres, alcanos, y alcoholes secundarios (McSweeney y Sousa, 2000).

La influencia de la grasa en la producción del aroma característico de cada queso es específica de las distintas variedades. En algunos quesos, el aroma está fuertemente influenciado por la producción de ácidos grasos libres, mientras que en otras variedades de queso la intensidad aromática no depende de este contenido, siendo más importante la función que ejerce la grasa como disolvente de compuestos aromáticos (Jameson, 1990; Olson y Johnson, 1990).

2.3.2.4. Proteína

La leche contiene dos tipos de proteínas: caseínas y proteínas séricas. Las caseínas constituyen más del 80% de las proteínas totales, presentándose en forma micelar gracias a su carácter anfílico y a su fosforilación, que favorece la interacción entre ellas y con el fosfato cálcico. Se producen en la glándula mamaria, excepto la γ -caseína que se origina tras una proteólisis de la β -caseína subdividir básicamente en cinco tipos, caseínas α_1 , α_2 , β , γ y κ (Scott y col., 2002).

Existen numerosos modelos propuestos para explicar la estructura de la micela de caseína. El más aceptado es el que afirma que la micela está constituida por un conjunto de submicelas, a su vez constituidas por agregados de moléculas de caseína. En la superficie de la micela se localiza la κ -caseína, uniéndose al centro de la caseína su zona hidrófoba y proyectando al exterior el macropéptido hidrofílico hacia la fase acuosa formando una capa de filamentos, responsables de la estabilización estérica de la proteína (Walstra y col., 2001).

La proteólisis es el fenómeno más complejo de todos los procesos bioquímicos que tienen lugar durante la maduración del queso, afectando al desarrollo del flavor y textura (Fox et al., 1993). Se divide en dos fases: la proteólisis primaria, que comprende la hidrólisis de las caseínas producida por la acción de proteinasas residuales del cuajo y la proteólisis secundaria, caracterizada por la hidrólisis de los péptidos y polipéptidos producidos durante la proteólisis primaria, como consecuencia de la acción de las bacterias, microorganismos o enzimas del cultivo iniciador, que producen péptidos y aminoácidos libres (Desmazeaud y Gripon, 1977; Boutoial y col., 2013). Este fenómeno bioquímico, que comienza durante la coagulación y se completa durante la fase de maduración, afecta tanto a la

textura (por acción del cuajo residual y de la plasmina se produce una solubilización de la caseína haciendo la masa del queso más blanda y untuosa) como al flavor del queso (las enzimas del coagulante, del cultivo iniciador y de la microflora degradan las proteínas a péptidos y aminoácidos libres que participan directamente en el aroma y sabor o sirven de precursores para el desarrollo del flavor).

Las enzimas que intervienen en este proceso proceden de diferentes fuentes como enzimas endógenas de la leche, enzimas de los microorganismos del cultivo iniciador, enzimas coagulantes, la flora superficial (mohos blancos, bacterias halotolerantes) del queso y otras añadidas con la finalidad de acelerar la maduración o acentuar el sabor del queso.

2.3.2.5. *Minerales*

La leche contiene sales, en su mayor parte disueltas y otras en estado coloidal. La mayoría son de tipo mineral (fosfatos, cloruros, bicarbonatos, etc.) aunque también las hay de origen orgánico (citratos y lactatos). Pese a su porcentaje relativamente bajo (0,7%), ejercen gran influencia sobre las características de la leche (Chamorro y Losada, 2002).

La composición mineral del queso depende de la leche de partida y del proceso tecnológico, fundamentalmente de la coagulación, desuerado y salado. Las sales más importantes en la elaboración del queso son los fosfatos y citratos de calcio y magnesio. La cantidad de calcio disponible afecta al tamaño de las micelas de caseína, por lo que la adición de cloruro cálcico antes del cuajado aumenta el tamaño de éstas (Scott y col., 2002). Aproximadamente el 60% del calcio suele hallarse en estado coloidal, participando en la estructura del complejo caseínico y tan sólo una décima parte se encuentra en forma de calcio reactivo.

Las cenizas del queso están constituidas por la sal añadida a la cuajada y por los componentes minerales derivados de los cloruros, fosfatos y citratos de sodio, calcio y magnesio que forman las sales de la leche e intervienen en la constitución de componentes orgánicos. También habrá que tener en cuenta el cloruro de calcio añadido a la leche pasteurizada o refrigerada durante largo tiempo, para restablecer el

equilibrio entre el calcio soluble y el coloidal y facilitar el proceso de coagulación y la consistencia del coágulo.

La sal proporciona al queso cierta protección sobre microorganismos indeseables, afecta a la acción enzimática, potencia su sabor, ayuda a la formación de la corteza y complementa el desuerado. Skeie y col. (1997), observaron que quesos bajos en sal presentaban menor porcentaje de materia seca, pH más alto, mayor proteólisis, mayores niveles de ácido glutámico, pirúvico y úrico, así como menor firmeza y sabores amargos. El objetivo del salado es conseguir en el queso una concentración de sal normalmente de 1,5%-2,5%, deteniendo la acidificación, y de sus condiciones de maduración. Niveles altos de sal/humedad pueden producir un efecto inhibitor sobre la proteólisis y la degradación de la lactosa. El contenido en sal también afecta a la lipólisis, aumentándola (Nájera y col., 1999). En los quesos frescos con un contenido en humedad igual o superior al 40%, en los que no se ha producido proteólisis o ésta es muy limitada, la sal añadida es prácticamente el único depresor de la actividad de agua del queso (Marcos y col., 1981), estando directamente relacionada con la concentración de cloruro sódico en la fase acuosa.

2.3.3. Análisis sensorial en el queso

2.3.3.1. Generalidades

La evaluación sensorial es la valoración de un alimento por medio de los sentidos. El hombre, desde su infancia, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo a las sensaciones que experimenta al observarlos y/o al consumirlos (color, olor, dureza, aromas, picor...). Este aspecto de la calidad global de los alimentos es lo que se denomina calidad sensorial (Costell y Durán, 1981).

La evaluación de esta calidad se lleva a cabo mediante una disciplina científica, el análisis sensorial, cuyo instrumento de medida es el propio hombre. El análisis sensorial se define como el examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (ISO, 2008).

Las propiedades organolépticas o sensoriales son, por tanto, los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son la apariencia, el flavor y las propiedades de textura (Anzaldúa-Morales, 1994). El orden en el que son percibidos estos atributos se presenta como Figura 12.

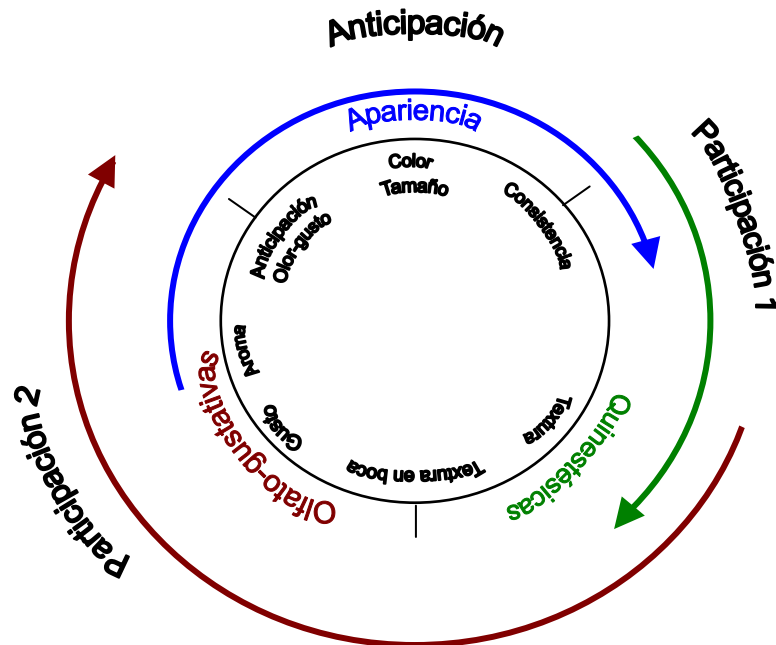


Figura 12. Circulo de atributos modificado por Szczesniak y Kramer. Fuente: Birch y col., 1977.

El perímetro del círculo está dividido en tres zonas correspondientes a estos tres atributos principales: el de la apariencia que se percibe por el sentido de la vista, el de la textura o propiedades quinestésicas que se percibe por los sentidos del tacto y el oído y el correspondiente al flavor o conjunto olfato-gustativo que se corresponde con los sentidos del gusto y el olfato. Aunque en principio se puedan considerar estas tres zonas como independientes, esto no es así. Las distintas zonas se solapan unas con otras pudiéndose percibir algunos atributos por más de un sentido de forma diferente o interferir sobre la percepción de otros. Es evidente que los atributos de un producto así definidos no son estáticos, sino que dependen del consumidor y de la forma en que el producto se encuentre en el momento de su valoración, es decir, en el estante del supermercado, durante la elaboración o presentado en el plato para ser consumido. En cada situación el modelo de atributos será diferente.

Cuando se examina al producto en la última situación esto es, en la mesa, los atributos se clasifican según en el momento en que son percibidos en *atributos de anticipación*, de *participación primera* y de *participación segunda*. Los atributos de anticipación incluyen los de apariencia y los de las zonas de solapamiento, la consistencia visual y la expectación del flavor. Los atributos de textura se manifiestan únicamente cuando el producto ha sufrido una deformación por lo que este grupo de atributos se percibe sólo cuando el producto es manipulado (cortado con un cuchillo, tomada una porción con una cuchara, presionado con un dedo, etc.) o consumido y por tanto, son atributos de participación primera que incluyen además de los de textura, los de las zonas de solapamiento, la consistencia visual en la zona de solapamiento con los atributos de apariencia y los de textura en boca en la zona de solapamiento con los olfato-gustativos. Los atributos olfato-gustativos se manifiestan únicamente cuando el producto es consumido y por tanto, son atributos de participación segunda. Estos incluyen el olor, el gusto y el aroma así como los de las zonas de solapamiento con la textura y los de anticipación de un olor-sabor en la zona de solapamiento con los atributos de apariencia.

La apariencia

Se define como todos los atributos visibles de un alimento (ISO, 2008). La apariencia constituye un elemento fundamental en la selección de un alimento. La primera impresión visual que se recibe siempre es la determinativa, en gran medida de la decisión de aceptación o rechazo. Hutchings (1977) establece tres categorías de atributos: las **propiedades ópticas**, la **forma física** y el **modo de presentación**. Estos, se combinan entre sí de diferentes formas para formar las imágenes de cualquier producto.

Las **propiedades ópticas** dependen de las modificaciones cromáticas y geométricas de la luz en la interacción con el alimento y son el *color*, el *brillo*, la *translucidez* y la *uniformidad de estas propiedades*. El *color* no solo define la calidad de un producto sino que también interviene en la decisión del consumidor. Se trata de la primera característica percibida y determina el primer juicio sobre la calidad de un producto. Se define como la sensación inducida por la estimulación de la retina mediante los rayos de luz de varias longitudes de onda y se caracteriza por tres parámetros: el tono o matiz que se corresponde con la longitud de onda del mensaje

luminoso; la luminosidad o intensidad de color, que depende de la energía de la fuente luminosa y de la longitud de onda de la luz reflejada y la saturación o pureza que se refiere a la intensidad de la sensación cromática que provoca la luz. El *brillo* se define como el atributo de una superficie lustrosa mostrando la reflexión de la luz. La *translucidez* es la tercera propiedad óptica de apariencia y está relacionada con el paso de luz a través de los objetos, pudiendo ser estos: transparentes, translúcidos u opacos (ISO, 2008).

La **forma física** incluye las propiedades que determinan la forma y textura visual; entre estas propiedades están la *forma*, el *tamaño*, la *regularidad superficial* y la *consistencia visual*. El modo de presentación incluye aquellas propiedades del producto comercializado que se presentan tanto en el comercio como en la propia mesa.

El **modo de presentación** se estudia tanto en el producto envasado como servido en el plato e incluye cuatro aspectos, *descripción del producto* (nombre y precio, etc.), *empaquetado o envoltura* (forma, diseño, color, "lo llamativo que sea", etc.), *fenómenos de contraste de colores adyacentes e iluminación*. Estos cuatro aspectos son aplicables al producto envasado y los dos últimos al producto presentado en el plato.

El flavor

El flavor es el conjunto complejo de propiedades olfativas y gustativas que se perciben durante la degustación y que puede estar influido por las propiedades táctiles, térmicas, dolorosas e incluso por efectos quinestésicos (ISO, 2008).

Se define sustancia olorosa como cualquier sustancia o estímulo que produce un olor perceptible; el **olor/aroma** es la percepción de sustancias volátiles, agradables o desagradables por medio de la nariz, considerándose olor cuando se aspira por vía directa y aroma por vía retronasal. El olor de cualquier alimento es una mezcla compleja de multitud de moléculas olorosas de distintos tipos, cada una en una concentración determinada. Estos compuestos volátiles alcanzan los receptores olfativos localizados en la nariz y una vez que éstos detectan las moléculas, envían mensajes específicos a centros superiores del cerebro, donde se produce la

identificación efectiva del olor. Una característica particular de las sustancias odoríferas es la baja concentración a la que se encuentran en los alimentos, que puede variar desde $\mu\text{g/L}$ a mg/L , debiéndose utilizar técnicas analíticas muy sensibles para su identificación y cuantificación. Así, para analizar el olor se utilizan grupos de personas altamente seleccionadas y entrenadas para tal fin ya que, en la actualidad, no existen técnicas instrumentales con la suficiente sensibilidad para identificar y cuantificar los compuestos con actividad aromática de un alimento.

En la naturaleza hay una gran diversidad de olores difícil de clasificar y no se han podido determinar unos olores básicos, a pesar de que han existido numerosos intentos. Ni siquiera se puede establecer cuantos olores distintos es capaz de percibir el olfato humano. Se sabe que el mismo compuesto químico a diferentes concentraciones puede oler de forma distinta y que compuestos químicos de diferentes familias dan la misma nota olfativa. Parece ser, no obstante, que existe una cierta relación entre el tipo de olor característico y la composición química. Desde el punto de vista sensorial y para facilitar el entrenamiento de los paneles analíticos, los olores y aromas de los alimentos se clasifican en Ruedas de olor, en las que las diferentes notas olfativas se clasifican en familias de olores y subfamilias atendiendo a la similitud existente entre ellas, independientemente del compuesto/s químico/s que las ocasionen. Así, se han desarrollado ruedas específicas para distintos alimentos y bebidas como ruedas para el agua, el vino, la cerveza, el café, el chocolate, la miel o los quesos.

Otra característica importante del olor es la intensidad o potencia de éste y su relación con el tiempo, ya que el olor tiene dos propiedades: la persistencia y la adaptación y en las cuales está involucrado el tiempo. La persistencia, se evalúa midiendo el tiempo que transcurre desde que se ha retirado la sustancia olorosa y la persona continúa percibiendo ese olor de manera uniforme. Oler de forma constante o persistente puede causar una pérdida de sensibilidad que puede durar desde unos segundos hasta una hora o más, lo que se conoce como adaptación.

La **sensación del gusto o sabor básico** resulta de la estimulación de una serie de receptores específicos para cada una de las clases. Se consideran cinco sabores básicos: salado, ácido, dulce, amargo y sabroso. El sabor básico ácido describe el

sabor elemental producido por disoluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos como los ácidos cítrico y tartárico y su intensidad depende del grado de disociación del ácido, de su concentración, de su naturaleza y de la capacidad tampón de la saliva. El sabor salado está ligado a la presencia de sales en el alimento como el cloruro sódico y su intensidad depende de su concentración. El sabor dulce se deriva de la estimulación sensorial por parte de una gran cantidad de compuestos hidroxilos alifáticos no ionizados, en particular glicoles, alcoholes, azúcares y derivados químicos de los azúcares, así como otras estructuras químicas. El sabor amargo está producido por alcaloides como la quinina, la cafeína y la estricnina, considerándose que los sabores amargos poseen los umbrales de sensibilidad más reducidos y el sabor sabroso o umami se asocia al glutamato monosódico y a dos ribonucleótidos, el GMP (guanosin monofosfato) y el IMP (inosin monofosfato). El sentido del gusto forma parte de nuestro sistema sensorial químico y se estimula por sustancias químicas que contienen los alimentos. Para que se produzca la sensación gustativa es necesario que la sustancia química se pueda disolver dentro de la boca. Los receptores químicos o papilas gustativas se encuentran mayoritariamente repartidos sobre la superficie de la lengua aunque también se hallan en el resto de la cavidad bucal. El mecanismo por el cual se perciben estos sabores elementales requiere, en primer lugar, la disolución de la sustancia en la boca ayudado por la secreción salivar seguido por la excitación de los receptores gustativos (células gustativas), que transmiten los impulsos nerviosos por los nervios gustativos y éstos a los centros operativos en el cerebro donde se genera la sensación del gusto (ISO, 2008).

Las **sensaciones trigeminales** u otras sensaciones químicas son las resultantes de la irritación causada por estímulos químicos en la boca, nariz o garganta. Entre ellas cabe citar la sensación picante, la irritante, la pungente, la ardiente, la astringente y la refrescante. Estas se pueden clasificar en térmicas y dolorosas. Las térmicas se definen como aquellas sensaciones de frío o calor, producidas por ciertas sustancias, sin relación con la temperatura, como la sensación producida por la capsaicina (calor) o el mentol (frío). Dentro de las dolorosas, se incluyen la sensación de astringencia en la boca, que describe la sensación bucal compleja resultante de la contracción de la superficie de la mucosa de la boca producida por disoluciones diluidas de sustancias tales como algunos taninos. Otras de las sensaciones dolorosas son la de pungente o irritante definida como aquel

producto que produce una sensación de irritación de las mucosas nasales (vinagre, mostaza) y la de picante definido como la de aquel producto que produce una sensación de irritación de las mucosas como la del alcohol, pimienta o chile (Jellinek, 1985).

La textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa-Morales, 1994). Según ISO (2008) se define como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecanorreceptores, los receptores táctiles y en ciertos casos, los visuales y los auditivos.

Las **propiedades mecánicas** son aquellas relacionadas con la reacción del producto a una fuerza externa y pueden ser divididas en primarias y secundarias. Las primarias son los que se correlacionan con una propiedad tal como la fuerza, deformación o energía y son la dureza, la cohesividad, la elasticidad, la adherencia y la viscosidad; los secundarios son los que resultan de la combinación de las propiedades primarias, de tal forma que por ejemplo la cohesividad está relacionada con la fragilidad, la facilidad de masticación y la gomosidad y se define en función de ellas. La *dureza* es la propiedad mecánica de la textura relativa a la fuerza requerida para deformar el alimento o para hacer penetrar un objeto (cuchara, cuchillo) en él. La *cohesividad* es la propiedad mecánica relativa al grado de deformación de un producto antes de romperse y está relacionada con la fragilidad, la facilidad de masticación y gomosidad. La fragilidad es la propiedad mecánica de la textura relacionada con la cohesión y con la fuerza necesaria para romper un producto en trozos. La facilidad de masticación es la propiedad mecánica de la textura relacionada con la cohesión y con el tiempo necesario o el número de masticaciones requeridas para dejar un producto sólido en las condiciones necesarias para su deglución. La gomosidad es la propiedad mecánica de la textura relativa a la cohesión de un producto blando y está relacionada con el esfuerzo requerido para reducir el producto al estado necesario para su deglución. La *elasticidad* es la propiedad mecánica de la textura relativa a la rapidez de recuperación de la deformación después de la aplicación de una fuerza o al grado de dicha recuperación.

La adherencia es la propiedad mecánica de la textura relativa al esfuerzo requerido para separar la superficie del alimento de otra superficie (lengua, dientes, etc.) y la *viscosidad* que es la propiedad mecánica de la textura relativa a la resistencia al flujo. Responde a la fuerza requerida para pasar un líquido de la cuchara a la boca para tragarlo o extenderlo sobre un soporte (ISO, 2008).

Las **propiedades geométricas** son aquellas relacionadas con el tamaño, forma y distribución de las partículas en el producto y son la granulosidad y la estructura. La *granulosidad* es la propiedad geométrica de la textura relativa a la percepción de las dimensiones y de la forma de las partículas de un producto y la *estructura* es la propiedad geométrica de la textura relativa a la percepción de la forma y orientación de las partículas en el producto.

Las **propiedades de composición**, también llamadas de superficie, son las que indican la presencia de algún componente en el alimento y están relacionadas con el contenido de agua o humedad, grasa del producto o de cualquier otro componente (harina). En la cavidad bucal también se relacionan con el modo en que los constituyentes se liberan. La *humedad* se define como la propiedad superficial de la textura relativa a la percepción de la cantidad de agua absorbida o liberada por el producto y el *carácter graso* es la propiedad superficial de la textura relativa a la percepción de la cantidad o tipo de la grasa contenida en el producto (ISO, 2008).

Por tanto, no puede hablarse de la “textura de un alimento” como si fuera una sola característica de éste sino que hay que referirse a los atributos de textura o propiedades de textura del alimento.

2.3.3.2. Condiciones generales del ensayo en el análisis sensorial del queso

La norma ISO 22935-1:2009 para la leche y productos lácteos establece los requisitos para la formación de catadores y las condiciones necesarias para realizar el análisis (Sala de cata, preparación de muestras, temperatura de servicio y hora del ensayo).

Panel de cata

Las personas que intervengan como catadores deben hacerlo de forma voluntaria. Los candidatos deberán ser seleccionados, entrenados y evaluados por el jefe de panel de acuerdo con su habilidad para distinguir entre muestras similares, debiéndose tener en cuenta que la precisión se mejorará con el entrenamiento. Además el catador necesita tener una buena memoria sensorial y capacidad de concentración (ISO, 2009). El catador deberá comportarse como un auténtico observador sensorial, dejando a un lado sus gustos personales para dar cuenta únicamente de las sensaciones que percibe. Por ello deberá realizar su trabajo en silencio, estar relajado y no tener prisa. Deberá prestar la máxima atención posible a la muestra que está catando. Para la prueba se exige un número de 8 a 12 catadores, siendo conveniente disponer de algunos más en reserva, para cubrir posibles ausencias. Antes de realizar el análisis, el catador debe evitar el consumo de café, alcohol o alimentos muy especiados y el fumar. También debe evitar estar fatigado y/o cansado o cualquier otro factor que perjudique su habilidad.

Sala de cata

Esta sala deberá reunir las siguientes condiciones (ISO, 2007): capacidad para albergar a los catadores, cabina de cata normalizada, paredes de tonalidad clara, mesa amplia para el trabajo en grupo, condiciones ambientales adecuadas como ausencia de ruido y olores, temperatura y humedad relativa adecuadas a la muestra e iluminación suficiente.

Preparación de muestras

Es necesario que se establezcan precauciones para no cometer errores de estímulo, es decir, que el análisis sensorial no se vea influenciado por el tamaño o la forma de las muestras ni por su modo de presentación por lo que todas las muestras deben ser homogéneas. Además, para no cometer errores por expectación, las muestras deben identificarse mediante un código neutro de tres dígitos.

El método de corte en el queso depende del tipo de queso (blando, pasta prensada, etc.) y de su forma y tamaño, existiendo diversos instrumentos para ello: cuchillos grandes para la mayoría de los quesos, hilos de alambre para cortar grandes ruedas de quesos, cuchillos de dos mangos para las pastas duras, guillotina o lira que se utiliza para cortar sin desmigajar, las pastas más frágiles (blandas y frescas). El corte debe ser representativo de la totalidad del queso. El método de corte para los quesos cilíndricos y redondos es en cuñas, como las tartas, partiendo del centro. Estas cuñas se cortan en rodajas, pudiéndose retirar o no la corteza (Figura 13). Las muestras, una vez cortadas, se presentan en un recipiente libre de olores y sabores extraños y debe estar provisto de tapa.

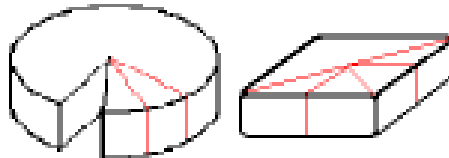


Figura 13. Técnica de corte para los quesos cilíndricos y redondos.

La temperatura de las muestras debe estar comprendida en un intervalo entre 14 ± 4 °C, debiendo estabilizar la muestra durante al menos una hora a esta temperatura antes del análisis.

Requisitos del ensayo

El análisis sensorial debe realizarse dentro de un horario adecuado. Se recomienda entre las 11 y las 12 de la mañana y entre las 17 y las 18 horas si se realiza por la tarde. El planteamiento y organización de las sesiones de cata deben realizarse de tal modo que genere motivación en los catadores ya que el desinterés produce falta de concentración. Una mala organización puede además llevar a errores de contraste, al evaluar un queso con un defecto o cualidad muy notable, puede que

al siguiente se le asigne una valoración muy superior a la que realmente tiene. También puede ocurrir que tras probar una muestra que ha tenido una valoración muy favorable, la siguiente se valore de forma más severa. Se debe limitar el número de quesos a evaluar por sesión a 7-8 y dejar un tiempo de descanso entre muestras para eliminar los residuos de la anterior. Un tiempo recomendable es de cinco minutos aproximadamente, enjuagando la boca con agua (Chamorro y Losada, 2002).

Fichas de cata

El catador debe tener a su disposición fichas en las que pueda reflejar los resultados de su análisis. Dependiendo del tipo de prueba sensorial (descriptiva, discriminante o hedónica), la ficha tendrá una estructura diferente. Para el análisis sensorial descriptivo, la hoja de perfil debe tener los siguientes apartados: atributos de apariencia, flavor y textura.

2.3.3.3. Atributos sensoriales en el queso

El análisis sensorial de los quesos incluye el examen de los atributos de apariencia (exterior e interior), el flavor o conjunto de sensaciones olfato-gustativas y las propiedades de textura (Chamorro y losada, 2002)

Apariencia

En la **apariencia externa** se evalúa la forma, el tamaño, el peso y la corteza. En cuanto a la forma, dada la gran variedad de quesos existente, es posible encontrar las formas más diversas. Las básicas son las geométricas, especialmente cilindro o paralelepípedo pero también hay esféricas, piramidales o troncocónicas. En ocasiones tienen formas que recuerdan a otros objetos o productos como las discoidales, bala o pera, seta o gorro de cocinero o priforme (tetilla). Pueden tener los bordes o aristas rectas o redondeadas y las caras superior e inferior planas o abombadas (cóncavas, convexas). De igual modo las caras laterales pueden ser rectas o curvas (cóncavos o convexos). Siempre la apariencia externa del queso debe ser regular, sin defectos o malformaciones. El tamaño y peso de los quesos también es muy variable, las piezas más pequeñas suelen ser las propias de los quesos de cabra

franceses y de pastas blanda mientras que los mayores son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas. Los quesos andaluces presentan todo tipo de formato, siendo los más frecuentes entre 1,5-3 kg. La corteza depende del tipo de queso (fresco, maduro), de la tecnología empleada en su elaboración (pasta blanda, pasta prensada) y del tipo de maduración (mohos, bacterias). Puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con mohos, con especias, ahumada, parafinada, teñida, encerada, cubierta de cenizas, etc. El color de la corteza puede ir del blanco al negro pasando por distintos tonos de amarillo, naranja y gris, entre otros.

En la **apariencia interna** se evalúan dos zonas, la más próxima a la superficie (corteza/halo/aureola/cerco) y el resto (pasta). Los atributos examinados en la zona próxima a la corteza son el *espesor* y el *color* (intensidad de color). En la pasta se analizan el *color* (tono y la intensidad de color), el *brillo*, relacionado con el contenido de agua o de grasa del queso (gotitas) que se evalúa de mate a brillante y otros atributos relacionados con la textura, características de superficie y características táctiles.

Las *características de superficie* que incluyen la presencia/ ausencia de elementos de ruptura (cristales, ojos y aberturas) y se evalúan su forma, tamaño y número así como su distribución regular o irregular en la pasta. Los ojos son oquedades que cuando aparecen están distribuidas por la masa. Pueden ser de origen mecánico o biológico. La pasta de un queso elaborado con leche pasteurizada al que no se le han adicionado microorganismos para la producción de ojos, debe ser cerrada, puede haber algunos orificios pequeños de contorno irregular y tamaño variable que serían de origen mecánico (ojos mecánicos o granulares), obtenidos como consecuencia de determinadas prácticas tecnológicas. Los ojos de origen biológico son consecuencia del desarrollo y actividad de los microorganismos presentes en el queso. Al corte son oquedades redondeadas y de borde liso. De tamaño variable, pudiendo ser este característico de algunos tipos de queso. Las aberturas pueden tener forma de grietas o de rajadas y también pueden tener un origen tecnológico o biológico. Por ejemplo, las grietas verticales u horizontales sin apariencia cavernosa son debidas a un enfriamiento inadecuado de la cuajada en el

moldeo o a una incorrecta maduración o conservación del queso y las grietas cavernosas pueden ser producidas por bacterias del género *Clostridium* spp. En base a las características de superficie, la pasta puede ser ciega, compacta y prensada, abierta, agrietada, cerrada y compacta, cerrada y blanda, friable o con láminas y estrías.

Finalmente, las *características táctiles mediante los dedos* incluyen el grado de rugosidad de la superficie, el grado de humedad de la superficie y la elasticidad. La rugosidad de la superficie se evalúa al desplazar el dedo índice sobre la superficie del queso, informando sobre la presencia/ausencia de granos en la superficie y su intensidad. El queso puede ser liso, rugoso o granuloso. Simultáneamente, se analiza la presencia/ausencia de una película líquida sobre la superficie, indicando si el queso es seco o húmedo. La elasticidad se evalúa comprimiendo la muestra de queso entre los dedos y evaluando su aptitud para recuperar su forma inicial. El queso será plástico o elástico.

Flavor

En el flavor se evalúa el olor, el aroma, los sabores básicos, las sensaciones trigeminales, la persistencia y el retrogusto en el queso.

Para evaluar el **olor** de un queso se debe acercar una muestra a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que lo caracterizan, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido o la intensidad del olor. En la valoración del olor, se analiza la *impresión global del olor* y las *notas olfativas* que lo caracterizan, indicando la cualidad y la intensidad de cada nota percibida en función de las Rueda de Berodier y col. (1997). Los atributos de olor/aroma clasificados en familias son los siguientes: láctica (leche fresca, cocida, acidificada, manteca, corteza de queso); vegetal (hierba, verdura cocida, ajo, cebolla, madera); Floral (miel, rosa), afrutada (avellana, nuez, cítricos, plátano, piña, manzana, aceites), tostada (bizcocho, vainilla, caramelo, tostado), animal (vaca, cabra, cuero, establo, cuajo, estiércol), especiada (pimienta, menta, clavo de olor) y otros (propiónico, rancio, jabón, ensilado).

La evaluación del **aroma** se realiza tras masticar el queso para propiciar que se liberen los compuestos aromáticos y se perciban en el bulbo olfativo por vía retro-nasal. En la valoración del aroma, se analiza la *impresión global del aroma* y las *notas aromáticas* que lo caracterizan, indicando la cualidad y la intensidad de cada nota siguiendo el mismo procedimiento que en el olor.

La evaluación de los **sabores básicos** se realiza durante la masticación del queso. Se analizan los sabores básicos dulce, salado, ácido y amargo, siendo los más frecuentes en el queso, el ácido y el salado.

La evaluación de las **sensaciones trigeminales** se realiza en nariz (pungencia) y en boca (picante, astringente y refrescante).

La **persistencia** es la continuidad de la percepción olfato-gustativa después de que ha sido deglutido el queso. Su naturaleza puede ser compleja y está asociada a notas olfativas, sabores básicos y/o sensaciones trigeminales.

El **retrogusto** es la sensación olfato-gustativa que aparece después de deglutir el queso y que difiere de las sensaciones percibidas cuando éste estaba en la boca, puede o no presentarse.

Textura

En la evaluación de la textura en boca del queso se analizan cuatro tipos de atributos, **mecánicos** (dureza, cohesión y adherencia), **geométricos** (granulosidad), de **composición** (humedad) y **otros** atributos (solubilidad y cremosidad).

En la valoración de los **atributos mecánicos**, se evalúa la *dureza* de un queso es decir, la fuerza requerida para deformarlo por lo que se examina si es blando, firme o duro. Este atributo se evalúa comprimiendo la muestra entre los molares. La *cohesión* mide el grado de deformación del queso antes de romperse. Si el queso rompe sin ser deformado, característica propia de quesos muy curados, decimos que es frágil o friable. Si el queso deforma antes de romperse medimos si este es tierno o masticable. Por el contrario, si el queso deforma y no rompe, es gomoso. La

adherencia mide el trabajo necesario para despegar el queso del paladar y de los dientes, mostrándose desde poco adherentes a muy adherentes.

En la valoración de los **atributos geométricos** únicamente se analiza el *tamaño y número de las partículas* que se forman durante la masticación, determinando si el queso es harinoso, arenoso o granuloso. En los quesos con mucha maduración o más curados puede presentarse cristales al masticarlos.

En la valoración de los **atributos de composición** se evalúa la *humedad* del queso que se mide por la cantidad de agua absorbida o liberada durante la masticación y de acuerdo a esto los quesos pueden ser secos o húmedos.

En la valoración de **otros atributos de textura**, la *solubilidad* se mide examinando la facilidad o dificultad del queso para disolverse en la saliva. Los quesos frescos y tiernos suelen ser más solubles que los más curados ya que son más húmedos. La cremosidad se relaciona con el contenido graso del queso y se mide analizando la sensación grasa percibida al aplastar el queso entre la lengua y el paladar.

2.3.3.3. Calidad sensorial de los quesos de cabra españolas

La calidad sensorial del queso depende de un número de factores vinculados tanto a las características microbiológicas y físico-químicas de la leche de partida como a la tecnología del proceso. Las características de la leche de partida dependen, a su vez de otros factores como la genética, fisiología, manejo y alimentación del animal. Los atributos sensoriales más estudiados en los quesos de cabra son el color, el flavor y la textura.

Color

El color del queso está influenciado por el tipo de leche empleada y por el proceso de elaboración o tipo de queso. Los pigmentos responsables de este color son el β -caroteno y otros carotenoides, de color amarillo-anaranjado, que se encuentra en la grasa de la leche. Este pigmento está presente en la leche de vaca y ausente en la de cabra por lo que los quesos de cabra son blancos y los de vaca

amarillos (Chamorro y Losada, 2002). La cantidad de β -caroteno en la leche depende directamente de la cantidad presente en los pastos (Thomson y col., 1964). Así, los pastos tienen un efecto significativo en el color del queso, observándose una mayor coloración amarillo-roja en quesos elaborados con leche de vaca alimentada con pastos (Carpino y col., 2004; Martin y col., 2005) que en quesos elaborados con leche de animales alimentados a base de maíz o concentrados que contienen pequeñas cantidades de β -caroteno (Coulon y col., 2004; Martin y col., 2005).

En cuanto a las variables tecnológicas que más influyen en el color del queso, cabe mencionar el tratamiento térmico de la leche, el tipo de coagulante utilizado y la maduración. Así, Buffa y col. (2001) estudiaron el efecto del tratamiento térmico en quesos elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina, observando que hay diferencias entre los quesos de leche cruda y pasteurizada, siendo más luminosos los primeros. Por otro lado, los quesos de cuajo vegetal tienen una mayor intensidad de color que los elaborados con cuajo animal debido a una mayor actividad proteolítica (Tejada, 2001; Tejada y col., 2006; Galán y col., 2007). Finalmente, diversos autores estudiaron la evolución del color del queso a lo largo de la maduración, observando una disminución de la luminosidad que la atribuyeron a un menor contenido en humedad y, por tanto, a un menor grado de dispersión de la luz (Buffa y col., 2001; Chamorro y Losada, 2002; Sánchez-Macías y col., 2010).

Flavor

Igual que en el caso del color, tanto las características de la leche de partida como el propio proceso tecnológico afectan al flavor de los quesos de cabra.

La composición cuali y cuantitativa de la leche depende de la especie animal de la cual se obtiene (vaca, cabra, oveja, búfala y sus mezclas) e incluso de la raza, influyendo en la calidad sensorial del queso. Varios autores coinciden en que la raza proporciona características organolépticas específicas a los quesos debido al polimorfismo de la caseína que influye en las propiedades tecnológicas de la leche (Bolla y col., 1989; Piredda y col., 1993; Chianese y col., 1996; King 1996; Pirisi y col., 1996; Rubino et al., 1999; Coulon y col., 2004). Además, el tipo de alimentación también influye en las características de la leche de partida y, por tanto, en el flavor de los quesos. Se ha observado que la leche obtenida de animales

alimentados con pasto tiene mayor cantidad de compuestos aromáticos que la de animales alimentados con suplementos (Rubino y col., 1999), ya que durante la masticación de la hierba estos se liberan por la acción de la enzima lipoxigenasa pasando a la leche (Keen y Wilson, 1992). También se ha observado la presencia de ciertos terpenoides en la grasa de la leche de animales alimentados con pastos que también puede influir en el flavor de los quesos (Dumont y col., 1981; Wilson, 1992; Moio y col., 1996). Un aspecto importante a considerar es la calidad higiénica de la leche de partida ya que un inadecuado tratamiento y/o conservación de la leche puede producir aromas y olores extraños o desagradables en el queso (agrio, rancio, avinagrado, butírico, establo, entre otros).

De los componentes mayoritarios de la leche, la grasa es la que más influye en el desarrollo del flavor característico de los quesos (Delacroix-Buchet y Lambert, 2000), siendo los ácidos grasos libres de cadena corta y media (ácidos cáprico, caprílico y caproico) presentes en la leche de cabra los responsables del olor y aroma típico a cabra de estos quesos (Boza y Sanz, 1997). Además, estos ácidos grasos libres actúan también como sustrato de diversas reacciones catabólicas que producen compuestos aromáticos que también contribuyen al aroma (McSweeney y Sousa, 2000). La composición lipídica, por tanto, influye en las características sensoriales del queso de cabra y varía según la raza del animal (Pizzillo et al., 2005). Investigadores noruegos (Bakke y col., 1976; Skjevdal, 1979 y Bakkene, 1985) fueron los primeros en demostrar que el característico sabor a cabra de los quesos se debía a un factor hereditario vinculado a la raza del animal (Coulon y col., 2004). La intensidad del aroma de los quesos de cabra está más relacionada con la hidrólisis de la grasa que con su composición (Pizzillo y col., 2005). Sin embargo, la lipólisis puede afectar negativamente el aroma de los quesos, produciendo notas agrias y rancias, debido a la producción excesiva de una gran cantidad de ácidos grasos libres volátiles que se liberan por la acción de la lipoproteína lipasa (Grappin y Beuvier, 1997).

En cuanto a las operaciones que más influyen en el flavor del queso, destaca la etapa de maduración debido a las intensas reacciones de lipólisis y proteólisis que tienen lugar en ella (Morgan y Gaborit, 2001). El tiempo, la temperatura y la humedad de la maduración determinan el desarrollo del flavor. Son numerosos los

autores que indican que a lo largo de la maduración se produce un incremento en la intensidad del olor/aroma, en la persistencia, en los sabores salado y ácido y en las sensaciones de picor y pungencia debido a la actividad bioquímica (Cabezas y col., 2006; Tejada y col., 2006; Álvarez y col., 2007 y Fresno y col., 2012). Así, en los quesos curados, además de la familia láctica (leche fresca, cuajada/nata, mantequilla, yogur) que es la dominante o exclusiva de los quesos frescos, aparecen otras familias de olor/aroma como la tostada (bizcocho, toffee, chocolate/café), la afrutada (frutos secos) y otras (propiónico, butírico, acético) como consecuencia de las reacciones enzimáticas que transforman los componentes del queso en otros componentes aromáticos cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. Otras familias presentes en el queso son la familia animal (cabra, cuero, sudor, establo) y la especiada (hierbas aromáticas, pimentón, pimienta).

Está demostrado que los quesos elaborados con leche cruda (sin pasteurizar) desarrollan un olor y aroma particular debido a la acción de las bacterias que se encuentran originalmente en la leche. Los tratamientos térmicos mejoran el umbral de seguridad microbiana pero destruyen mucha flora responsable del flavor por lo que los quesos elaborados con leche pasteurizada tienen un sabor menos intenso (Rubino y col., 1999) al reducirse la formación de ácidos grasos de cadena corta (Atasoy y Turkoglu, 2009) y otros compuestos como ácidos, alcoholes y ésteres (Hayaloglu y Brechany, 2007) responsables de su olor/aroma. Además, los quesos de leche cruda son más picantes que los pasteurizados al inactivarse completamente la lipoproteína lipasa por efecto del tratamiento térmico (Driessen, 1989; Mc Sweeney y Sousa, 2001). Aunque los quesos de leche cruda tienen un sabor más intenso, éste es menos uniforme que el de los quesos de leche pasteurizada donde las características son más uniformes por la utilización de cultivos iniciadores estandarizados (Psoni y col., 2006). Los quesos elaborados con leche pasteurizada presentan una mayor intensidad en los atributos a caramelo/toffee y vainilla y una menor intensidad de la nota olfativa a cabra. Las notas tostadas se asocian a compuestos como furaneol, furfural y maltol que se forman por descomposición de la lactosa (caramelización) o por reacciones amino-carbonilo durante el curso de la reacción de Maillard durante el tratamiento térmico.

Existen pocos trabajos sobre el efecto del tipo de coagulante sobre las características sensoriales de los quesos de cabra españoles. De forma tradicional, estos quesos se elaboran, mayoritariamente, con cuajo animal al asociar los queseros el uso de coagulantes vegetales con sabores amargos en los quesos. Sin embargo, Tejada y col. (2006) estudiaron el efecto del coagulante en los quesos de Murcia al vino y observaron que a partir de los 45 días de maduración no existían diferencias significativas para el sabor amargo entre los quesos hechos con coagulante vegetal y los quesos elaborados con cuajo animal. Recientemente García y col. (2016) estudiaron el perfil sensorial de quesos de cabra de Murciano-Granadina elaborados con cuajo vegetal y observaron que la intensidad del sabor amargo de estos quesos era muy baja y podrían ser comercializados. También se ha demostrado que los quesos elaborados con cuajo vegetal son más aromáticos que los elaborados con cuajo animal debido a una mayor actividad proteolítica por la acción de la cipsosina (Tejada y col., 2006 y Galán y col., 2007). El cuajo animal tiene una gran actividad lipolítica favoreciendo la formación de ácidos grasos de cadena corta en el queso, que se relaciona con una mayor intensidad en las sensaciones trigeminales pungente y picante (Menéndez y col., 2004) y en las notas olfativas animal, propiónico y butírico.

Textura

La textura del queso es uno de los atributos más importantes que determinan la identidad del producto (Buffa y col., 2001) y ésta depende, como el resto de propiedades sensoriales, de la características de la leche de partida y del proceso tecnológico.

En relación a la leche de partida, la alimentación del animal influye en la relación grasa/proteína que afecta a la textura del queso. Una alimentación rica en forraje o concentrados de alto valor nutritivo, propia de sistemas de producción intensivos, aumenta el contenido en proteína y disminuye el de grasa en la leche, apareciendo defectos de textura en el queso como pastas duras, friables y granulosas (Le Scouarnec y col., 1999; Schmidely y col., 2004; Martín y col., 2005; Morand-Fehr y col, 2007 y Van Hekken y col., 2007). Una alimentación a base de pasto aumenta el contenido en grasa en la leche debido a la alta ingesta de fibra (Morand-

Fehr y col, 2007), mejorando la textura de la pasta y confiriendo un aspecto cremoso al queso (Catalano y col., 1985; Stampanoni y Noble, 1991).

El proceso tecnológico también afecta a los atributos de textura del queso, produciéndose los mayores cambios en la etapa de maduración debido a las reacciones de proteólisis (Ferrandini y col., 2011). Así, la dureza en los quesos aumenta debido a la pérdida de humedad (Cabezas y col., 2005; Tejada y col., 2006; Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016) que provoca una deshidratación y una reducción en la movilidad de las proteínas y un incremento en la firmeza del complejo de caseína (Buffa y col., 2001). Con respecto a la elasticidad, ésta disminuye a lo largo de la maduración siendo los quesos frescos más elásticos que los curados, lo que puede estar relacionado con el mayor contenido en grasa de los quesos curados y con la pérdida de humedad (Fresno y Álvarez, 2012). Respecto a la adhesividad, no existen diferencias significativas a lo largo de la maduración (Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016). En relación a la solubilidad (García y col., 2016) y a la cremosidad (Tejada y col., 2006; Fresno y Alvarez, 2012; García y col., 2016), estos atributos se reducen a lo largo de la maduración pero de forma menos acentuada. Con respecto a la granulosidad, el tamaño de grano aumenta ligeramente conforme avanza la maduración (Tejada y col., 2006; Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016).

Si analizamos la influencia del tipo de cuajo utilizado en la elaboración de quesos de cabra, se observa como éste afecta a la mayoría de los atributos de textura. Tejada y col. (2006) observaron que los de cuajo animal son más duros, menos cremosos y más granulosos que los de cuajo vegetal a diferencia de García y col. (2012) que encontraron más duros los quesos de cuajo vegetal. Los quesos de leche pasteurizada tienen mayor contenido en humedad y son menos firmes que los de leche cruda (Buffa y col., 2001).

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este trabajo se estructura en dos etapas:

- **Primera etapa:** en esta etapa se analiza la situación actual de las queserías artesanas andaluzas de queso de cabra utilizando el método de la prospección. Para ello se realiza una entrevista personal al propietario/s de la quesería con la ayuda de una encuesta previamente establecida. Se analizan 40 queserías adscritas a QUESANDALUZ y representativas de la totalidad del sector quesero artesano andaluz. Estas queserías se localizan en 7 de las 8 provincias andaluzas (4 localizadas en Cádiz, 6 en Córdoba, 3 en Granada, 4 en Huelva, 2 en Jaén, 17 en Málaga y 4 en Sevilla). En Almería no había queserías en el momento del estudio (Figura 14).

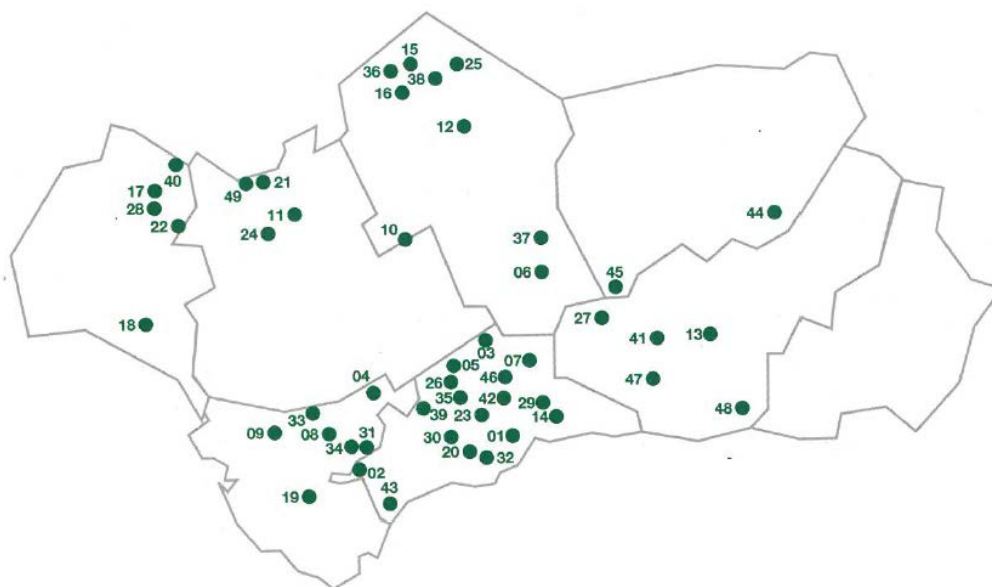


Figura 14. Localización de las queserías artesanas andaluzas adscritas a QUESANDALUZ. Fuente: Navarro y col., 2009.

- **Segunda etapa:** se realiza la caracterización físico-química y sensorial de los quesos de cabra tradicionales andaluces. Para ello, se analizan 108 quesos (16 frescos, 33 semi-curados y 66 curados) procedentes de las 40 queserías examinadas en la etapa previa. La descripción de estos quesos se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de las características generales de los quesos estudiados.

Queso	Provincia	Descripción
1	Cádiz	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo microbiano
2	Cádiz	Queso fresco, leche pasteurizada, Payoya, cuajo animal
3	Cádiz	Queso semi-curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
4	Cádiz	Queso semi-curado, leche pasteurizada, Payoya, cuajo animal
5	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
6	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
7	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
8	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
9	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, Payoya, cuajo animal
10	Cádiz	Queso curado, leche pasteurizada, Payoya, cuajo animal
11	Córdoba	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
12	Córdoba	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
13	Córdoba	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
14	Córdoba	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
15	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
16	Córdoba	Queso curado, leche cruda, Malagueña, cuajo animal
17	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
18	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
19	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
20	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
21	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
22	Córdoba	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
23	Córdoba	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
24	Granada	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
25	Granada	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
26	Granada	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
27	Granada	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
28	Granada	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
29	Granada	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
30	Granada	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
31	Granada	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
32	Granada	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
33	Granada	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
34	Granada	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
35	Granada	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
36	Jaén	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla de razas, cuajo animal
37	Jaén	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
38	Jaén	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
39	Jaén	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
40	Jaén	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal
41	Jaén	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
42	Jaén	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
43	Huelva	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
44	Huelva	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
45	Huelva	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
46	Huelva	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
47	Huelva	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
48	Huelva	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
49	Huelva	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo vegetal
50	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
51	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
52	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
53	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal

Tabla 3. Descripción de las características generales de los quesos estudiados (cont.)

Queso	Provincia	Descripción
54	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
55	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo microbiano
56	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo microbiano
57	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
58	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
59	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
60	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
61	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
62	Malaga	Queso fresco, leche pasteurizada, mezcla, cuajo microbiano
63	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
64	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
65	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
66	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
67	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
68	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
69	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
70	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
71	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
72	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
73	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
74	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
75	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
76	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
77	Malaga	Queso semicurado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo microbiano
78	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
79	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
80	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
81	Malaga	Queso curado, leche cruda, Malagueña, cuajo animal
82	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
83	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal
84	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo animal
85	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
86	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
87	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
88	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
89	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
90	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
91	Malaga	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
92	Malaga	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
93	Malaga	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
94	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
95	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
96	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
97	Malaga	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo vegetal
98	Malaga	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo vegetal
99	Sevilla	Queso fresco, leche pasteurizada, Florida, cuajo microbiano
100	Sevilla	Queso semicurado, leche pasteurizada, Florida, cuajo microbiano
101	Sevilla	Queso curado, leche cruda, Florida, cuajo microbiano
102	Sevilla	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
103	Sevilla	Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
104	Sevilla	Queso curado, leche pasteurizada, mezcla, cuajo animal
105	Sevilla	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
106	Sevilla	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
107	Sevilla	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal
108	Sevilla	Queso curado, leche cruda, mezcla, cuajo animal

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPITULO I: Characterization of small local dairies in Andalucía (south of Spain)

María Auxiliadora de la Haba Ruiz, Pilar Ruiz Pérez-Cacho, Lucas López Delgado y Hortensia Galán-Soldevilla*

Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14070-Córdoba (Spain)

*Corresponding author: Tel. (+34) 957212102; Fax: (+34) 957212000

btlgasoh@uco.es

Artículo en revision:

Small Ruminant Research, ISSN 0921-4488, Elsevier

Indicios de calidad:

- JCR (Q2, 2016): 0,947 (23/58 *Agriculture, Dairy and Animal Science*)
- SJR (Q2, 2016): 0,614 (97/358, *Animal Science and Zoology*)

Abstract

The aim of this study was to describe the small local cheese industries in Andalusia (south of Spain), and to establish the main differences between them. Data were collected from a sample of 40 local cheese producers, the latter being representative of the entire production system. The survey examined 41 dairy sector qualitative variables that included socio-demographic, cheese-making process and marketing aspects. Following elimination of those not supplying relevant information, not answered in all the cases, and of those presenting little variability in their response variables, a multivariate statistical technique was applied to select the most discriminating items in the cheese industries. A Principal Components Analysis identified two factors accounting for about 54.3 % of the total variance. PC1 included marketing variables as well as the age of the manager and PC2 included cheese-making process variables. Using these factors, the cheese industries studied were subjected to a K-means cluster and four typologies were established. Breed is the most influential factor in this classification. The importance of this study lies in the fact that Andalusia possesses a large variety of indigenous milk-producing breeds and produces more than half the total goat's milk in the country; however, there are no recent studies on this cheese-making sector.

Key words: goat cheeses, traditional products and multivariate techniques

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En Europa el sector caprino está especializado en la producción de leche, especialmente en España, Francia y Grecia (Boyazoglu y col., 2005; Castel y col., 2010, 2011), debido a una rápida intensificación de los sistemas de producción y a un descenso en los sistemas de pastoreo, como ocurre en otros sistemas de producción ganaderos (Bouwman et al., 2005). En Andalucía (sur de España), al igual que en el resto de la Cuenca Mediterránea, han tenido lugar estos cambios predominando los sistemas de producción semi-extensivos (Castel et al. 2010). Esta región es la primera productora nacional de leche de cabra y la segunda en Europea después de la región francesa Poitou-Charentes (Castel et al., 2011). Afortunadamente, las razas autóctonas andaluzas (Malagueña, Murciano-Granadina, Florida, Payoya and Blanca Andaluza) se han adaptado bien a este sistema de producción y eso ha hecho que no hayan sido sustituidas por razas extranjeras como ha ocurrido en otros sectores ganaderos, manteniéndose aun la diversidad racial. En la última década, el destino principal de la leche y la mezcla de leches obtenidas de estas razas es para la elaboración del queso artesano andaluz, aportando un valor añadido a estos sistemas de producción y recuperándose un importante Patrimonio Quesero. La producción del queso tradicional andaluz tiene lugar, principalmente, en pequeñas queserías usando recetas tradicionales y procesando un volumen de leche inferior a 2.500 litros al día. Estas queserías están constituidas por ganaderos convertidos en queseros y por elaboradores de quesos que aprovechando las diferentes líneas públicas de subvenciones y ayudas económicas de la UE, han modernizado o creado nuevas instalaciones, rentabilizando sus negocios con la producción de queso. A pesar de este rico patrimonio quesero, este queso tradicional no está amparado por una Denominación de Origen Protegida (DOP) como otros quesos de cabra españoles (Camerano, Ibores, Majorero, Murcia, Murcia al Vino, and Palmero) o europeos.

El objetivo de este estudio es analizar la situación actual de las pequeñas queserías artesanas en Andalucía y establecer las principales características que las diferencian.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se realiza en la región de Andalucía (sur de España), particularmente en 7 de las 8 provincias (Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla). En Almería no había queserías en el momento del estudio

2.1. Recogida de datos

Se analizan 40 queserías representativas de la totalidad del sector quesero artesano andaluz (que consta de 70 industrias).

La encuesta utilizada, estructurada en tres partes (variables socio-económicas, variables relacionadas con el proceso tecnológico y variables de comercialización) se diseñó de acuerdo con organismos oficiales, asociaciones y otros investigadores (Castel y col., 2003, Maseda y col., 2004, Usai y col. 2006). El cuestionario inicial consta de 41 variables. Los datos socio-demográficos incluyen 10 variables cualitativas: localización geográfica, área (montaña o valle), tipo de suelo (rural o urbano), facilidad de acceso (bueno o regular), tipo de negocio (familiar o cooperativas/otros), número de propietarios, edad media del propietario (<40 o ≥ 40 años), número de trabajadores (2-5 o 6-10), relevo generacional (sí o no) y ampliación de la quesería (sí o no). Las variables tecnológicas incluyen 15 características cualitativas: razas caprinas (Murciano-Granadina, Malagueña, Payoya, Florida o mezcla de razas), tipo de leche (pura de cabra o mezcla), ganadería propia (sí o no), número de proveedores de leche, sistema de producción (extensivo, intensivo o semi-extensivo), volumen de leche procesada (<1000 , 1000-2000, >2000 litros/día), producción de queso (kg/día), tratamiento térmico de la leche (cruda, pasteurizada o ambas), tipo de cuajo (animal, vegetal o microbiano), aditivos (sí o no), fermentos (sí o no), tipo de queso elaborado (fresco, semi-curado/curado o todos los tipos), recubrimiento (sí o no), tipo de recubrimiento (aceite de oliva, pimentón, hierbas aromáticas, cenizas y manteca de cerdo), peso del queso (< 1 kg, ≥ 1 kg o ambos). El grupo de comercialización incluye 16 variables cualitativas: ámbito de distribución del queso (local, local/regional, local/regional/internacional), puntos de venta (local, local/tienda gourmet o local/gourmet/supermercados), compañía de distribución (sí o no), marca comercial (sí o no), dificultades para la comercialización (sí, no, sin respuesta), actividades de promoción (sí o no), tipos de

promoción (ferias, festivales gastronómicos/degustaciones, otros), intención de participar en campañas de promoción (si o no), envase atractivo (si o no), si mejoraría el envase (si, no, no contesta), tipos de mejora en el envase (vacío, cajas de madera, otros), página web (si, no, otros medios), redes sociales (si, no, no en uso), premios (si, no), certificados de calidad (si, no), tipos de certificación de calidad (regional, ecológico).

2.2. Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizan con el programa SPSS v 20. Para el análisis global de las variables se utiliza estadística básica (tabla de frecuencias). Para seleccionar las variables que mejor discriminan entre queserías se utiliza Análisis de Componentes Principales (ACP) y para identificar grupos homogéneos de queserías el análisis de cluster (K-medias).

3. RESULTADOS

3.1. Descripción de las características generales de los quesos estudiados

De las 41 variables de la encuesta inicial, se seleccionan 23 para el estudio. Como en otros trabajos publicados (Castel y col., 2003), se eliminan aquellas variables que no aportan información relevante (número de propietarios, compañía distribuidora), que no son respondidas por todos los encuestados (número de proveedores de leche, producción de queso, empleo de aditivos, empleo de fermentos, mejora del envase y tipo de certificación de calidad) y que mostraban poca variabilidad en sus respuestas (relevo generacional, ampliación de la quesería, tipo de alimentación animal, empleo de recubrimiento, tipo de recubrimiento, actividades de promoción, tipo de promoción, marca propia y dificultades en la comercialización). Los resultados de las características descriptivas generales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción general de las características de las industrias queseras.

Socio-demográfico (%)		Proceso elaboración (%)		Comercialización (%)	
Provincia		Raza		Ámbito de distribución	
Cádiz	10	Murciano-Granadina	20	Local	65
Córdoba	15	Malagueña	45	Local/regional	15
Granada	7.5	Payoya/Florida	12.5	Local/regional/nacional	15
Huelva	10	Mezcla de razas	22.5	Local/regional/nacional/Int.	5
Jaén	5	Tipo de leche		Punto de venta	
Málaga	42.5	Pura de cabra	92.5	Local	42.5
Sevilla	10	Mezcla	27.5	Local/gourmet	30
Área		Ganadería propia		Local/gourmet/supermercado	27.5
Montaña	80	Si	60	Actividades de promoción	
Valle	20	No	40	Sí	87.5
Tipo de suelo		Leche procesada (l/d)		No	12.5
Rural	22.5	<1000	47.5	Envase atractivo	
Urbano	77.5	1000-2000	32.5	Sí	42.5
Facilidad acceso		>2000	20	No	57.5
Buena	65	Tratamiento térmico		Mejora del envase	
Regular	35	Pasteurizada	37.5	Sí	60
Tipo de negocio		Cruda	17.5	No	22.5
Familiar	85	Pasteurizada y cruda	45	NS/NC	17.5
Cooperativa/otros	15	Tipo de cuajo		Página web	
Nº Trabajadores		Animal	77	Sí	55
2-5	57.5	Vegetal	28	No	42.5
6-10	42.5	Microbiano	8	Otros medios	2.5
Edad propietario		Tipo de queso		Redes sociales	
<40	55	Fresco	5	Sí	35
≥40	45	Semicurado/curado	32.5	No	45
		Todo tipo	62.5	No en uso	20
		Peso queso		Premios	
		<1kg	10	Sí	52.5
		≥1 Kg	40	No	47.5
		Ambos	50	Certificados de calidad	
				Sí	35
				No	65

En relación a las características socio demográficas (Tabla 1), las queserías son industrias familiares (85%) con menos de 10 trabajadores y están dirigidas la mitad de ellas por jóvenes de menos de 40 años (55%). La mayoría se sitúan en la provincia de Málaga (42,5%), en zonas de montaña (80%) y en polígonos industriales (77.5%) de fácil acceso (65%). Respecto a las variables relacionadas con el proceso tecnológico, la leche utilizada en la elaboración de los quesos o bien procede de ganadería propia o de ganaderos de la zona, siendo la cabra Malagueña la más representativa (45%) seguida por la Murciano-Granadina (20%), encontrándose la mayoría de las cabañas de cabras en régimen semi-extensivo. La mayoría de las

queserías (92.5%) elaboran quesos puros de cabra y alrededor de un tercio también producen quesos de mezcla de cabra con leche de oveja y, en menor medida, de vaca. En cuanto a la producción diaria de leche, la mayoría (80%) procesan menos de 2000 l/día. Respecto al tratamiento térmico, más del 80% de las queserías elaboran quesos con leche pasteurizada, siendo muy pocas las que únicamente utilizan leche cruda (17.5%). El tipo de cuajo más utilizado es el animal (77%) seguido del cuajo vegetal (28%), quedando restringido el uso de cuajo microbiano para la elaboración del queso fresco. La mayoría de los queseros elaboran tanto quesos frescos como curados (62.5%) de varios tamaños, tanto de corteza natural como con recubrimiento (aceite, manteca, pimentón, hierbas aromáticas). En cuanto a las variables de marketing, todos los queseros comercializan sus quesos a nivel local en las propias queserías o en tiendas y se promocionan a través de ferias y concursos locales de quesos, siendo aún bajo el uso de web (55%) o de redes sociales (35%). En cuanto a la opinión de los queseros sobre su envase, sólo un 42,5% lo considera atractivo y un 60% quería mejorarlo. Finalmente, sólo la mitad de los queseros obtuvieron algún premio o reconocimiento y un número importante de empresas (65%) no disponían de un certificado de calidad para sus quesos.

3.2. Descripción de las queserías tradicionales andaluzas

Para seleccionar las variables que mejor discriminan entre queserías se aplican las técnicas multivariantes dentro cada grupo de variables. Se seleccionan 3 variables socio-demográficas (tipo de suelo, facilidad de acceso y edad del propietario) usando los dos primeros componentes principales que explican el 51,2% de la varianza. De igual forma, se seleccionan 3 variables tecnológicas usando los tres primeros componentes que explican 63,3% de la varianza (raza, ganadería propia y tipo de cuajo). Finalmente se seleccionan 4 variables de comercialización (ámbito de distribución, puntos de venta, envase atractivo y premios) utilizando 3 factores que explican el 56,6% de la varianza. A las 10 variables seleccionadas se les aplica un segundo ACP y se seleccionan 6 variables teniendo en cuenta los tres primeros componentes que explican el 50,0% de la varianza (edad del propietario, raza, ganadería propia, ámbito de distribución, puntos de venta y premios). Seguidamente, se aplica un tercer ACP a estas 6 variables y se selecciona un modelo de dos factores que explica el 54,3 % de la varianza total, manteniéndose las 6 variables. El primer factor CP1 (31,6%) incluye las variables de comercialización (ámbito de

distribución, puntos de venta y premios) y la edad del propietario y el segundo factor CP2 (22,8%) incluye las variables tecnológicas (raza y ganadería propia). En la Tabla 2 se muestran los coeficientes de correlación de los dos componentes principales y el porcentaje de varianza explicada de las 6 variables analizadas.

Tabla 2. Coeficientes de correlación de los dos primeros factores del PC3 y total de la varianza explicada.

Variable	CP1	CP2
Edad propietario	-0.619	0.240
Raza	0.182	0.817
Ganadería propia	-0.240	-0.791
Ámbito de distribución	0.841	0.069
Puntos de venta	0.733	-0.104
Premios	-0.483	0.003
Varianza (%)	31.6	22.8

A las 6 variables seleccionadas se les aplica un análisis de clúster y se establecen 4 tipos de queserías distintas (Tabla 3). Finalmente, se aplica un análisis de Chi-cuadrado entre grupos para estudiar si existen diferencias significativas entre grupos para las diferentes variables. Los resultados del análisis Chi-cuadrado muestran que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para todas las variables estudiadas excepto para la variable premios. El grupo 1 está formado por 7 queserías: una en Cádiz que elabora quesos con leche de la raza Payoya, una en Huelva y cuatro en Málaga que utilizan leche de la raza Malagueña y una en Sevilla que procesa leche de la raza Florida. Las características principales de este grupo son empresarios mayores de 40 años, leche de ganadería propia, comercialización a nivel nacional e internacional, todo tipo de puntos de venta y premios y reconocimientos tanto a nivel nacional como internacional. El grupo 2 está integrado por 8 empresas (1 en Córdoba, 2 en Granada, 1 en Huelva, 1 en Jaén, 1 en Málaga y 2 en Sevilla) que se caracterizan por empresarios mayores de 40 años, leche de ganadería propia de la raza Murciano-Granadina, comercialización a nivel local, todo tipo de puntos de venta y premios o reconocimientos. El grupo 3 que engloba a 18 empresas (3 en Cádiz, 3 de Córdoba, 1 de Granada, 10 en Málaga y 1 en Sevilla) se caracteriza por jóvenes empresarios, leche de ganadería propia de la raza Malagueña, comercialización a nivel local, tiendas locales y premios o reconocimientos. El

grupo 4 que incluye a 7 empresas (2 en Córdoba, 2 en Huelva, 1 en Jaén y 2 en Málaga) se caracteriza por jóvenes empresarios, leche de ganaderos de la zona, leche de mezcla de diferentes razas de cabra, comercializan a nivel local, todo tipo de puntos de venta y sin premios o reconocimientos.

Tabla 3. Principales características de los grupos de queserías obtenidas del análisis de clúster.

VARIABLES	Grupos de queserías	1 n=7 (%)	2 n=8 (%)	3 n=18 (%)	4 n=7 (%)	Total n=40 (%)
Provincia	Ca	1	0	3	0	4
	Co	0	1	3	2	6
	Gr	0	2	1	0	3
	Hu	1	1	0	2	4
	Ja	0	1	0	1	2
	Ma	4	1	10	2	17
	Se	1	2	1	0	4
Edad propietario	<40	0	37.5	72.2	85.7	55.0
	≥40	100	62.5	27.8	14.3	45.0
Raza	MA	42.8	25	72.2	0	45.0
	MG	0	75	5.5	0	20.0
	PY, FL	28.6	0	16.7	0	12.5
	MX	28.6	0	0	100	22.5
Ganadería propia	Si	71.4	62.5	72.2	14.3	60.0
	No	28.6	37.5	27.8	85.7	40.0
Ámbito distribución	Local	0	75.0	77.8	85.7	65.0
	Local/regional	0	12.5	22.2	14.3	15.0
	Local/regional/nacional	71.4	12.5	0	0	15.0
	Local/regional/nacional/Int.	28.6	0	0	0	5.0
Puntos de venta	Local	0	0	77.8	42.8	42.5
	Local/gourmet	28.6	50.0	22.2	28.6	30.0
	Local/gourmet/supermercados	71.4	50.0	0	28.6	27.5
Premios	Si	85.7	62.5	44.4	28.6	52.5
	No	14.3	37.5	55.6	71.4	47.5

4. DISCUSIÓN

Diversos autores consideran que la obtención de información mediante cuestionarios y visitas realizadas a las empresas constituye una herramienta útil para conocer la estructura del sector, en particular, cuando no se dispone de datos previos (Traill, 2000; Castel y col., 2003; Usai y col., 2006; Castel y col., 2011; Fresno y col., 2012; Carloni y col., 2016).

Los resultados de este estudio muestran que la mayoría de las queserías tradicionales andaluzas están constituidas por ganaderos convertidos en queseros y por elaboradores de quesos que aprovechando las diferentes líneas públicas de subvenciones y ayudas económicas de la UE, han modernizado o creado nuevas instalaciones, rentabilizando sus negocios con la producción de queso (Ares, 2005). Se sitúan en zonas de montaña u otros ecosistemas carentes de alternativas económicas convencionales, haciendo económicamente más sostenibles estas áreas rurales (Calatrava y Sayadi, 2003; Castel y col., 2011) y en la periferia de las poblaciones con buen acceso por carretera. Este hecho contrasta con otras regiones españolas (Islas Canarias) donde las industrias no se encuentran dentro de una ordenación urbanística adecuada (Fresno y col., 2012). Se ha mantenido la estructura de pequeñas industrias familiares aunque hoy en día van cobrando peso empresas de mayor dimensión, cooperativas y sociedades anónimas, como en otras regiones españolas (Fresno y col., 2012) y europeas (Pirisi y col., 2011; Raynal-Ljutovac y col., 2011). El mayor inconveniente con el que se encuentra el sector es su elevada atomización ya que están constituidas por pequeñas queserías con menos de 10 trabajadores. Muchas están dirigidas por jóvenes de menos de 40 años debido al cambio generacional producido en los últimos años, pasando las queserías a manos de empresarios más jóvenes y mejor cualificados que sus predecesores (Ares, 2005). El mayor número de queserías se ubica en la provincia de Málaga ya que como sucede en otras regiones, la actividad quesera se concentra en zonas de tradición ganadera y de elaboración de queso.

La mayoría de las queserías analizadas utilizan leche procedente de cabras de las razas Malagueña y Murciano-granadina extendidas por todo el territorio y en menor medida, de otras razas como la Florida concentrada en la zona Norte de Sevilla y la Payoya ubicada en la sierra de Cádiz (Martínez y col., 2015; MAPAMA, 2017). En Andalucía, al igual que en el resto de España y en Grecia, los rebaños caprinos proceden de razas autóctonas mientras que en Francia y Portugal predominan los de razas foráneas (Morgan y col., 2003). Así, Andalucía cuenta con una gran variedad de razas autóctonas productoras de leche en régimen semi-extensivo, adaptadas al territorio y de una gran riqueza genética, que aún perduran debido al modelo de producción sostenible y que han dado lugar al rico patrimonio

quesero que hoy se conoce (Castel y col., 2010; Gonzalez-Martinez y col., 2014; Martínez y col., 2015).

De forma general, las queserías elaboran quesos puros de cabra con leche de su propia ganadería o de ganaderos de la zona. Esto se debe a que muchas proceden de pequeñas explotaciones ganaderas como ocurre en otras regiones españolas (MAAMA, 2014) y europeas (Morgan y col., 2003; Raynal-Ljutovac y col., 2011). En Francia y Portugal, casi toda la producción de quesos de cabra es con leche pura de cabra, sin mezcla con otras especies, mientras que en Italia y Grecia es más frecuente la elaboración con leche mezclada de distintas especies (Morgan y col., 2003; Pirisi y col., 2011; Raynal-Ljutovac y col., 2011). En cuanto a la cantidad de leche procesada, en general, se utilizan cantidades inferiores a 2000 litros/día cumpliendo los requisitos legales de artesanía (Orden JA 29/05/2013). La mayoría de las queserías elaboran quesos con leche pasteurizada reduciéndose el número de industrias que utilizan únicamente leche cruda, debido a los requerimientos establecidos en normativas europeas cuya exigencia obligó a que muchas industrias introdujeran pasteurizadores o que abandonasen la elaboración de recetas tradicionales que no cumplían con estos criterios (Reglamento CE 853/2004; MAAMA, 2014). A diferencia de Francia donde predomina la coagulación láctica, los quesos andaluces son de coagulación enzimática. Mayoritariamente, se utiliza el cuajo animal como en el resto de los quesos de cabra de otras regiones españolas (González-Fandos y col., 2000; Mas y col., 2002; Tejada y col., 2008; Fresno y col., 2011; Fresno y Álvarez, 2012), seguido del cuajo vegetal como en los quesos de Murcia (Tejada y col., 2008), quedando relegado el cuajo microbiano a la elaboración de quesos frescos. Las queserías andaluzas elaboran tanto quesos frescos como curados con diferente tamaño. En los últimos años, la producción de quesos frescos ha aumentado tanto por las mejoras tecnológicas introducidas como por la tradición existente por este tipo de queso, lo que ha animado a los productores de Málaga a solicitar un sello de calidad para este tipo de queso (De La Haba y col., 2016).

Los queseros comercializan sus quesos con marca propia en las zonas cercanas al lugar de producción y solamente una parte reducida del sector vende sus productos más allá del nivel provincial, resultados que coinciden con otros autores

(Rey y Ares, 2005; De Rancourt y col., 2006; Ruiz y col., 2012). En lo que respecta a los puntos de venta, se observa que todas las queserías venden en sus propias instalaciones y también recurren a pequeñas tiendas locales para dar salida a sus productos. El segundo punto de venta en importancia para los quesos artesanos son las tiendas especializadas o gourmet y sólo un bajo porcentaje comercializa en grandes plataformas y mercados. Dada la pequeña dimensión económica y productiva de estas empresas artesanales no resulta fácil establecer canales de comercialización fuera de su circuito habitual de venta, para llegar con sus productos hasta nuevos mercados de manera individual. Sin embargo, la mayoría de las queserías entrevistadas no encuentran dificultades para dar salida a sus productos ya que trabajan bajo demanda aunque estarían a favor de introducir un intermediario que les gestionara la salida del queso a otros canales de distribución, datos que coinciden con otros autores (Ruiz y col., 2012). La mayoría mostraban su interés en participar en campañas de promoción siendo la actividad de promoción habitual las ferias y concursos de quesos; sin embargo, la promoción a través de página web o redes sociales es aun escasa. La mitad de las queserías entrevistadas han obtenido algún premio o reconocimiento tanto nacional como internacional. En cuanto a la opinión de los queseros sobre su envase, la mayoría no lo considera atractivo y les gustaría mejorarlo. Entre las principales mejoras que proponen destacan el uso de nuevos sistemas de conservación que sustituyan al envasado al vacío, nuevos materiales de envasado y variabilidad en los formatos, situación similar a lo que ocurrió en Francia hace unos años (Raynal-Ljutovac y col., 2011). Finalmente, el queso artesano andaluz no está regulado por ninguna Denominación de Origen Protegida (DOP) como otros quesos de cabra españoles (González-Fandos y col., 2000; Mas y col., 2002; Álvarez y col., 2007; Tejada y col., 2008; Sánchez-Macias y col., 2010; Fresno y col., 2011; Fresno y Álvarez, 2012) o europeos (Psoni y col., 2006; Pirisi y col., 2011; Raynal-Ljutovac y col., 2011; Reis y Malcata, 2011). Sin embargo, algunas queserías andaluzas si están amparadas por otros sellos de calidad regionales, ecológicos o de granja. Este bajo porcentaje se debe a que los sellos de calidad suponen un coste económico adicional, algunas veces no reconocido por el consumidor.

Aunque las queserías andaluzas tienen una serie de características comunes, se pueden establecer 4 grupos diferentes en base a variables tecnológicas (raza y

ganadería propia), variables de mercado (ámbito de distribución, punto de venta y premios) así como a la edad del propietario. Una de las variables con más peso en esta clasificación es la raza, que a su vez está asociada a un origen geográfico concreto. En las queserías de Málaga predomina la raza Malagueña, en las de Cádiz la Payoya y en las de Sevilla la Florida, estando la raza Murciano-Granadina extendida por todo el territorio andaluz excepto por la provincia de Cádiz. Por este motivo, tanto los productores locales de Málaga como los de Cádiz están tramitando la solicitud de un sello de calidad para sus quesos, en concreto Málaga para el queso fresco elaborado con leche de la raza Malagueña y Cádiz para los quesos curados elaborados con leche de la raza Payoya.

CONCLUSIONES

Las pequeñas queserías artesanales en Andalucía son muy similares entre sí en un gran número de variables. Así, son industrias familiares, ubicadas en zonas de montaña que utilizan leche de su propia ganadería o de ganaderos locales de razas autóctonas alimentadas en régimen semi-extensivo. Producen quesos puros de cabra, principalmente de leche pasteurizada, tanto frescos como curados, emplean cuajo animal y comercializan sus quesos en el ámbito local. Mediante técnicas multivariantes se seleccionan las variables que más discriminan entre queserías, definiéndose cuatro grupos homogéneos diferenciados en cuanto a la edad del propietario, la raza, la ganadería propia, el ámbito de distribución, los puntos de venta y los premios. De todas las variables seleccionadas, la raza es la más importante en la diferenciación entre grupos de queserías.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Desarrollo Rural del Valle del Guadalhorce (Málaga) por aportar fondos para la realización de esta investigación y a las queserías locales por proporcionar la información para este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, S., Fresno, M., Méndez, P., Castro, N., Fernández, J.R., Sampelayo, M.R.S., 2007. Alternatives for improving physical, chemical, and sensory characteristics of goat cheeses: The use of arid-land forages in the diet. *J. Dairy Sci.* 90, 2181-2188.

Ares, J.L., 2005. Aspectos clave del sector quesero tradicional de Andalucía. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* 18, 123-138.

Bouwman, A.F., Van der Hoek, K.W., Eickhout, B., Soenario, I., 2005. Exploring changes in world ruminant production systems. *Agric. Syst* 84, 121-153.

Boyazoglu, J., Hatziminoglou, I., Morand-Fehr, P., 2005. The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Rumin. Res.* 60, 13-23.

Calatrava, J., Sayadi, S., 2003. Milk production systems in rural development: The case of goat cheese making at the Eastern Alpujarras. *Eur. Assoc. Anim. Prod.* 99, 34-43.

Carloni, E., Petruccelli, A., Amagiani, G., Brandi, G., Caverni, F., Mangili, P., Tonucci, F., 2016. Effect of farm characteristics and practices on hygienic quality of ovine raw milk used for artisan cheese production in central Italy. *Anim. Sci. J.* 87, 591-599.

Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pertinez, M., Camunez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzman-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J., 2003. Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small Rumin. Res.* 47, 133-143.

Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camunez-Ruiz, J., Sanchez-Rodriguez, M., 2011. Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Rumin. Res.* 96, 83-92.

Castel, J.M., Ruiz, F.A., Mena, Y., Sanchez-Rodriguez, M., 2010. Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Rumin. Res.* 89, 207-210.

De La Haba, M.A., Ruiz, P., Galán-Soldevilla, H., Dios, R., 2016. Classification of artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying multivariate statistical techniques. *Dairy Sci. & Technol.* 96, 95-106.

de Rancourt, M., Fois, N., Lavin, M.P., Tchakerian, E., Vallerand, F., 2006. Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Rumin. Res.* 62, 167-179.

Fresno, M., Alvarez, S., 2012. Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 65, 393-400.

Fresno, M., Alvarez, S., Rodriguez, E., Diaz, C., Darias, J., 2011. Influence of diet and rennet on the composition of goats' milk and cheese. *J. Dairy Res.* 78, 250-256.

Fresno, M., Álvarez, S., Arteaga, A.L., Benito, D.T., Esparza, M.R., Fabelo, F., Fernández, E., González, E., González, R., Martínez, A., Monzón, E., Navarrete, A., Rodríguez, A., Camacho, M.E., 2012. Characterization of cheese production in the canary islands (Spain). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal (AICA)* 2, 243-247.

Gonzalez-Fandos, E., Sanz, S., Olarte, C., 2000. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. *Food Microbiol.* 17, 407-414.

Gonzalez-Martinez, A., Herrera, M., Luque, M., Rodero, E., 2014. Influence of farming system and production purpose on the morphostructure of Spanish goat breeds. *Span. J. Agric. Res.* 12, 117-124.

MAAMA, 2014. Radiografía de la situación e importancia de las pequeñas queserías e industrias lácteas en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAPAMA, 2017. Catálogo oficial de razas. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente:

<http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/default.aspx> (acceso 24.03.17).

Martínez, A.M., Gama, L.T., Delgado, J.V., Cañón, J., Amills, M., Bruno de Sousa, C., Ginja, C., Zaragoza, P., Manunza, A., Landi, V., Sevane, N., Consortium, B., 2015. The Southwestern fringe of Europe as an important reservoir of caprine biodiversity. *Genet. Sel. Evol.* 47- 86.

Mas, M., Tabla, R., Moriche, J., Roa, I., Gonzalez, J., Rebollo, J.E., Caceres, P., 2002. Ibores goat's milk cheese: Microbiological and physicochemical changes throughout ripening. *Lait* 82, 579-587.

Maseda, F., Díaz, F., Alvarez, C. 2004. Family dairy farms in Galicia (N.W. Spain): Classification by some faily and farms factors relevant to quality of life. *Byosyst. Eng.* 87, 509-521

Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F., Kandarakis, I., Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., Raynal-Ljutovac, K., 2003. Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Rumin. Res.* 47, 39-49.

Orden (Junta de Andalucía) No 29/05/2013 de la Consejería de Agricultura y Pesca por la que se aprueban las condiciones técnicas para la elaboración del queso artesano en Andalucía. *BOJA* 108, 05.06.2013

Pirisi, A., Comunian, R., Urgeghe, P.P., Scintu, M.F., 2011. Sheep's and goat's dairy products in Italy: Technological, chemical, microbiological, and sensory aspects. *Small Rumin. Res.* 101, 102-111.

Psoni, L., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., 2006. Characteristics of Batzos cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and a native culture. *Food Control* 17, 109-120.

Raynal-Ljutovac, K., Le Pape, M., Gaborit, P., Barrucand, P., 2011. French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their impacts on consumers' acceptance. *Small Rumin. Res.* 101, 64-72.

Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. *OJ L* 139, 30.04.2004

Reis, P.J.M., Malcata, F.X., 2011. Current state of Portuguese dairy products from ovine and caprine milks. *Small Rumin. Res.* 101, 122-133.

Rey, A.M., Ares, J.L., 2005. Caracterización empresarial y tecnológica de las queserías artesanales en Andalucía. Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC), 188-191.

Ruiz, F.A., Navarro, L., Sayadi, S., Castel, J.M., Mena, Y., 2012. Comercialización de los quesos tradicionales andaluces. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

Sanchez-Macias, D., Fresno, M., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-DelaNuez, A., Alvarez, S., Arguello, A., 2010. Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *J. Dairy Sci.* 93, 3950-3956.

Tejada, L., Abellan, A., Prados, F., Cayuela, J.M., 2008. Compositional characteristics of Murcia al Vino goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *Int. J. Dairy Technol.* 61, 119-125.

SPSS, 2011. Version 20 software. SPSS Inc., Chicago

Traill, W.B., 2000. Strategic groups of EU Food Manufacturers. *J. Agric. Econ.* 51, 45-60.

Usai, M.G., Casu, S., Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Carta, A., 2006. Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. *Livest. Sci.* 104, 63-76.

CAPITULO II: Classification of artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying multivariate statistical techniques.

María Auxiliadora de la Haba Ruiz¹, Pilar Ruiz Pérez-Cacho¹, Rafaela Dios Palomares² y Hortensia Galán-Soldevilla^{1*}

¹Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14070-Córdoba (Spain)

²Departamento Estadística, Econometría, Investigación Operativa, Organización de Empresas y Economía Aplicada, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14070 Córdoba (Spain)

*Corresponding author: Tel. (+34) 957212102; Fax: (+34) 957212000

bt1gasoh@uco.es

Artículo publicado:

Dairy Science and Technology, 2016, 96:95–106. DOI 10.1007/s13594-015-0242-5

ISSN 1958-5594, Springer-Verlag.

Indicios de calidad:

- JCR (Q2, 2016): 1,762 (52/129 Food Science and Technology)
- SCR (Q2, 2016): 0,653 (66/262, Food Science)

Abstract

In order to apply for a quality certificate to the Andalusian artisan goat's cheeses, it is necessary to make a broad study of all types of cheeses elaborated in this area and to evaluate whether there are differences or not among them. 108 cheeses, representatives of the whole area of Andalusia and broadly distributed, have been analyzed. Using the multivariate techniques to analyze the physicochemical parameters (pH, TS, fat/TS and NaCl), different profiles can be obtained. The first group was defined by Malagueña fresh cheeses made with pasteurized milk and microbial rennet and has a higher pH and lower values of TS, fat, fat/TS and NaCl than the second cheese group. The second profile was composed by Murciano-Granadina semi-hard and hard cheeses made with pasteurized or raw milk and animal or vegetal rennet and having pH values lower than group 1 and higher TS, fat, fat/TS and NaCl values higher than group 1.

Key words: quality certificate, Malagueña's breed, Murciano-Granadina's breed, multivariate analysis.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Andalucía es la principal región productora nacional de leche de cabra y la segunda en Europa, después de la región francesa Poitou-Charentes (Castel y col., 2011). El destino principal de la leche es para la elaboración de queso artesano, contando Andalucía con un importante Patrimonio Quesero. La producción de queso de cabra en esta región tiene lugar, principalmente, en pequeñas queserías empleando métodos tradicionales y procesando un volumen de leche inferior a 2.500 litros al día. Estos quesos tradicionales se elaboran con leche cruda o pasteurizada obtenida de razas autóctonas andaluzas (Malagueña, Murciano-Granadina, Florida, Payoya) o de mezcla de estas razas. Los quesos son de corteza natural, cilíndricos y de diferentes tamaños. Se elaboran según el método tradicional descrito por Navarro y col. (2009): el proceso de coagulación dura unos 30 minutos a una temperatura entre 31-33°C. El cuajo animal es el más utilizado, aunque también se emplea el cuajo vegetal o microbiano (*Mucor miehei*). Los granos de la cuajada alcanzan el tamaño de garbanzos para los quesos frescos y de lentejas para los semicurados y curados. Con los granos de la cuajada se procede al llenado de los moldes microperforados provistos de paños que con el prensado facilitan la mayor eliminación posible de suero. Tras el desuerado, se procede al salado de la cuajada sumergiéndola en salmuera (15-18°Baume) de forma que la sal se distribuya de manera uniforme durante un tiempo variable, que depende del tamaño del queso y de la temperatura de la salmuera. La maduración tiene lugar en cámaras a una temperatura que oscila entre los 10-12°C y una humedad relativa entre 80 y 85% en un tiempo de 45 días (para los semicurados) o superior (para los curados). Finalmente, se puede utilizar para su recubrimiento especias o aceite de oliva virgen. Por tanto, las características de estos quesos están influenciadas por las características de la leche de origen (raza autóctona y alimentación animal) y por el proceso de elaboración (tratamiento térmico, tipo de cuajo o tiempo de maduración). Por esta razón, Andalucía cuenta con una gran variedad de quesos de excelente calidad vinculados a su origen geográfico. Es por ello que los queseros artesanos de Málaga quieren solicitar una certificación de calidad para el queso fresco de Malagueña.

En la actualidad, España cuenta con 27 Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) para el queso. Seis de estas certificaciones se corresponden con quesos de

cabra (Camerano, Ibores, Majorero, Murcia, Murcia al Vino y Palmero) y ninguno procede de Andalucía. Aunque hay estudios sobre los queso de cabra españoles, Camerano (González-Fandos y col., 2000), Ibores (Mas y col., 2000), Majorero (Álvarez y col., 2007; Fresno y Álvarez, 2012; Sánchez-Macías y col., 2010), Murcia al Vino (Tejada y col., 2008), Palmero (Fresno y col., 2011) y Tenerife (Peláez-Puerto y col., 2004), los publicados para los quesos tradicionales andaluces o son escasos o no están actualizados (Fernández-Salguero y Gómez Díaz, 1997) o se basan en aspectos nutricionales (Moreno y col.2010). Hasta el momento, no existen estudios recientes sobre el efecto de la raza, tiempo de maduración, tipo de cuajo o tratamiento térmico sobre las propiedades físico-químicas de los quesos de cabra artesanos andaluces.

Para obtener una certificación de calidad es necesario caracterizar el producto y evaluar si existen diferencias entre quesos similares elaborados en una misma región. El objetivo de este trabajo es estudiar, en base a los parámetros físico-químicos y utilizando técnicas multivariantes, si existe un único queso artesano de cabra andaluz o existen varios tipos influenciados por la raza y/o por el proceso de elaboración (tratamiento térmico de la leche, tipo de cuajo o tiempo de maduración).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Se analizan ciento ocho quesos adquiridos en 40 queserías representativas del sector quesero artesano andaluz (Galán-Soldevilla y Ruiz Pérez-Cacho, 2010). El origen y las características principales de estos quesos se muestran en la Tabla 1 (tiempo de maduración, tratamiento térmico, raza y tipo de cuajo). Los quesos se producen, principalmente, con leche pasteurizada de las razas Malagueña o Murciano-Granadina y con cuajo animal. La mayoría de estas queserías se ubican en Málaga.

2.2. Determinación de la composición química y del pH

Se analizan el pH, la materia seca (MS expresada en g/100 g de queso), la grasa (g/100 g de queso), la relación grasa/MS (g/100 g de MS) y el cloruro sódico (g/100g de queso). El contenido en grasa se mide de acuerdo al método FIL-IDF (ISO/IDF, 2008). La MS se determina siguiendo el método oficial (AOAC, 1999). El pH se mide con un pH metro (pH HANNA FHT-803) provisto de un electrodo. El contenido en cloruro sódico se analiza por retro-valoración con tiocianato potásico para determinar la concentración de los iones de cloro en la disolución (método Volhard, AOAC 1999). Todas las determinaciones se realizan por duplicado.

Tabla 1. Descripción de las características generales de las muestras de queso estudiadas.

Provincia	Descripción
Cádiz	Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada, Payoya, cuajo animal Queso fresco/semicurado / curado, leche pasteurizada, mezcla razas, cuajo animal
Córdoba	Queso fresco/curado, leche pasteurizada/cruda, Malagueña, cuajo animal Queso curado, leche pasteurizada/cruda, Murciano-Granadina, cuajo vegetal Queso semicurado/curado, leche pasteurizada, mezcla de razas, cuajo vegetal
Granada	Queso fresco/semicurado/curado, pasteurizada/cruda, Murciano-Granadina, cuajo animal
Jaén	Queso semicurado, leche pasteurizada, Murciano-Granadina, cuajo vegetal Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada, mezcla de razas, cuajo animal
Huelva	Queso semicurado/curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal Queso curado, leche pasteurizada/cruda, mezcla de razas, cuajo animal/vegetal
Málaga	Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo animal Queso fresco, leche pasteurizada, Malagueña, cuajo microbiano Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada, mezcla de razas, cuajo animal Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada/cruda, mezcla de razas, cuajo animal Queso fresco/semicurado/curado, leche pasteurizada/cruda, mezcla de razas, cuajo vegetal
Sevilla	Queso fresco/semicurado y curado, leche pasteurizada/cruda, Florida, cuajo microbiano Queso curado, leche cruda, Murciano-Granadina/mezcla de razas, cuajo animal

2.3. Análisis estadístico

Los datos que aparecen en todas las tablas se corresponden con los valores medios de los duplicados. Sobre las variables observadas se realiza una estadística descriptiva y correlaciones de Pearson. Para estudiar el efecto del tiempo de maduración, el tratamiento térmico, la raza y el tipo de cuajo y sus interacciones

sobre los parámetros físico-químicos analizados, se realizan 22 análisis de varianza de dos factores (ANOVA) de acuerdo al siguiente diseño: (raza x tiempo de maduración), (raza x tratamiento térmico), (cuajo x tiempo de maduración) y (cuajo x tratamiento térmico). Las interacciones (raza x cuajo) y (tiempo de maduración x tratamiento térmico) no se estudian ya que no existen datos para ello. En el primer caso, no había quesos de raza Malagueña elaborados con cuajo vegetal y en el segundo no había quesos frescos o semicurados elaborados con leche cruda. Para explicar y predecir las características de los quesos se aplican modelos de regresión lineal. Es interesante determinar si los factores son independientes de las características de los quesos. Si esto es así, se pueden diferenciar los quesos en base a sus características y formar grupos de quesos homogéneos en base a ellas. Para definir estos grupos se utilizan técnicas multivariantes: (1) análisis de componentes principales y (2) análisis de clúster (K-medias). Todos los análisis se realizan con el programa SSPS 17.A.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización físico-química

La mayoría de los quesos se elaboran con leche de las razas Malagueña y Murciano Granadina o con leche obtenida de mezcla de razas. Muy pocos quesos se elaboran con leche de las razas Payoya o Florida. Por ello, para el análisis estadístico se incluyen estas dos razas en el grupo de mezcla de razas.

En la Tabla 2 se presentan las correlaciones de Pearson entre las variables físico-químicas (pH, MS, grasa, grasa/MS y cloruro sódico). El pH se correlaciona negativamente ($p < 0.01$) con la MS ($r = -0,528$), la grasa ($r = -0,547$), la relación grasa/materia seca ($r = -0,181$) y el NaCl ($r = -0,218$).

Tabla 2. Coeficientes de las correlaciones de Pearson para las características físico-químicas de los quesos.

	% MS	% Grasa	% Grasa/MS	% NaCl
pH	-0,528**	-0,547**	-0,181**	-0,218**
% MS		0,776**	-0,052	0,545**
% Grasa			0,534**	0,449**
% Grasa/MS				0,005

** p< 0,01

Así, los quesos con los valores más altos de pH tienen los menores valores de MS, grasa, relación grasa/MS y NaCl, siendo la correlación entre el pH y la MS y entre el pH y la grasa mayor que con el NaCl. La MS se correlaciona positivamente ($p < 0,01$) con la grasa ($r = 0,776$) y con el contenido en NaCl ($r = 0,545$). Así, los quesos con los valores más altos en MS tienen también los mayores contenidos en grasa y en NaCl. La correlación entre la MS y la grasa es mayor que la existente entre la MS y el NaCl. La grasa se correlaciona positivamente ($p < 0,01$) con la relación grasa/MS ($r = 0,534$) y con el NaCl ($r = 0,449$), siendo la correlación mayor entre la grasa y la relación grasa/MS.

Se presentan los resultados del análisis descriptivo (media y desviación típica) y de los análisis de la varianza (valores F y p) en la Tabla 3. Las columnas se corresponden con las variables analíticas (pH, MS, grasa, grasa/MS y NaCl) y las filas con los factores estudiados (raza, tiempo de maduración, cuajo y tratamiento térmico) con sus correspondientes niveles. Además, se lleva a cabo el test de Tukey de comparación de medias que permite determinar si existen diferencias entre los niveles. Finalmente, se muestran los resultados del análisis de la varianza (valores F y p) de las interacciones estudiadas (raza x tiempo de maduración, raza x tratamiento térmico, cuajo x tiempo de maduración y cuajo x tratamiento térmico). El efecto de la raza es significativo sólo para el pH, la grasa y la relación grasa /MS ($p < 0,001$) y existen interacciones (raza x tiempo de maduración) y (raza x tratamiento térmico) para todas las variables estudiadas excepto para el NaCl ($p < 0,05$, Tabla 3). Los quesos de Murciano-Granadina tienen menor valor de pH (5,3) y mayores de grasa

(34,7) y de relación grasa/MS (56,0) que los quesos de Malagueña (5,8, 29,7 y 50,4, respectivamente, Tabla 3). El contenido en grasa es el constituyente de la leche que más varía cualitativa y cuantitativamente y depende del estado de lactación, estación del año, raza, alimentación y genotipo (Raynal-Ljutovac y col., 2008). Existen evidencias contratadas de que en la cabra el polimorfismo del gen de la α_1 -caseína (CSN1S1) tiene un efecto importante sobre el contenido en proteína, caseína y grasa. De acuerdo con diferentes autores (Barbieri y col., 1995; Mahe y col., 1994) un contenido elevado en alelos se asocia a un mayor contenido en proteína, grasa y caseína. Se ha observado en la leche de las cabras Murciano-Granadina valores medios superiores de CSN1S1 que en las Malagueñas (Caravaca y col., 2008). Los valores de la relación grasa/MS obtenidos en nuestro estudio para los quesos de Murciano-Granadina son similares a los publicados para el queso de Murcia al Vino (Tejada y col., 2008) pero superiores a los encontrados para otros quesos elaborados con leche de otras razas como el Palmero o el Majorero (Fresno y Álvarez, 2012; Sánchez-Macías y col., 2010).

Los valores de pH, contenido en grasa, MS y NaCl están influenciados por el tipo de cuajo utilizado ($p < 0,001$). Así, los quesos elaborados con cuajo microbiano tienen los mayores valores de pH (6,1) y los menores en grasa (28,0) y MS (52,7). Sin embargo, no existen diferencias entre los cuajos de tipo animal y vegetal para la MS y la grasa ($p > 0,05$), como se ha observado en el queso de Murcia al Vino (Tejada y col., 2008) y en diferentes variedades de queso de oveja (Galán y col., 2008, 2012; Tejada y Fernández-Salguero, 2003). Otros estudios realizados sobre la influencia de la alimentación y del cuajo sobre las características de la leche de cabra y la de los quesos muestran que la dieta tiene mucha más influencia que el cuajo sobre la composición química de los quesos (Fresno y col., 2011).

Tabla 3. Medidas descriptivas (medias y desviaciones típicas) y análisis de la varianza de los parámetros físico-químicos (valores *F* y *p*).

Efecto		pH	MS (g/100 g queso)	Grasa (g/100 g queso)	Grasa/MS (g/100 g queso)	NaCl (g/100 g queso)
Raza	Murciano-Granadina	5,3±0,5 ^a	62,0±6,0	34,7±3,6 ^a	56,0±3,3 ^a	2,0±0,7
	Malagueña	5,8±0,6 ^b	59,1±8,0	29,7±4,7 ^b	50,4±5,1 ^b	1,8±0,5
	Mezcla de razas	5,6±0,5 ^c	60,4±7,7	32,7±4,7 ^c	53,7±4,0 ^c	1,9±0,6
	<i>F</i>	11,23		15,35	22,53	
	<i>p</i>	0,000	ns	0,000	0,000	ns
Cuajo	Animal	5,6±0,5 ^a	61,2±7,6 ^a	32,7±5,0 ^a	52,3±4,5	2,0±0,6 ^a
	Vegetal	5,3±0,5 ^b	60,4±6,3 ^a	32,8±3,4 ^a	54,6±5,1	1,6±0,6 ^b
	Microbiano	6,1±0,6 ^c	52,7±7,2 ^b	28,0±4,8 ^b	53,0±3,3	1,8±0,6 ^{ab}
	<i>F</i>	14,27	9,66	7,56		4,40
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	ns	0,000
Maduración	Fresco	6,0±0,6 ^a	49,6±5,2 ^a	25,7±3,4 ^a	51,7±4,2 ^a	1,3±0,4 ^a
	Semicurado	5,5±0,3 ^b	60,3±4,5 ^b	32,3±3,4 ^b	53,7±5,0 ^b	2,0±0,5 ^b
	Curado	5,4±0,3 ^c	64,1±6,2 ^c	34,8±3,7 ^c	53,8±4,3 ^b	2,0±0,6 ^b
	<i>F</i>	103,39	96,24	91,91	3,30	28,91
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000
Tr,térmico	Pasteurizada	5,6±0,6 ^a	59,8±7,9 ^a	31,8±5,0 ^a	53,2±4,6	1,9±0,6
	Cruda	5,4±0,2 ^b	62,7±6,1 ^b	34,7±3,3 ^b	54,2±4,4	2,0±0,6
	<i>F</i>	4,54	5,31	12,68		
	<i>p</i>	0,034	0,022	0,000	ns	ns
	Raza x maduración	<i>F</i>				
	<i>p</i>	0,000	0,027	0,020	0,007	ns
Raza x trat, térmico	<i>F</i>					
	<i>p</i>	0,049	0,015	0,040	0,000	ns
Cuajo x maduración	<i>F</i>					
	<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns
Cuajo x trat,térmico	<i>F</i>					
	<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns

Como era de esperar, la maduración afecta a todos los parámetros físico-químicos ($p < 0,001$). Los valores medios de pH observados en nuestro estudio son de 6,0 para los quesos frescos, de 5,5 para los quesos semicurados y de 5,4 para los curados. Estos cambios en el pH fueron también observados por otros investigadores, que evidenciaron un descenso significativo en el pH durante los primeros 15 días de maduración, continuando el descenso de manera menos pronunciada hasta el día 30 y mostrando un ligero ascenso a los 60 y 90 días de maduración (Álvarez y col., 2007). Los valores de pH obtenidos en nuestro estudio fueron muy parecidos a los publicados por diferentes autores para otros quesos de cabra elaborados en Andalucía

(Fernández-Salguero y Gómez Díaz, 1997) y en otras regiones de España (Fresno y Álvarez, 2012; Fresno y col., 2011; González-Fandos y col., 2000; Peláez-Puerto y col., 2004; Tejada y col., 2008). En nuestro estudio, los contenidos en grasa y en MS aumentan a lo largo de la maduración ($p < 0.05$). Los valores obtenidos para la MS son similares a los publicados para otros quesos de cabra españoles (Mas y col., 2002; Tejada y col., 2008). El contenido en grasa también se encuentra dentro del rango de valores publicados por otros autores (Fernández-Salguero y Gómez Díaz, 1997; Peláez-Puerto y col., 2004). La relación grasa/MS cambió significativamente de los quesos frescos (51,7) a los semicurados (53,7), permaneciendo constante hasta el final de la maduración (53,8 para los quesos curados) como ha sido observado por otros autores (Fresno y Álvarez, 2012). Por el contrario, otros investigadores no encontraron cambios a lo largo del periodo de maduración (Tejada y col., 2008). Los valores de la relación grasa/MS de nuestro estudio son similares a los publicados para el queso de Murcia al Vino (Tejada y col., 2008) pero superiores al de los quesos elaborados en las Islas Canarias (Fresno y Álvarez, 2012; Peláez-Puerto y col., 2004; Sánchez-Macías y col., 2010). Finalmente, el contenido en NaCl (1,3 para los quesos frescos, 2,0 para los semicurados y curados) se encuentra dentro del rango de otros quesos andaluces (Fernández-Salguero y Gómez Díaz 1997) y españoles (Mas y col., 2002; Tejada y col., 2008).

El efecto del tratamiento térmico es significativo para el pH, MS y contenido en grasa ($p < 0,05$). Así, los quesos elaborados con leche cruda muestran valores de pH más bajos (5,4) y un mayor contenido en MS (62,7) y grasa (34,7) que los de leche pasteurizada (pH: 5,6; MS: 59,0; grasa: 31,8). Los quesos Batzos elaborados con leche cruda de cabra muestran valores más reducidos de pH y de humedad que los elaborados con leche pasteurizada (Psoni y col., 2006).

Finalmente, existen interacciones (raza x tiempo de maduración) y (raza x tratamiento térmico) para todas las variables estudiadas excepto para el contenido en NaCl ($p < 0,05$, Tabla 3). Las interacciones (cuajo x tiempo de maduración) y (cuajo x tratamiento térmico) no son significativas.

3.2. Modelos de regresión lineal

Dado que son muchos los factores que pueden influir sobre las características físico-químicas de los quesos de Andalucía (raza, cuajo, tiempo de maduración y tratamiento térmico) se aplican modelos de regresión lineal para cada uno de los parámetros estudiados, con objeto de estimar que factores tienen una influencia independiente sobre ellos. La Tabla 4 muestra el resultado de los cinco modelos estimados. En todos ellos, se omite una categoría en cada factor para que el coeficiente estimado refleje el efecto debido a la categoría correspondiente con respecto a la omitida. Se omiten las categorías Murciano-Granadina (raza), microbiano (cuajo), queso fresco (tiempo de maduración) y pasteurización (tratamiento térmico). Para el pH son pronósticos independientes la raza y la maduración, siendo el coeficiente de determinación $R^2=0,531$, $F=33,6$ y $p<0,0001$. Con respecto a la MS, son pronósticos independientes la maduración y el tratamiento térmico, $R^2=0,509$, $F=30,8$ y $p<0,0001$. Para la grasa al igual que para el pH, la raza y la maduración son pronósticos independientes, $R^2=0,527$, $F=33,05$ y $p<0,0001$. Para la relación grasa/MS, la raza es el único pronóstico independiente, siendo el $R^2=0,482$, $F=6,76$ y $p<0,0001$. Por último, el cuajo y la maduración son pronósticos independientes para la sal (NaCl), donde $R^2=0,433$, $F=14,1$ y $p<0,0001$ aunque esto no es relevante ya que la sal es una variable tecnológica controlada por el quesero. Por tanto, la raza y la maduración son los factores que más influyen sobre los parámetros físico-químicos de los quesos. La raza tiene un efecto independiente sobre el pH, la grasa y la relación grasa/MS y la maduración sobre el pH, MS, grasa y contenido en NaCl. El tratamiento térmico sólo afecta al contenido en MS de los quesos y el cuajo no tiene ningún efecto significativo sobre los parámetros estudiados. Por tanto, aunque los resultados del ANOVA (Tabla 3) indican que todos los factores tienen una influencia significativa sobre los parámetros analíticos estudiados, en base a este modelo, la raza y la maduración son los más significativos.

Tabla 4. Modelos de regresión lineal para las características físico-químicas de los quesos.

	pH	MS (g/100g queso)	Grasa (g/100g queso)	Grasa/MS (g/100g MS)	NaCl (g/100g queso)
Constante	6,268***	48,964***	27,329***	55,376***	1,745***
Malagueña	0,217**	-0,232	-3,495***	-5,237***	-0,197
Mezcla razas	0,155*	-0,644	-1,331*	-2,040**	-0,170
Animal	-0,055	1,676	0,835	-0,545	-0,325*
Vegetal	-0,163	-1,246	-1,087	-0,445	-0,800***
Semi-curado	-0,795***	10,538***	6,024***	1,138	0,727***
Curado	-0,993***	15,709***	8,637***	0,818	0,943***
Cruda	0,115	-2,742*	-0,343	0,735	-0,157
R ²	0,531	0,509	0,527	0,482	0,433
F	33,60	30,83	33,05	6,76	14,148
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*p <0,05; ** p<0,01; ***p <0,001

3.3. Análisis multivariante: Análisis de componentes principales y cluster (K-medias)

Se realiza un análisis de componentes principales sobre las características físico-químicas de los quesos, con objeto identificar posibles relaciones entre variables (pH, MS, grasa, MS/grasa y cloruro sódico) y quesos. Se selecciona un modelo de dos factores que explica el 73,4% de la varianza total. La Figura 1 muestra la representación de los quesos y los parámetros físico-químicos sobre el plano definido por los dos primeros componentes. La primera dimensión PC1 (51,4%) en base a las variables grasa, la MS y el pH separa los quesos que tienen un mayor valor de pH y menor contenido en MS y en grasa de aquéllos que tienen un pH más bajo y un mayor contenido en MS y en grasa.

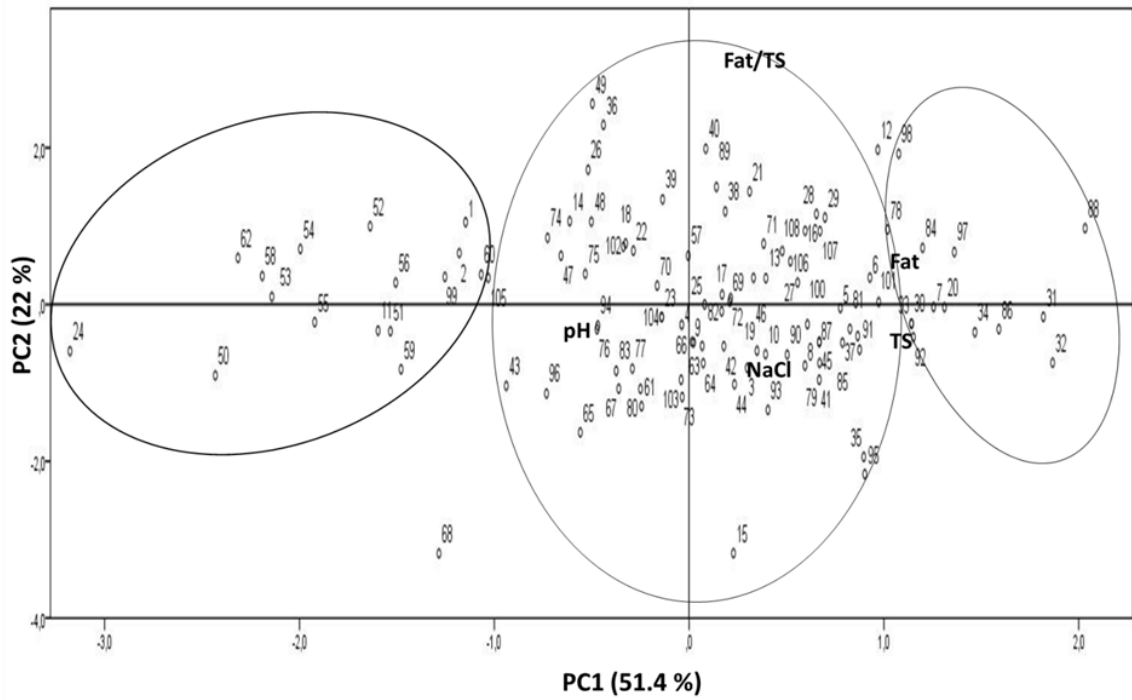


Fig 1. Representación de los quesos de cabra artesanos andaluces sobre el plano definido por los dos primeros componentes (PC1 vs. PC2).

La segunda dimensión PC2 (22,0%) separa a los quesos en función de la relación grasa/MS. De los resultados obtenidos, se observa que la PC1 separa a los quesos en tres grupos no bien diferenciados: el primer grupo está compuesto por quesos frescos elaborados con leche de raza Malagueña o de mezcla de razas (1, 2, 11, 24, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62 y 99), con el menor contenido en grasa y el mayor valor de pH. El segundo grupo lo forman quesos curados elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina o de mezcla de razas (7, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 84, 86, 88, 92, 97 y 98) que presentan los mayores valores en grasa y los menores el pH. Un tercer grupo lo forman quesos semicurados y curados elaborados con leche de cualquier raza caprina debido a que el pH se correlaciona negativamente con el contenido en grasa (Tabla 2). Así, los quesos elaborados con leche de la raza Malagueña tienen pH más altos y menores contenidos en grasa que los de Murciano-Granadina que tienen menores valores de pH y mayor contenido en grasa (Tabla 3). Además, la raza y la maduración son pronósticos independientes para el pH y la

grasa. La PC2 divide el tercer grupo en dos subgrupos de acuerdo a la relación grasa/MS (la raza es el único pronóstico independiente para este parámetro): en la parte superior del gráfico se agrupan los quesos de Murciano-Granadina y/o mezcla de razas y en la inferior los de Malagueña y/o mezcla de razas. Con los resultados del ACP se lleva a cabo un análisis de clúster (K-medias) para determinar grupos homogéneos de quesos.

Los resultados del análisis de clúster muestran dos grupos bien diferenciados, con 26 y 82 quesos en cada uno, respectivamente (Tabla 5). Los valores medios entre los dos grupos formados son significativamente diferentes ($p < 0,001$) para todos los parámetros físico-químicos. Los quesos que pertenecen al grupo 1 tienen valores más altos de pH y menores de MS, grasa, relación grasa/MS y cloruro sódico que los quesos pertenecientes al grupo 2. Además, todos los quesos elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina pertenecen al grupo 2, mientras que los de la raza Malagueña están igualmente distribuidos en ambos grupos. Respecto a la maduración, los quesos frescos pertenecen en su mayoría al grupo 1, mientras que los curados y semicurados se encuentran en el grupo 2. En relación al cuajo, los quesos de cuajo microbiano se encuentran en el grupo 1 y los de cuajo animal y vegetal en el grupo 2. Respecto al tratamiento térmico los quesos de leche cruda pertenecen, principalmente, al grupo 2. Por tanto, se pueden establecer dos perfiles de quesos diferentes de acuerdo a sus características físico-químicas. Un primer perfil definido por quesos frescos de la raza Malagueña, elaborados con leche pasteurizada y cuajo microbiano, con un valor mayor de pH (6,2) y menor de MS (53,5), grasa (26,1), relación grasa/MS (49,2) y NaCl (1,5). Un segundo perfil lo forman quesos semicurados y curados elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina y mezcla de razas, pasteurizada o cruda y cuajo animal o vegetal, con valores menores de pH (5,4) y mayores de MS (62,5), grasa (34,4), relación grasa/MS (54,7) y NaCl (2,0). Estos resultados podrían apoyar a la Asociación de productores de Quesos de Málaga, que está interesada en solicitar una certificación de calidad (Denominación de Origen Protegida) para el queso fresco de Málaga.

Tabla 5. Análisis de clúster (K-medias) de las características físico-químicas de los quesos

Parámetro	Media y desviación típica	Número de cluster	Número de quesos
pH	6,2 ± 0,6	1	26
	5,4 ± 0,3	2	82
MS (g/100g queso)	53,5 ± 8,2	1	26
	62,5 ± 6,1	2	82
Grasa(g/100g queso)	26,1 ± 3,1	1	26
	34,4 ± 3,4	2	82
Grasa/MS (g/100 g MS)	49,2 ± 4,4	1	26
	54,7 ± 3,7	2	82
NaCl (g/100g queso)	1,5 ± 0,5	1	26
	2,0 ± 0,5	2	82
Efecto			
Raza	Murciano-Granadina	1	0
		2	23
	Malagueña	1	13
		2	14
	Mezcla de razas	1	12
		2	46
Cuajo	Animal	1	17
		2	64
	Vegetal	1	2
		2	17
	Microbiano	1	6
		2	2
Maduración	Fresco	1	17
		2	2
	Semicurado	1	5
		2	28
	Curado	1	3
		2	53
Tratamiento térmico	Pasteurizada	1	24
		2	62
	Cruda	1	2
		2	20

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la raza y la maduración son los factores que más influyen en los parámetros físico-químicos de estos quesos. La raza tiene una influencia independiente sobre el pH, la grasa, y la relación grasa/MS y la maduración sobre el pH, la MS, la grasa y el NaCl. Se establecen dos grupos diferentes de quesos de cabra artesanos andaluces con técnicas multivariantes: el primero formado por quesos frescos elaborados con leche de la raza Malagueña y un segundo formado por quesos semicurados y curados elaborados con leche de la raza Murciano-Granadina y/o mezcla de razas. Las técnicas multivariantes pueden aplicarse en diferentes contextos, para otros productos y en diferentes áreas, por lo que podrían ser de ayuda para los investigadores interesados en cooperar con los productores locales para establecer perfiles de productos con características homogéneas.

Agradecimientos: Al “Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce”, Málaga (España) por aportar fondos para la realización de esta investigación y a las queserías locales por proporcionar las muestras de queso.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez S, Fresno M, Méndez P, Castro N, Fernandez JR, Sampelayo MRS. (2007). Alternatives for improving physical, chemical, and sensory characteristics of goat cheeses: the use of arid-land forages in the diet. *J Dairy Sci* 90:2181–2188

AOAC. (1999). Official methods of analysis, 16th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC

Barbieri ME, Manfredi E, Elsen JM, Ricordeau G, Bouillon J, Grosclaude F, Mahe MF, Bibe B. (1995). Effect of the alpha(S1)-casein locus on dairy performances and genetic-parameters of Alpine goats. *Genet Sel Evol* 27:437–450

Caravaca F, Amills M, Jordana J, Angiolillo A, Agueera P, Aranda C, Menendez-Buxadera A, Sanchez A, Carrizosa J, Urrutia B, Sanchez A, Manuel Serradilla J.

(2008). Effect of alpha(s1)-casein (CSN1S1) genotype on milk CSN1S1 content in Malaguena and Murciano-Granadina goats. *J Dairy Res* 75:481–484

Castel JM, Mena Y, Ruiz FA, Camunez-Ruiz J, Sanchez-Rodriguez M.(2011). Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Rumin Res* 96:83–92

Fernández-Salguero J, Gómez Díaz R (1997) Estudio de los quesos tradicionales de Andalucía. In:Publicaciones de la Universidad de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajatur, Córdoba

Fresno M, Alvarez S. (2012). Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *Int J Dairy Technol* 65:393–400

Fresno M, Alvarez S, Rodriguez E, Diaz C, Darias J, Martin J. (2011). Influence of diet and rennet on the composition of goats' milk and cheese. *J Dairy Res* 78:250–256

Galán-Soldevilla H, Ruiz Pérez-Cacho P (2010) Andalusian artisan cheese survey. Universidad de Córdoba, Córdoba (Spain). Private report to Andalusian artisan cheese-making factories

Galan E, Cabezas L, Fernandez-Salguero J. (2012). Proteolysis, microbiology, and sensory properties of ewes' milk cheese produced with plant coagulant from cardoon *Cynara cardunculus*, calf rennet or a mixture thereof. *Int Dairy J* 25:92–96

Galan E, Prados F, Pino A, Tejada L, Fernandez-Saguero J. (2008). Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *Int Dairy J* 18:93–98

Gonzalez-Fandos E, Sanz S, Olarte C. (2000). Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. *Food Microbiol* 17:407–414

ISO/IDF International Organization for Standardization/International Dairy Federation. (2008). Cheese—determination of fat content—Van Gulik method. ISO 3433:2008 (IDF 222:2008)

Mahe MF, Manfredi E, Ricordeau G, Piacere A, Grosclaude F. (1994). Effects of the alpha-S1-casein polymorphism on goat dairy performances. A within-sire analysis of Alpine bucks. *Genet Sel Evol* 26:151–157

Mas M, Tabla R, Moriche J, Roa I, Gonzalez J, Rebollo JE, Caceres P (2002) Ibores goat's milk cheese: microbiological and physicochemical changes throughout ripening. *Lait* 82:579–587

Moreno-Rojas R, Sanchez-Segarra PJ, Camara-Martos F, Amaro-Lopez MA. (2010). Multivariate analysis techniques as tools for categorization of Southern Spanish cheeses: nutritional composition and mineral content. *Eur Food Res Technol* 231:841–851

Navarro L, Ruiz FA, Castel JM, Hevilla S, Jiménez M. (2009). Patrimonio quesero andaluz. Quesos de Andalucía. Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce, Málaga

Peláez Puerto P, Fresno Baquero M, Rodríguez Rodríguez EM, Darías Martín J, Díaz Romero C. (2004). Chemometric studies of fresh and semi-hard goats' cheeses produced in Tenerife (Canary Islands). *Food Chem* 88:361–366

Psoni L, Tzanetakis N, Litopoulou-Tzanetaki E. (2006). Characteristics of Batzos cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and a native culture. *Food Control* 17:109–120

Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Rumin Res* 79:57–72

Sanchez-Macias D, Fresno M, Moreno-Indias I, Castro N, Morales-de-la-Nuez A, Alvarez S, Argueello A. (2010). Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *J Dairy Sci* 93:3950–3956

Tejada L, Abellan A, Prados F, Cayuela JM. (2008). Compositional characteristics of Murcia al Vino goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *Int J Dairy Technol* 61:119–125

Tejada L, Fernandez-Salguero J. (2003). 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.

CAPITULO III: Sensory characterization of artisanal Andalusian cheeses

María Auxiliadora de la Haba Ruiz¹, Pilar Ruiz Pérez-Cacho¹, Rafaela Dios Palomares² y Hortensia Galán-Soldevilla^{1*}

¹Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14070-Córdoba (Spain)

²Departamento Estadística, Econometría, Investigación Operativa, Organización de Empresas y Economía Aplicada, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14070 Córdoba (Spain)

*Corresponding author: Tel. (+34) 957212102; Fax: (+34) 957212000

bt1gasoh@uco.es

Artículo en preparación

RESUMEN

La calidad sensorial del queso depende de un número de factores vinculados tanto a las características de la leche de partida (raza autóctona y alimentación del animal) como a la tecnología del proceso (tratamiento térmico, tipo de coagulante y maduración). Por esta razón, Andalucía cuenta con una gran variedad de quesos de excelente calidad vinculados a su origen geográfico cuyas características sensoriales no han sido estudiadas. En este trabajo se analizan quesos de 40 productores locales representativos de la totalidad del sector quesero artesano andaluz y se estudia el efecto de la raza, el tipo de coagulante, la maduración y el tratamiento térmico sobre las características sensoriales. Los resultados del estudio indican que todos los factores estudiados influyen en los atributos de flavor y de textura de los quesos, siendo la raza, la maduración y el tratamiento térmico los factores que más influyen en los del flavor y el cuajo y la maduración en los de textura.

Palabras clave: flavor, textura, Malagueña, Murciano-Granadina.

1. INTRODUCCIÓN

Andalucía es la segunda región europea en volumen de producción de leche de cabra, representando anualmente casi la mitad de la producción española. El destino principal de esta leche es para la elaboración del queso artesano, contando con un importante Patrimonio Quesero. Además, cuenta con una gran variedad de razas productoras de leche (Murciano-Granadina, Malagueña, Payoya y Florida) que aún perduran debido al modelo de producción sostenible, que ha propiciado el mantenimiento de estas razas ganaderas autóctonas muy bien adaptadas al territorio. Sin embargo los quesos andaluces aún no están acogidos a una DOP aunque presentan buenas perspectivas de futuro, derivadas del creciente interés de los consumidores por los productos tradicionales de carácter artesanal ligados al territorio.

Para conseguir un sello de calidad, se requiere conocer las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del producto. De ellas, las sensoriales son las más importantes porque son las que aprecia el consumidor. La calidad sensorial del queso depende de un número de factores vinculados tanto a las características de la leche de partida como a la tecnología del proceso. Las características de la leche de partida dependen, a su vez de otros factores como la genética, fisiología, manejo y alimentación del animal. Esto tiene especial importancia en los productos agroalimentarios con sellos de calidad diferenciada, ya que la alimentación animal constituye un elemento importante ligado a la zona geográfica de producción. Hasta la fecha, no hay estudios sensoriales de estos quesos.

En este contexto, se plantea el presente trabajo cuyo objetivo es la caracterización sensorial de los quesos de cabra tradicionales andaluces.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Se analizan quesos de 40 productores locales representativos de la totalidad del sector quesero artesano andaluz. Las principales características de estos quesos

(raza caprina, tratamiento térmico de la leche, tipo de coagulante y tiempo de maduración) están publicadas en un artículo previo (De la Haba y col., 2016).

2.2. Condiciones del ensayo

Los análisis se realizan en el laboratorio sensorial del Departamento de Bromatología de los alimentos de la Universidad de Córdoba (Córdoba, España), que está equipado de acuerdo con ISO (2007).

Los quesos suministrados por los queseros locales se conservan a 5°C un máximo de 48 h y las muestras se preparan, al menos, 2 h antes de sus análisis de forma que alcancen una temperatura de servicio comprendida entre 16 y 18°C. Las muestras se cortan en triángulos y se presentan en placas de Petri cerradas, de un solo uso, codificadas con tres dígitos al azar. Cada catador recibe dos cuñas de queso por muestra, una para evaluar la intensidad de color y la textura y la otra para evaluar el flavor.

2.3. Panel analítico

Ocho catadores entrenados (3 varones y 5 mujeres, de edad comprendida entre 27 y 60 años) del panel del Laboratorio Sensorial de la Universidad de Córdoba (España) realizan este estudio. Estos catadores están seleccionados y entrenados de acuerdo a la normas internacionales (ISO, 2008; ISO, 2012; ISO, 2016) y tienen un entrenamiento de 400 h en aspectos generales del análisis sensorial y en análisis descriptivo cuantitativo de muchos productos (Galán-Soldevilla y col, 2005; Ruiz Pérez-Cacho y col, 2005; Ruiz Pérez-Cacho y col., 2008, Rodríguez y col., 2010; Galán-Soldevilla y col., 2013; Rodríguez y col., 2015). Además, los catadores reciben un entrenamiento específico de 10 h en queso (ISO, 2009a; ISO, 2009b).

2.4. Perfil sensorial

En cada muestra se evalúa el flavor (olor, aroma, sabores básicos, sensaciones trigeminales y persistencia), la intensidad de color y la textura. El vocabulario, las definiciones y las referencias se generan de acuerdo con otros estudios (Berodier y col., 1997; Lavanchi y col., 1993; Yates y Drake, 2007; Talavera-Bianchi y Chambers, 2008; ISO 2009a; ISO 2009b; Chambers y col., 2010). El desarrollo del vocabulario se realiza partiendo de una lista previa de términos que los catadores

modifican, eliminando o añadiendo términos, durante las sesiones de generación de vocabulario. Una vez desarrollado individualmente el vocabulario, los catadores en grupo definen una lista común de términos. La lista incluye con 39 atributos: 1 para la apariencia, 31 para el flavor (26 para el olor/aroma, 3 sabores básicos, 1 sensación trigeminal y la persistencia) y 7 para la textura. Los atributos sensoriales, las definiciones y las referencias se presentan en la Tabla 1.

El análisis de las muestras se realiza en diecisiete sesiones de 1 h de duración y se analizan de 4 a 5 muestras como máximo por sesión. Los atributos se evalúan en una escala no estructurada de 10 cm. En cada muestra, se analiza primero el olor, seguido del aroma, sabores básicos, sensación trigeminal y la persistencia. Por último se analiza la intensidad de color y los atributos de textura. Entre muestra y muestra, los catadores pueden beber agua mineral para limpiar las papilas. Se eliminan del conjunto de muestras los quesos con defectos olfativos (rancio, jabón, agrio y humedad). En total se analizan 70 quesos por duplicado (17 frescos, 24 semi-curados and 29 curados).

2.5. Análisis estadístico

Todos los tratamientos estadísticos se realizan con el programa SPSS 17.A. Para obtener una impresión global de todos los datos y descubrir posibles tendencias que puedan ser de interés en análisis posteriores, se realiza una estadística descriptiva básica (media y desviación estándar). Dado que son muchos los factores que pueden influir sobre los perfiles sensoriales de los quesos artesanos andaluces (raza, cuajo, tiempo de maduración y tratamiento térmico) se aplican modelos de regresión lineal para cada uno de los atributos estudiados, con objeto de estimar que factores tienen una influencia independiente sobre ellos. Para los atributos comunes en todos los quesos se aplica el modelo de regresión ordinal y para las notas de olor/aroma se elige un modelo logit útil para analizar la presencia o ausencia de un atributo de interés.

Tabla 1. Atributos sensoriales, definiciones y referencias.

Atributos	Definiciones	Producto referencia	Preparación	Bibliografía
APARIENCIA	Todos los atributos visibles del queso.			ISO, 2008
Intensidad del Color	Grado de intensidad de color en el queso que varía desde blanco a amarillo.			
OLOR/AROMA	Percepción de sustancias volátiles agradables o desagradables por medio de la nariz por vía directa (olor) o por vía retronasal (aroma).			ISO, 2008
Intensidad del olor/aroma	Impresión global del olor/aroma percibido.			ISO, 2008
<i>Familia Láctica</i>				
Leche	Olor/aroma asociado a la leche cruda de cabra.	Leche de cabra	Leche de cabra del ordeño del día.	
Nata	Olor/aroma asociado a la nata	Nata	Nata comercial (35% grasa)	ISO, 2009b
Mantequilla	Olor/aroma asociado con mantequilla ligeramente salada.	Mantequilla	Mantequilla comercial	
Yogur	Olor/aroma asociado con yogurt natural.	Yogurt natural.	Yogurt natural comercial.	Berodier y col., 1997
Cuajada	Olor/aroma asociado con leche coagulada espontáneamente después de una acidificación.	Cuajada	Cuajada comercial	Berodier y col., 1997
Corteza queso	Olor/aroma asociado con la corteza del queso.	Corteza del queso.	Raspar la corteza del queso.	Berodier y col., 1997
<i>Familia vegetal</i>				
Hay	Olor/aroma asociado con heno o hierba seca.	Heno recién cortado.	Heno conservado en buenas condiciones y cortado en pequeños trozos con las tijeras.	Berodier y col., 1997
<i>Familia tostada</i>				
Vainilla	Olor/aroma característico de la vainilla	Extracto de vainilla	0,2 mg/l agua.	ISO, 2009b
Bizcocho	Olor/aroma característico de productos horneados.	Bizcocho	12 huevos/Kg harina + 750g mantequilla. Tomar una muestra con corteza y miga.	Berodier y col., 1997
Toffee	Olor/aroma característico del toffee (caramelo de leche)	Leche condensada	Leche condensada a 121°C durante 30 min.	
Caramelo	Olor/aroma característico del azúcar caramelizado.	Caramelo líquido	Caramelo comercial diluido en agua templada (1:2 v/v)	ISO, 2009b
Chocolate	Olor/aroma característico del chocolate negro.	Chocolate negro (85%)	1 onza.	
Café	Olor/aroma característico del café sólo.	Café torrefacto.	Taza de café torrefacto.	
<i>Familia afrutada</i>				
Frutos secos	Olor/aroma característico de los frutos secos crudos (avellana y almendra).	Avellanas y almendras crudas.	Mezcla de avellanas y almendras trituradas en una bolsa de plástico. .	

Tabla 1. Atributos sensoriales, definiciones y referencias (cont).

Atributos	Definiciones	Producto referencia	Preparación	Bibliografía
<i>Familia animal</i>				
Cabra	Olor característico de un rebaño de cabras.			
Establo	Olor característico de un establo de cabras		Pimienta blanca molida envejecida (2 meses) en sacos de algodón.	Ruiz Pérez-Cacho y col., 2005
Cuero	Olor asociado con retales de cuero.	Retales de cuero		Ruiz Pérez-Cacho y col., 2005
<i>Otros</i>				
Propionico	Olor/aroma asociado al vómito de bebé.	Acido propiónico	0,01 g/l agua	ISO, 2009b
Butírico	Olor/aroma asociado con los pies	Acido butírico.	0,1 g/l agua	ISO, 2009b
Acético	Olor/aroma asociado con el vinagre.	Vinagre de vino.		ISO, 2009b
Agrio	Olor/aroma asociado a la leche cortado.	Leche acidificada	Añadir limón a la leche calentada.	
Rancio	Olor/aroma característico de aceites que se han oxidado.	Aceites vegetales rancios.	20 ml de aceite vegetal en una copa servido 28°C	
Jabón	Olor/aroma asociado con jabón.	Jabón de NaOH no aromatizado.	Jabón rayado envuelto en papel de aluminio.	
Humedad	Olor asociado a bodega			ISO, 2009b
SABORES BÁSICOS	Cualquiera de los sabores básicos perceptibles: dulce, ácido, amargo o salado.			
Dulce	Sabor básico producido por disoluciones acuosas diluidas de sustancias como la sacarosa	Azúcar de mesa	Azúcar, 10 g/l agua	ISO, 2009b
Acido	Sabor básico producido por disoluciones acuosas diluidas de ácidos orgánicos como el ácido cítrico.	Ácido cítrico	Ácido cítrico, 0,2 g/l agua	
Salado	Sabor básico producido por disoluciones acuosas diluidas de cloruro sódico.	Cloruro sódico	Cloruro sódico, 1 g/l agua	
TRIGEMINAL SENSATIONS	Sensación de irritación producida por estímulos químicos en la boca, nariz o garganta.			
Picante	Sensación de irritación en garganta/boca producida por determinadas sustancias.	Aceite de oliva virgen extra	20 ml aceite de oliva 'picual' servido en una copa a 28 °C.	
Persistencia	Sensación de flavor similar a la percibida cuando el queso está en la boca y que se mantienen una vez que éste ha sido deglutido.	Vino tinto joven Vino tinto reserva	20 ml servido en una copa.	

Tabla 1. Atributos sensoriales, definiciones y referencias (con.).

Atributos	Definiciones	Producto referencia	Preparación	Bibliografía
TEXTURE	Todos los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto perceptibles a través de los receptores quinesésicos, somestésicos y (si corresponde) visuales y auditivos desde la primera mordida hasta la deglución.			
<i>Mechanical</i>				
Elasticidad	Atributo mecánico de la textura relacionado con la rapidez de recuperación de la forma original una vez que cesa la fuerza que lo deformaba.	Esponjita	1 unidad	ISO, 2008
Firmeza	Atributo mecánico de la textura relacionado con la fuerza necesaria para deformar o penetrar (cuchillo, tenedor...) el queso.	Aceituna de mesa 'gordal' con hueso	1 unidad	ISO, 2008
Friabilidad	Atributo mecánico de la textura relacionado con la cohesividad y con la fuerza necesaria para romper en trozos el queso.	Queso añejo.	1 cuña	ISO, 2008
<i>Geométrica</i>				
Granulosidad	Atributo geométrico de la textura relacionado con el tamaño de las partículas que se forman durante la masticación del queso.	Peras coferencia	Un trozo de pera	ISO, 2008
<i>Composición</i>				
Humedad	Atributo de composición de la textura que describe la percepción del agua absorbida o liberada por el queso.	Galleta (seco) Queso de cabra fresco (húmedo)	1 unidad 1 cuña	
Solubilidad	Atributo de composición de la textura que describe la facilidad o dificultad del queso para disolverse en la boca.	Queso semicurado Manchego	1 cuña	
Creмосidad	Atributo de composición de la textura que se relaciona con el contenido graso del queso y se mide analizando la sensación grasa percibida al aplastar el queso entre la lengua y el paladar.	Queso semicurado Manchego	1 cuña	

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización sensorial

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis descriptivo (media y desviación estándar) para los atributos sensoriales comunes en todos los quesos. Las columnas se corresponden con los factores estudiados (raza, tiempo de maduración, cuajo y tratamiento térmico) y las filas con los atributos sensoriales (intensidad color, intensidad global olor, intensidad global aroma, ácido, salado, picante, persistencia, elasticidad, firmeza, friabilidad, granulosidad, humedad, solubilidad y cremosidad)

En relación a la raza (Tabla 2), los quesos de Murciano-Granadina tienen mayor intensidad de color (4,5), de olor (6,6), de aroma (6,6), sabor ácido (5,9), sabor salado (5,7), picor (5,3), persistencia (5,7), firmeza (6,0) y cremosidad (5,7) que los quesos de Malagueña (3,6, 5,4, 5,4, 5,2, 4,2, 2,7, 4,7, 5,3 y 5,0, respectivamente) y que los quesos elaborados con leche obtenida de mezcla de razas (4,0, 5,7, 5,8, 5,1, 4,4, 3,9, 5,0, 5,9, 5,6, respectivamente). Además, los quesos de Murciano-Granadina son menos elásticos (2,1) y granulosos (5,2) que los de Malagueña (3,5 and 6,3, respectivamente) y que los de mezcla (2,5 and 6,0, respectivamente). Los quesos de Murciano-Granadina tienen un mayor contenido en grasa y un menor pH que los de Malagueña (De la Haba y col., 2016) lo cual influye en sus características sensoriales. La grasa es el constituyente de la leche que más influye en el desarrollo del flavor característico de los quesos (Delacroix-Buchet y Lambert, 2000) y afecta también a su textura. Así, los quesos con mayor contenido en grasa tienen mayor intensidad de olor/aroma (Pizzilo y col., 2005; Morand-Fehr y col, 2007; Sánchez Macías y col., 2012), resultados que coinciden con los de nuestro estudio.

Respecto al cuajo (Tabla 2), los quesos hechos con cuajo animal muestran menor intensidad de color (4,0 vs 5,0), de olor (5,9 vs 6,5), de humedad (5,4 vs 5,9) y de cremosidad (5,3 vs 6,1) que los quesos de cuajo vegetal pero son más picantes (4,9 vs 2,7) firmes (5,9 vs 5,6) y granulosos (6,0 vs 5,4). En cuanto al cuajo microbiano, los resultados de nuestro estudio indican que los quesos elaborados con este coagulante son los de menor intensidad en todos los atributos de flavor y en la firmeza y los de mayor elasticidad, granulosidad y humedad.

La maduración afecta a la intensidad de color y a todos los atributos del flavor (Tabla 2), produciéndose un incremento en la intensidad de color (F:2,0; SC:4,0 y C:5,1), en la del olor/aroma (F:2,0; SC:4,0 y C:5,1/F:4,5; SC:5,8 y C:6,7), en los sabores ácido (SC:5,0 y C:5,6) y salado (F:2,2; SC:5,3 y C:5,5), en el picor (C:4,5) y en la persistencia (F:3,6; SC:5,3 y C:5,8). En relación a los atributos de textura, la dureza aumenta (F:4,9; SC:5,8 y C:6,3) mientras que la humedad (F:6,2, SC:5,9 and C:5,0) y la cremosidad (SC:5,7 and C:5,2) disminuyen. Además, en nuestro estudio se observa que la granulosidad disminuye desde el inicio de la maduración (F:7,5) hasta los 45 días (SC:5,5) a partir del cual permanece constante (C:5,46). Con respecto a la elasticidad, ésta disminuye a lo largo de la maduración siendo los quesos frescos más elásticos (5,7) que los semicurados (3,7).

Los quesos de leche cruda (Tabla 2) tienen mayor intensidad de olor (6,8 vs 5,6) y aroma (7,0 vs 5,7) que los de leche pasteurizada. Además, los de leche cruda son más picantes que los pasteurizados (6,4 vs 3,3.). En relación a la textura, los quesos de leche pasteurizada tienen mayor contenido en humedad (5,8 vs 4,8), son más solubles (4,6 vs 4,2), más cremosos (5,7 vs 4,7) y menos firmes (5,6 vs 6,4) que los de leche cruda.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de los atributos sensoriales.

Atributo sensorial	Raza ¹	Tipo cuajo ²	Maduración ³	Tratamiento ⁴ térmico
Intensidad color	MG: 4.5±1.7	AN: 4.0±1.7	F: 2.0±0.2	P: 3.7±1.4
	MA: 3.6±1.6	VG: 5.0±1.4	SC: 4.0±0.7	C: 5.5±2.3
	MZ: 4.0±1.7	MB: 2.8±1.0	C: 5.1±1.8	
Int. global olor	MG: 6.6±0.9	AN: 5.9±1.5	F: 4.0±1.6	P: 5.6±1.4
	MA: 5.4±1.6	VG: 6.5±0.8	SC: 6.1±0.6	C: 6.8±1.3
	MZ: 5.7±1.6	MB: 4.6±1.4	C: 6.6±1.1	
Int. global aroma	MG: 6.6±1.1	AN: 6.0±1.4	F: 4.5±1.3	P: 5.7±1.3
	MA: 5.4±1.4	VG: 5.9±1.0	SC: 5.8±0.8	C: 7.0±1.2
	MZ: 5.8±1.4	MB: 5.1±1.3	C: 6.7±1.1	
Ácido	MG: 5.9±2.2	AN: 5.3±1.7	F:	P: 5.4±1.7
	MA: 5.2±1.5	VG: 6.0±1.6	SC: 5.0±1.6	C: 5.6±1.5
	MZ: 5.1±1.8	MB: 4.6±1.0	C: 5.6±1.8	
Salado	MG: 5.7±1.2	AN: 4.6±2.2	F: 2.2±2.4	P: 4.4±2.3
	MA: 4.2±2.2	VG: 5.7±1.3	SC: 5.3±1.3	C: 5.5±
	MZ: 4.4±2.2	MB: 3.8±2.	C: 5.5±1.4	
Picante	MG: 5.3±3.5	AN: 4.9±3.1	F:	P: 3.3±3.0
	MA: 2.7±2.6	VG: 2.7±2.8	SC:	C: 6.4±2.3
	MZ: 3.9±3.0	MB:	C: 4.5±3.2	
Persistencia	MG: 5.7±1.3	AN: 5.2±1.5	F: 3.6±1.8	P: 4.9±1.6
	MA: 4.7±1.9	VG: 5.0±1.2	SC: 5.3±1.2	C: 6.2±1.1
	MZ: 5.0±1.4	MB: 4.0±1.7	C: 5.8±1.0	
Elasticidad	MG: 2.1±2.6	AN: 2.5±2.6	F: 5.7±0.7	P: 3.1±2.5
	MA: 3.5±2.4	VG: 2.0±2.3	SC: 3.7±1.8	C:
	MZ: 2.5±2.9	MB: 4.8±2.0	C:	
Firmeza	MG: 6.0±0.9	AN: 5.9±1.3	F: 4.9±1.0	P: 5.6±1.3
	MA: 5.3±0.9	VG: 5.6±1.7	SC: 5.8±0.8	C: 6.4±1.4
	MZ: 5.9±1.6	MB: 5.0±1.0	C: 6.3±1.5	
Friabilidad	MG: 1.1±2.1	AN: 1.3±2.6	F:	P: 0.9±2.2
	MA: 0.8±1.3	VG: 0.6±1.8	SC:	C: 1.7±2.8
	MZ: 1.3±2.3	MB:	C: 1.6±2.8	
Granulosidad	MG: 5.2±1.2	AN: 6.0±1.5	F: 7.5±0.9	P: 6.0±1.5
	MA: 6.3±1.3	VG: 5.4±0.9	SC: 5.5±1.0	C: 5.7±1.1
	MZ: 6.0±1.4	MB: 6.6±1.0	C: 5.4±1.3	
Humedad	MG: 5.5±1.2	AN: 5.4±1.3	F: 6.2±1.2	P: 5.8±1.3
	MA: 5.9±1.2	VG: 5.9±1.7	SC: 5.9±1.1	C: 4.8±1.5
	MZ: 5.5±1.5	MB: 6.3±1.2	C: 5.0±1.4	
Solubilidad	MG: 4.6±0.9	AN: 4.4±1.2	F: 3.7±0.7	P: 4.6±1.3
	MA: 4.4±1.2	VG: 5.2±1.7	SC: 5.3±1.1	C: 4.2±0.9
	MZ: 4.5±1.4	MB: 4.5±0.9	C: 4.3±1.2	
Cremosidad	MG: 5.7±1.5	AN: 5.3±1.8	F:	P: 5.7±1.8
	MA: 5.0±2.0	VG: 6.1±2.2	SC: 5.7±1.6	C: 4.7±1.8
	MZ: 5.6±1.9	MB: 5.7±1.4	C: 5.2±2.3	

⁽¹⁾ MG: Murciano-Granadina; MA: Malagueña; MZ: mezcla de razas

⁽²⁾ AN: cuajo animal; VG: cuajo vegetal; MB: cuajo microbiano

⁽³⁾ F: fresco; SC: semi-curado; C: curado

⁽⁴⁾ P: leche pasteurizada; C: leche cruda

3.2. Modelos de regresión lineal

3.2.1. Atributos comunes presentes en todos los quesos

La Tabla 3 muestra el resultado de los seis modelos estimados para los atributos del flavor y el modelo de la intensidad de color y la Tabla 4 el resultado de los siete modelos estimados para la textura. En todos los modelos se omite una categoría en cada factor para que el coeficiente estimado refleje el efecto debido a la categoría correspondiente con respecto a la omitida. Se omiten las categorías Murciano-Granadina (raza), animal (cuajo), queso fresco (tiempo de maduración) y pasteurización (tratamiento térmico). En relación a la maduración, para el atributo sabor ácido la categoría omitida es la correspondiente al queso semicurado ya que los quesos frescos se muestran dulces y no ácidos y para la sensación picante no se considera este factor porque únicamente son picantes los quesos curados (Tabla 3); en relación a los atributos de textura (Tabla 4), para la elasticidad no se consideran los quesos curados; respecto a la friabilidad, no se estudia el efecto de la curación porque los únicos quesos que son friables son los curados y para la cremosidad la categoría omitida es la correspondiente al queso curado ya que los quesos frescos no son cremosos (Tabla 4).

Para la intensidad global de olor son pronósticos independientes la raza, la maduración y el tratamiento térmico, siendo el coeficiente de determinación $R^2=0,64$ y $p<0,001$. Con respecto a la intensidad global de aroma ($R^2=0,70$ y $p<0,001$) y el sabor salado ($R^2=0,42$ y $p<0,001$) son pronósticos independientes todos los factores estudiados. Para el sabor ácido son pronósticos independientes la raza y la maduración ($R^2=0,17$, $F=33,05$ y $p<0,001$). Para la sensación picante, la raza, el tipo de cuajo y el tratamiento térmico son pronósticos independientes ($R^2=0,51$ y $p<0,001$). Por último, la maduración y el tratamiento térmico son pronósticos independientes para la persistencia, donde $R^2=0,35$ y $p<0,001$ (Tabla 3). Finalmente, para la intensidad de color (Tabla 3) únicamente la maduración es pronóstico independiente ($R^2=0,54$ y $p<0,001$).

Para los atributos de textura (Tabla 4), son pronósticos independientes la raza, el tipo de cuajo y la maduración para la elasticidad ($R^2=0,46$ y $p<0,001$) y la firmeza ($R^2=0,49$ y $p<0,001$). Con respecto a la granulosidad todos los factores estudiados

son pronósticos independientes ($R^2=0,46$ y $p<0,001$). Para la humedad ($R^2=0,52$ y $p<0,001$) y la solubilidad ($R^2=0,45$ y $p<0,001$). Para la cremosidad únicamente el tratamiento térmico es pronóstico independiente ($R^2=0,50$ y $p<0,001$).

Así, la raza influye de forma independiente en la intensidad global de olor, en la intensidad global de aroma, en el sabor ácido, en el sabor salado, en la sensación picante, en la elasticidad, en la firmeza y en la granulosidad de los quesos (Tablas 3 y 4). Varios autores coinciden en que la raza proporciona características organolépticas específicas a los quesos debido al polimorfismo de la caseína que influye en las propiedades tecnológicas de la leche (Bolla y col., 1989; Pireda y col., 1993; Chianese y col., 1996; King, 1996; Pirisi y col., 1996; Rubino et al., 1999; Coulon y col., 2004). En la leche de cabra este polimorfismo genético está ligado a la presencia en mayor o menor cantidad o incluso ausencia de la $\alpha 1$ -caseína (CSN1S1) que influye en el contenido en sólidos totales, en proteínas y en caseínas y por tanto, en el rendimiento quesero, en el tiempo de coagulación, en la resistencia al calor, en la firmeza del coágulo y en el valor del pH (Sanz, 2007). Dentro de las razas andaluzas, se ha encontrado mayores valores medios de $\alpha 1$ -caseína en la leche de Murciano-Granadina que en la de la raza Malagueña (Caravaca y col., 2008).

El tipo de coagulante tiene un efecto independiente en la intensidad global de aroma, en el sabor salado, en la sensación picante y en todos los atributos de textura menos en la friabilidad (Tablas 3 y 4). Diversos autores indican que los quesos de cuajo vegetal son más aromáticos que los elaborados con cuajo animal debido a una mayor actividad proteolítica por la acción de la cipsosina (Galán y col., 2008; Tejada y col., 2006) y que los quesos de cuajo animal son más picantes debido a la actividad lipolítica (Menéndez y col., 2004). Tejada y col. (2006) observaron que los de cuajo animal son más duros, menos cremosos y más granulosos que los de cuajo vegetal a diferencia de García y col. (2012) que encontraron más duros los quesos de cuajo vegetal.

La maduración afecta a todos los atributos sensoriales (Tablas 3 y 4) debido a las intensas reacciones de lipólisis y proteólisis que tienen lugar en ella (Morgan y Gaborit, 2001 y Ferrandini y col., 2011). Así a lo largo de la maduración se produce un incremento en la intensidad del color, del olor/aroma, de la persistencia, de los

sabores salado y ácido y de las sensaciones de picor y pungencia (Cabezas y col., 2006; Tejada y col., 2006; Álvarez y col., 2007 y Fresno y col., 2012). Asimismo, los atributos de textura se modifican a lo largo de la maduración, aumentando la firmeza en los quesos debido a la pérdida de humedad (Cabezas y col., 2006; Tejada y col., 2006; Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016) y disminuyendo la elasticidad (Fresno y Álvarez, 2012), la solubilidad (García y col., 2016) y la cremosidad (Tejada y col., 2006; Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016). Con respecto a la granulosidad, el tamaño de grano aumenta ligeramente conforme avanza la maduración (Tejada y col., 2006; Fresno y Álvarez, 2012; García y col., 2016).

El tratamiento térmico influye en la intensidad global de olor, en la intensidad global de aroma, en el sabor salado, en la sensación picante, en la persistencia, en la friabilidad, en la granulosidad y en la cremosidad (Tablas 3 y 4). Está demostrado que los quesos elaborados con leche cruda desarrollan un olor y aroma particular debido a la acción de las bacterias que se encuentran originalmente en la leche. Los tratamientos térmicos mejoran el umbral de seguridad microbiana pero destruyen mucha flora responsable del flavor por lo que los quesos elaborados con leche pasteurizada tienen un sabor menos intenso (Rubino y col., 1999) al reducirse la formación de ácidos grasos de cadena corta (Atasoy y Turkoglu, 2009) y otros compuestos como ácidos, alcoholes y ésteres (Hayaloglu y Brechany, 2007) responsables de su olor/aroma. Además, los quesos de leche cruda son más picantes que los pasteurizados al inactivarse completamente la lipasa por efecto del tratamiento térmico (Driessen, 1989; Mc Sweeney y Sousa, 2000). Aunque los quesos de leche cruda tienen un sabor más intenso, éste es menos uniforme que el de los quesos de leche pasteurizada donde las características son más uniformes por la utilización de cultivos iniciadores estandarizados (Psoni y col., 2006). En cuanto a los atributos de textura, los quesos de leche pasteurizada tienen mayor contenido en humedad y son menos firmes que los de leche cruda (Buffa y col., 2001).

Por tanto, todos los factores estudiados influyen en los atributos comunes de flavor y de textura de los quesos, siendo la raza, la maduración y el tratamiento térmico los factores que más influyen en los del flavor y el cuajo y la maduración en los de textura.

Tabla 3. Modelos de regresión lineal para los atributos del flavor y para la intensidad de color de los quesos.

	Int. global* olor	Int. global aroma	Acido ¹	Salado	Picante ²	Persistencia	Int. color
Malagueña	-1.60 (0.20)***	-2.35 (0.10)***	-1.38 (0.25)***	-1.25 (0.29)***	-1.05 (0.36)**	-0.30 (ns)	(0.54) ns
Mezcla razas	-	-	-1.64 (0.19)***	-	-	-	(0.31) ns
Vegetal	-1.22 (ns)	-2.40 (0.09)***	0.48 (ns)	-1.59 (0.20)***	-1.16 (0.31)***	-0.69 (ns)	(0.44) ns
Microbiano	0.75 (ns)	4.76 (116.75)***	-0.22 (ns)	2.67 (14.37)***	-	-0.70 (ns)	(-0.78) ns
Semi-curado	4.04 (56.83)***	3.55 (34.81)***		2.87 (17.62)***	-	1.80 (6.09)***	6.05 (425.81)***
Curado	5.11 (165.67)***	5.07 (159.17)***	0.46 (1.59)*	3.88 (48.38)***	-	2.17 (8.77)***	7.63 (2056.99)***
Cruda	2.87 (17.64)***	3.18 (24.05)***	0.43 (ns)	-1.73 (0.18)***	3.80 (45.02)***	2.01 (7.43)***	(0.22) ns
R ² Nagelkerke	0.64	0.70	0.17	0.42	0.51	0.35	0.54
p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

⁽¹⁾ En relación al factor maduración, la categoría omitida es los quesos semi-curados puesto que los quesos frescos no son ácidos.

⁽²⁾ En relación al factor maduración, sólo los quesos curados mostraron la sensación picante
*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Tabla 4. Modelos de regresión lineal para los atributos de textura de los quesos.

	Elasticidad* ¹	Firmeza	Friabilidad ²	Granulosidad	Humedad	Solubilidad	Creemosidad ³
Malagueña	-1.34 (0.26)***	-0.93 (0.39)***	-0.34 (ns)	1.06 (2.89)***	0.17 (ns)	0.12 (ns)	-0.11 (ns)
Mezcla razas	-1.63 (0.20)***	(0.16) ns	0.68 (ns)	1.26 (3.51)***	-0.41 (ns)	-0.15 (ns)	-
Vegetal	1.18 (3.26)**	-1.85 (0.16)***	-0.68 (ns)	-0.01 (ns)	1.72 (5.61)***	1.70 (5.45)***	1.25 (3.49)**
Microbiano	1.36 (3.88)***	-1.05 (0.35)***	-	-0.89 (0.41)***	1.03 (2.80)***	1.03 (2.80)***	0.57 (ns)
Semi-curado	-3.39 (0.03)***	1.59 (4.92)***	-	-4.22 (0.01)***	-0.62 (0.54)*	3.43 (30.91)***	0.31 (ns)
Curado	-	2.24 (9.44)***	-	-4.65 (0.01)***	-2.09 (0.12)***	1.36 (3.88)***	
Cruda	-	0,38 (ns)	0.93 (2.54)***	1.32 (374)***	-0.06 (ns)	-0.08 (ns)	-0.80 (0.45)*
R ² Nagelkerke	0.46	0.49	0.29	0.46	0.52	0.45	0.50
p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

⁽¹⁾ En relación a la maduración, sólo se estudian los quesos frescos y semi-curados porque los curados no son elásticos.

⁽²⁾ Respecto a la friabilidad, no se estudia el efecto de la curación porque los únicos que son friables son los quesos curados.

⁽³⁾ Respecto a la curación, la categoría omitida son los quesos curados porque los frescos no son cremosos.

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

3.2.2. Notas de olor/aroma en los quesos

En las Tablas 5 y 6 se presentan los resultados de los modelos logit para las notas de olor y las de aroma, respectivamente. En todos los modelos se omite una categoría en cada factor para que el coeficiente estimado refleje el efecto debido a la categoría correspondiente con respecto a la omitida. Se omiten las categorías Murciano-Granadina (raza), animal (cuajo), queso fresco (tiempo de maduración) y pasteurización (tratamiento térmico). En relación a la raza, para el olor/aroma leche/nata la categoría omitida es la correspondiente a la mezcla de razas porque los quesos de Murciano-Granadina no presentan estas notas olfativas; para el aroma a yogurt, no se analiza la Malagueña porque estos quesos no presentan esta nota. Respecto al tipo de cuajo, para atributos bizcocho y frutos secos no se analiza el cuajo microbiano porque estos quesos no la tienen; para el olor a cabra no se estudian los quesos de cuajo vegetal porque estos quesos tampoco la tienen y para el olor/aroma a butírico/propiónico no se estudia el efecto del cuajo porque sólo los quesos elaborados con cuajo animal presentan la nota. Para el factor maduración, en los atributos mantequilla, bizcocho, toffee y frutos secos la categoría omitida es el queso curado porque los quesos frescos no la tienen; para el olor/aroma a butírico/propiónico no se estudia este efecto porque sólo la presentan los quesos curados. En relación al tratamiento térmico, para los atributos mantequilla y toffee no se estudia este factor porque los quesos de leche cruda no tienen estas notas.

Para el olor leche/nata (Tabla 5) únicamente para los quesos de Malagueña y de mezcla son pronósticos independientes el cuajo, la curación y el tratamiento térmico. Así, los quesos de cuajo vegetal presentan una probabilidad de oler 4.1 veces mayor que los de cuajo animal ($p < 0.001$); los frescos tienen una probabilidad 41.7 veces ($1/0.024$) mayor que los semicurados ($p < 0.001$) y 38.5 veces ($1/0.026$) mayor que los curados ($p < 0.001$) y los quesos de leche pasteurizada tienen una probabilidad 3.13 veces ($1/0.320$) mayor que los de leche cruda ($p < 0.001$).

Para el olor a mantequilla (Tabla 5) sólo para los quesos semicurados y curados de leche pasteurizada son pronósticos independientes la raza, el cuajo y la curación. Los quesos de Malagueña presentan una probabilidad de oler 2.3 veces mayor que los de Murciano-Granadina ($p < 0.01$); los quesos de cuajo animal tienen

una probabilidad de oler 2.1 veces (1/0.48) mayor que los de cuajo vegetal ($p<0.05$) y los quesos semicurados una probabilidad 5.4 veces mayor que los curados ($p<0.001$).

Para el olor yogurt/cuajada (Tabla 5) son pronósticos independientes la raza, el cuajo, la curación y el tratamiento térmico. Así, los de Murciano-Granadina presentan una probabilidad de oler 20 veces (1/0.05) mayor que los de Malagueña ($p<0.001$) y 2.3 veces (1/0.427) mayor que los de mezcla ($p<0.01$); los quesos de cuajo vegetal tienen una probabilidad de oler 2.7 veces mayor ($p<0.01$) y los de cuajo microbiano 2.3 veces mayor que los de cuajo animal ($p<0.05$); los quesos frescos tienen una probabilidad de oler 4 veces (1/0.252) mayor que los curados ($p<0.01$) y los de leche cruda 10.1 veces mayor que los de pasteurizada ($p<0.001$).

Para el olor a bizcocho (Tabla 5) únicamente para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza, el cuajo, la curación y el tratamiento térmico. Los quesos de Malagueña presentan una probabilidad de oler 2.2 veces mayor que los de Murciano-Granadina ($p<0.05$) y éstos una probabilidad de 2.4 veces (1/0.414) mayor que los de mezcla ($p<0.01$); los quesos de cuajo animal tienen una probabilidad de oler 2.8 veces (1/0.357) mayor que los de cuajo vegetal ($p<0.05$); los quesos semicurados tienen una probabilidad de oler 1.8 veces mayor que los curados ($p<0.05$) y los quesos de leche pasteurizada 1.4 veces mayor (1/0.703) que los de cruda ($p<0.05$).

Para el olor a toffee (Tabla 5) sólo para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza y el tratamiento térmico ($p<0.01$). Los quesos de Murciano-Granadina presentan una probabilidad de oler 11.5 veces (1/0.087) mayor que los de Malagueña ($p<0.001$) y los de leche pasteurizada 4.8 veces (1/0.209) mayor que los de cruda ($p<0.001$).

Para el olor a frutos secos (Tabla 5) sólo para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza, la curación y el tratamiento térmico. Los quesos de Murciano-Granadina presentan una probabilidad de oler 1.9 veces mayor que los de mezcla ($p<0.05$). Los curados tienen una probabilidad de oler 3.6

veces (1/0.281) mayor que los semicurados ($p < 0.001$) y los de leche pasteurizada 5.5 veces (1/0.182) mayor que los de cruda ($p < 0.001$).

Para el olor a cabra (Tabla 5) son pronósticos independientes la raza y el tratamiento térmico. Los quesos de Murciano-Granadina presentan una probabilidad de oler 3.1 veces (1/0.326) mayor que los de mezcla ($p < 0.001$) y los quesos de leche cruda 4.5 veces mayor que los de pasteurizada ($p < 0.001$). Finalmente, para el olor a butírico/propiónico son pronósticos independientes la raza y el tratamiento térmico. Los quesos de Murciano-Granadina presentan una probabilidad de oler 3.2 veces (1/0.313) mayor que los de Malagueña ($p < 0.05$) y los quesos de leche pasteurizada 1.3 veces (1/0.761) mayor que los de cruda ($p < 0.001$).

En relación al aroma, para el atributo leche/nata (Tabla 6) únicamente para los quesos de raza Malagueña y de mezcla son pronósticos independientes la raza, el cuajo y la curación. Así, los quesos de la raza Malagueña tienen una probabilidad de que aparezca este aroma 4 veces mayor que los de mezcla ($p < 0.001$); los de cuajo vegetal presentan una probabilidad 9.7 veces mayor que los de cuajo animal ($p < 0.001$) y los frescos tienen una probabilidad 13.9 veces (1/0.072) mayor que los semicurados ($p < 0.001$) y 6.2 veces (1/0.162) mayor que los curados ($p < 0.001$).

Para el aroma a mantequilla (Tabla 6) sólo para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza, el cuajo y el tratamiento térmico. Los quesos de Murciano-Granadina tienen una probabilidad de tener este aroma 2.0 veces (1/0.49) mayor que los de mezcla ($p < 0.05$); los quesos de cuajo animal tienen una probabilidad 6.7 veces (1/0.149) mayor que los de cuajo vegetal ($p < 0.001$) y los de cuajo microbiano 5.6 veces mayor que los de animal ($p < 0.01$); los quesos de leche pasteurizada 10.3 veces mayor (1/0.097) que los de leche cruda ($p < 0.001$).

Para el aroma a yogurt/cuajada (Tabla 6) son pronósticos independientes la raza, la curación y el tratamiento térmico ($p < 0.01$). Así, los de Murciano-Granadina tienen una probabilidad de que aparezca este aroma 2.3 veces (1/0.442) mayor que los de mezcla ($p < 0.01$); los quesos semicurados tienen una probabilidad 6.6 veces mayor que los frescos ($p < 0.001$) y los de leche cruda 3.5 veces mayor que los de pasteurizada ($p < 0.01$).

Para el aroma a bizcocho (Tabla 6) únicamente para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza y la curación ($p < 0.001$). Los quesos de la raza Malagueña tienen una probabilidad de que aparezca este aroma 2.4 veces mayor que los de Murciano-Granadina ($p < 0.05$) y los quesos semicurados una probabilidad 3.5 veces mayor que los curados ($p < 0.001$).

Para el aroma a toffee (Tabla 6) sólo para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la raza, el cuajo y la curación. Los quesos de mezcla tienen una probabilidad mayor que los de Murciano-Granadina ($p < 0.01$); los de cuajo animal 6 veces mayor ($1/0.168$) que los de cuajo vegetal ($p < 0.001$) y los quesos curados 3.3 veces mayor ($1/0.306$) que los semicurados ($p < 0.001$).

Para el aroma a frutos secos (Tabla 6) sólo para los quesos semicurados y curados son pronósticos independientes la curación y el tratamiento térmico. Los curados tienen una probabilidad 4.3 veces mayor ($1/0.235$) que los semicurados ($p < 0.001$) y los de leche cruda 1.9 veces mayor que los de pasteurizada ($p < 0.05$).

Para el aroma a cabra (Tabla 6) son pronósticos independientes el cuajo, la curación y el tratamiento térmico. Los quesos de cuajo animal presentan una probabilidad de que aparezca este aroma 2.6 veces mayor ($1/0.391$) que los de cuajo microbiano ($p < 0.05$); los quesos frescos 8.3 veces mayor ($1/0.121$) que los semicurados y 4 veces mayor ($1/0.250$) que los quesos curados ($p < 0.001$) y los quesos de leche cruda 4.6 veces mayor que los de pasteurizada ($p < 0.001$).

Así, los resultados de este estudio indican que el atributo de olor/aroma a leche/nata es característico de la raza Malagueña, de los quesos frescos y de los quesos elaborados con cuajo vegetal. El atributo de olor/aroma a yogurt/cuajada es característico de los quesos de la raza Murciano-Granadina y de los quesos de leche cruda. Los atributos de olor/aroma a mantequilla, bizcocho, toffee y frutos secos son atributos característicos de los quesos semicurados y curados, siendo más probable la nota a mantequilla en los quesos de cuajo animal y en los de leche pasteurizada y la de frutos secos en los quesos curados. Los atributos de olor a cabra y a butírico/propiónico son más probables de encontrar en quesos de Murciano-Granadina y de leche cruda y el aroma a cabra en los quesos frescos.

Tabla 5. Modelos logit para los atributos del olor en los quesos.

	Leche/nata ¹	Mantequilla ²	Yogurt	Bizcocho ³	Toffee ⁴	Frutos secos ³	Cabra ⁵	Butirico/propionico ⁶
Malagueña	0.318 (ns)	0.811 (2.251)**	-2.988 (0.05)***	0.766 (2.150)*	-2.439 (0.087)***	-0.476 (ns)	-0.204 (ns)	-1.163 (0.313)*
Mezcla razas		-0.01 (ns)	-0.850 (0.427)**	-0.882 (0.414)**	-0.311 (ns)	0.650 (1.915)*	-1.121 (0.326)***	0.661 (ns)
Vegetal	1.405 (4.075)***	-0.729 (0.483)*	0.988 (2.686)**	-1.031 (0.357)*	-0.149 (ns)	-0.206 (ns)		
Microbiano	-0.525 (ns)	0.365 (ns)	0.845 (2.329)*		-0.859 (ns)			
Semi-curado	-3.735 (0.024)***	1.683 (5.383)***	0.539 (ns)	0.563 (1.755)*	0.042 (ns)	-1.269 (0.281)***		
Curado	-3.641 (0.026)***		-1.378 (0.252)**				0.162 (ns)	
Cruda	-1.141 (0.320)***		2.311 (10.085)***	-1.088 (0.337)*	-1.565 (0.209)***	-1.706 (0.182)***	2.198 (4.533)***	-2.730 (0.761)***
Constante	2.756***	-0.696**	-0.427 (ns)	-0.703*	0.861**	-0.424 (ns)		-0.172 (ns)
R ² Nagelkerke	0.456	0.256	0.313	0.237	0.266	0.180	0.131	0.137

(1) En relación a la raza, la categoría omitida es mezcla de razas porque los quesos de Murciano-Granadina no presentan esta nota de olor.

(2) En relación al factor maduración, se omite la categoría curado porque los quesos frescos no tienen la nota a mantequilla y no se estudia el factor tratamiento térmico porque tampoco se observa esta nota en los quesos de leche cruda.

(3) En relación al tipo de cuajo, no se analiza el cuajo microbiano porque éstos quesos no presentan esta nota y respecto al factor maduración, la categoría omitida es el queso curado porque esta nota no se encuentra en los quesos frescos.

(4) En relación al factor maduración, se omite la categoría curado porque los quesos frescos no tienen la nota a toffee.

(5) En relación al tipo de cuajo, no se analiza el cuajo vegetal porque éstos quesos no presentan esta nota.

(6) En relación al tipo de cuajo, no se analiza el cuajo vegetal ni el microbiano porque los quesos no presentan esta nota y no se estudia el factor curado porque únicamente presentan esta nota los curados.

* p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Tabla 6. Modelos logit para los atributos de aroma en los quesos.

	Leche/nata ¹	Mantequilla ²	Yogurt ³	Bizcocho ⁴	Toffee ⁵	Frutos secos ⁴	Cabra
Malagueña	1.394 (4.031)***	0.323 (ns)		0.855 (2.351)*	-0.591 (ns)	-0.557 (ns)	0.108 (ns)
Mezcla razas		-0.714 (0.490)*	-0.817 (0.442)**	-0.466 (ns)	1.189 (3.284)**	0.473 (ns)	0.058 (ns)
Vegetal	2.269 (9.673)***	-1.905 (0.149)***	0.681 (ns)	-0.789 (ns)	-1.786 (0.168)***	0.053 (ns)	0.602 (ns)
Microbiano	0.460 (ns)	1.727 (5.624)**	0.702 (ns)		0.666 (ns)		-0.939 (0.391)*
Semi-curado	-2.629 (0.072)***	0.211 (ns)	1.893 (6.639)***	1.260 (3.525)***	-1.185 (0.306)***	-1.446 (0.235)***	-2.113 (0.121)***
Curado	-1.819 (0.162)***		0.459 (ns)				-1.380 (0.250)***
Cruda	0.132 (ns)	-2.335 (0.097)***	1.247 (3.479)**	0.332 (ns)		0.650 (1.916)*	1.534 (4.637)***
Constante		0.494 (ns)	-1.640**	-1.620***	-0.670*	-0.166 (ns)	0.069 (ns)
R ² Nagelkerke	0.426	0.321	0.195	0.225	0.243	0.222	0.200

(1) En relación a la raza, la categoría omitida es la mezcla de razas porque los quesos de Murciano-Granadina no presentan esta nota de olor

(2) En relación al factor maduración, se omite la categoría curado porque los quesos frescos no tienen la nota a mantequilla

(3) En relación a la raza, no se analiza la Malagueña porque estos quesos no presentan esta nota

(4) En relación al tipo de cuajo, no se analiza el microbiano porque estos quesos no presentan esta nota y respecto al factor maduración, la categoría omitida es el queso curado porque esta nota no se encuentra en los quesos frescos

(5) En relación al factor maduración, se omite la categoría curado porque los quesos frescos no tienen la nota a toffee y no se analiza el tratamiento térmico porque los quesos de leche cruda no presentan esta nota.

(6) En relación al tipo de cuajo, no se analiza el cuajo vegetal ni el microbiano porque éstos quesos no presentan esta nota y no se estudia el factor maduración porque únicamente presentan esta nota los curados.

* p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la raza, la maduración y el tratamiento térmico influyen en los atributos de flavor. Los quesos de Murciano-Granadina tienen mayor intensidad de olor/aroma, de acidez, de salado y de picor que los de Malagueña. Además son características de los quesos de Murciano-Granadina las notas a yogur/cuajada y las de leche/nata de los quesos de Malagueña. Todos los atributos de flavor aumentan su intensidad a lo largo de la maduración, siendo las notas de olor/aroma a mantequilla, a bizcocho y a toffee características de los quesos semicurados y la nota a frutos secos de los quesos curados. Los quesos elaborados

con leche cruda tienen mayor intensidad de olor/aroma, persistencia y picor que los de pasteurizada. En relación a la textura, los resultados indican que el cuajo y la maduración son los factores que más la afectan. Así, los quesos de cuajo animal son más firmes y menos elásticos, húmedos y solubles que los de cuajo vegetal y los quesos curados son más firmes y menos elásticos, solubles, húmedos y granulados que los frescos.

Agradecimientos: Al “Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce”, Málaga (España) por aportar fondos para la realización de esta investigación y a las queserías locales por proporcionar las muestras de queso.

5. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez S., Fresno M., Méndez P., Castro N., Fernández J. R. y Sanz Sampelayo, M.R. (2007). Alternatives for improving physical, chemical and sensory characteristics of goat cheeses: the use of arid-land forages in the diet. *Journal of Dairy Science*, 90, 2181–2188.

Atasoy A.F. y Türkoğlu H. (2009). Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats' and cows' milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening. *Food Chemistry*, 115, 71-78.

Berodier F., Lavanchi P., Zannoni M., Casals J., Herrero L. y Adamo, C. (1997). Guide d'évaluation olfatto-gustative des fromages à pâte dure et semi-dure. *Lebensm-Wiss. U. Technol.*, 30, 653-664.

Bolla P., Caroli A., Mezzelani A., Rizzi R., Pagnacco G., Fraghy A. y Casu, S. (1989). Milk protein markers and production in sheep, *Animal Genetics* 20, 78–79.

Buffa M.N., Trujillo A.J., Pavia M. y Guamis, B. (2001). Changes in textural, microstructural and color characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure treated goat's milk. *International Dairy Journal*, 11, 927-934.

Cabezas L., González-Viñas M., Ballesteros C. y Martín-Álvarez P.J. (2006). Application of Partial Least Squares regression to predict sensory attributes of artisanal and industrial Manchego cheeses. *European Food Research and Technology*, 222, 223-228.

Caravaca F., Amills M., Jordana J., Angiolillo A., Agüera P., Aranda C., Menendez-Buxadera A., Sánchez A., Carrizosa J., Urrutia B., Sánchez A. y Serradilla J.M. (2008). Effect of alpha (s1)-casein (CSN1S1) genotype on milk CSN1S1 content in Malagueña and Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy Research*, 75, 481–484.

Chambers D.H., Esteve E. y Retiveau A. (2010). Effect of milk pasteurization on flavor properties of seven commercially available French cheese types. *Journal of Sensory Studies*, 25, 494-511.

Chianese L., Garro G., Mauriello R., Laezza P., Ferranti P.N. y Addeo, F. (1996) Occurrence of five s₁-casein variants in ovine milk. *Journal of Dairy Research*, 63, 49-59.

Coulon J. B., Delacroix-Buchet A., Martín B. y Pirisi, A. (2004). Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. *Lait* 84, 221–241.

De la Haba Ruiz M., Ruiz Pérez-Cacho P. Dios Palomares R. y Galán-Soldevilla H. (2016). Classification of artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying multivariate statistical techniques. *Dairy Science and Technology*, 96, 95–106.

Driessen A.J.M. (1989). Secondary transport of amino-acids by membrane-vesicles derived from lactic-acid bacteria. *Journal of microbiology*, 56, 139-160.

Ferrandini E., López M.P., Castillo M. y Laencina, J. (2011). Influence of an artisanal rennet paste on proteolysis and textural properties of Murcia al Vino cheese. *Food Chemistry*, 124, 583–588.

Fresno M. y Álvarez S. (2012). Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 393-400.

Galan E., Prados F., Pino A., Tejada L. y Fernandez-Saguero J. (2008). Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *International Dairy Journal*, 18, 93–98.

Galán-Soldevilla H., Ruiz Pérez-Cacho P., Jiménez S., Villarejo M. y Manzanares A.B. (2005). Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. *Food Quality and Preference*, 16, 71-77.

Galán-Soldevilla H., Ruiz Pérez-Cacho P. y Hernández Campuzano J.A. (2013). Determination of the characteristic sensory profiles of Aloreña table-olive, *Grasas y Aceites*, 64, 442-452.

García V., Rovira S., Teruel R., Boutoial K., Rodríguez J., Roa I. y López, M.B. (2012). Effect of vegetable coagulant, microbial coagulant and calf rennet on physicochemical, proteolysis, sensory and texture profiles of fresh goats cheese. *Dairy Science and Technology*, 92, 691-707.

García V., Rovira S., Boutoial K., Ferrandini E. y López, M.B. (2016). Physicochemical, microbiological, textural and sensory changes during the ripening of pasteurised goat milk cheese made with plant coagulant (*Cynara scolymus*). *International Journal of Dairy Technology*, 69, 96-102.

Hayaloglu A. y Brechany E. Y. (2007). Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of Malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese. *Lait*, 87, 39-57.

ISO (2007). Ref. n° 8589. Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms.

ISO (2012). Ref. nº ISO 8586. Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.

ISO. (2016). Ref. nº 13299. Sensory analysis. Methodology general guidance for establishing a sensory profile.

ISO (2009a). Ref. nº 22935-1. Milk and milk products. Sensory analysis. Part 1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors.

ISO (2009b). Ref. nº 22935-2. Milk and milk products. Sensory analysis. Part 2: Methodology. Recommended method for sensory evaluation of milk and milk products.

King J.B.W. (1996). The casein of sheep's milk. In: Polymorphisme Biochimique des Animaux. Paris, INRA, 427–431.

Lavanchi P., Berodier F., Zannoni M., Noel Y., Adamo C., Quella J. y Herrero, L. (1993). L'évaluation sensorielle de la textura des fromages à pâte dure ou demi-dure. Étude interlaboratoires. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 26, 5-68.

Mc Sweeney P.L.H. y Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavor compounds in cheese during ripening, Lait, 80, 293–324.

Menéndez S; Godínez R; Hermida M., Centeno JA y Rodríguez-Otero, J.L. (2004). Characteristics of "Tetilla" pasteurized milk cheese manufactured with the addition of autochthonous cultures. Food microbiology, 21, 97-104.

Morgan F. y Gaborit P. (2001). The typical flavor of goat milk products: technological aspects. International journal of dairy Technology, 54, 38-40.

Piredda G., Papoff C.M., Sanna S.R. y Campus, R.L. (1993). Influenza del genotipo della α s1-caseina ovina sulle caratteristiche chimico-fisiche e lattodinamografiche del latte. Sci. Tecn. Latt.-Cas, 44,135–143.

Pirisi A., Piredda G., DiSalvo R., Papoff C.M. y Pintus, S. (1996). Production and utilization of ewe and goat milk. International Dairy Federation, 9603, 179-183.

Psoni L., Tzanetakis N. y Litopoulou-Tzanetaki E. (2006). Characteristics of Batzos cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and a native culture. Food Control, 17, 109–120.

Rubino R., Morand-Fehr P. y Renieri, C. (1999). Typical products of the small ruminant sector and the factors affecting their quality. Small Ruminant Research, 34, 289-302.

Ruiz Pérez-Cacho P., Galán-Soldevilla H., Molina Recio G. y León Crespo F. (2005). Determination of the sensory attributes of a Spanish dry-cured sausage. Meat Science, 71, 620-633.

Rodríguez I., Serrano S., Galán-Soldevilla H., Piva G. y Uberta J. L. (2015). Sensory analysis integrated by palynological and physicochemical determinations plays a key role in differentiating unifloral honeys of similar botanical origins (*Myrtaceae* honeys from southern Spain). International Journal of Food Science and Technology, 50, 1545-1551.

Rodríguez I., Serrano S., Galán-Soldevilla H., Uberta J. L. y Jodral, M. (2010). Characterization of sierra morena citrus blossom honey (*Citrus spp.*). International Journal of Food Science and Technology, 45, 2008-2015

Ruiz Pérez-Cacho P., Galán-Soldevilla H., Mahatanattawee K., Eston A. y Rouseff R. (2008). Sensory lexicon for fresh squeezed and processed orange juices. Food Science and Technol. International, 14, 131-142.

Sanz Ceballos L. (2007). Caracterización de la leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada.

Talavera-Bianchi M. y Chambers D.H. (2008). Simplified lexicon to describe flavor characteristics of western European cheeses. *Journal of Sensory Studies*, 23, 468-484.

Tejada L., Abellán A, Cayuela M.J. y Martínez-Cacha, A. (2006). Sensorial characteristics during ripening of the Murcia al Vino goat's milk cheese: the effect of the type of coagulant used and the size of the cheese. *Journal of Sensory Studies*, 21, 333-347.

Yates M.D. y Drake M.A. (2007). Texture properties of Gouda cheese. *Journal of Sensory Studies*, 22, 493–506.

5. CONCLUSIONES

1. Las pequeñas queserías artesanales en Andalucía son muy similares entre sí en un gran número de variables:
 - Son industrias familiares, ubicadas en zonas de montaña que utilizan leche de su propia ganadería o de ganaderos locales de razas autóctonas alimentadas en régimen semi-extensivo. Producen quesos puros de cabra, principalmente de leche pasteurizada, tanto frescos como curados, emplean cuajo animal y comercializan sus quesos en el ámbito local

2. Las variables que diferencian entre queserías son la edad del propietario, la raza, la ganadería propia, el ámbito de distribución, los puntos de venta y los premios. De todas las variables seleccionadas, la raza es la más importante en la diferenciación entre grupos de queserías.

3. En relación a la caracterización físico-química de los quesos, los resultados muestran que la raza y la maduración son los factores que más influyen en estos parámetros. Las técnicas multivariantes permiten diferenciar dos grupos de quesos:
 - El primero se caracteriza por quesos frescos elaborados con leche pasteurizada de la raza Malagueña y cuajo microbiano, con altos valores de pH y bajo contenido en materia seca, grasa y sal.
 - El segundo está representado por quesos curados elaborados con leche cruda o pasteurizada de la raza Murciano-Granadina y de mezcla de razas con cuajos animal o vegetal, con bajos valores de pH y mayor contenido en materia seca, grasa y sal.

4. Los resultados sensoriales muestran que la raza, la maduración y el tratamiento térmico son los factores que más influyen en los atributos de flavor:
 - Los quesos de Murciano-Granadina tienen mayor intensidad de olor/aroma, de acidez, de salado y de picor que los de Malagueña. Además son características de los quesos de Murciano-Granadina las notas a yogur/cuajada y las de leche/nata de los quesos de Malagueña.

- Todos los atributos de flavor aumentan su intensidad a lo largo de la maduración, siendo las notas de olor/aroma a mantequilla, a bizcocho y a toffee características de los quesos semicurados y la nota a frutos secos de los quesos curados.
 - Los quesos elaborados con leche cruda tienen mayor intensidad de olor/aroma, persistencia y picor que los de pasteurizada.
5. En relación a la textura, los resultados indican que el cuajo y la maduración son los factores que más la afectan:
- Los quesos de cuajo animal son más firmes y menos elásticos, húmedos y solubles que los de cuajo vegetal.
 - Los quesos curados son más firmes y menos elásticos, solubles, húmedos y granulados que los frescos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, C.M., Gomes, D., Faro, C. (2015). Engineering a cardosin B-derived rennet for sheep and goat cheese manufacture. *Applied Microbiology Biotechnology* 99, 269-281.

Álvarez, S., Fresno, M., Méndez, P., Castro, N., Fernández, J. R., Sanz Sampelayo, M.R. (2007). Alternatives for improving physical, chemical and sensory characteristics of goat cheeses: the use of arid-land forages in the diet. *Journal of Dairy Science* 90, 2181–2188.

Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. (1965). *Principles of Sensory Evaluation of Foods*. Academic Press.

Anzaldúa–Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia, S.A.

Ares, J.L. (1995). *Prospección del sector quesero de Andalucía: tecnologías tradicionales y aspectos económicos*. Tesis Doctoral Universidad de Córdoba. Cap. Prospectiva y Conclusiones.

Ares, J.L. (2005). Aspectos clave del sector quesero tradicional de Andalucía. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* 18, 123-138.

Ares, J.L., Barriga, D., García, M.R., Sanz, R., Ruiz, F.A. (2009). *Patrimonio Quesero Andaluz, Quesos de Andalucía*. Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce, Málaga.

Atasoy, A.F. y Türkoğlu, H. (2009). Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats' and cows' milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening. *Food Chemistry*, 115, 71-78.

Bakke, H., Steine, T., Eggum, A. (1976). Relationship between content of free fatty acids and flavour in goat's milk, *Meieriposten* 65, 187-194.

Bakkene, G. (1985). Effect of crossbreeding on quality of goat's milk, *Meieriposten* 7, 35-39.

Bernardo, A. (1991). Aspectos fundamentales para la elaboración industrial de quesos artesanos. Nuevos métodos tecnológicos para productos lácteos. *Venus*.

Berodier F., Lavanchi P., Zannoni M., Casals J., Herrero L. y Adamo, C. (1997). Guide d'évaluation olfatto-gustative des fromages á pâte dure et semi-dure. *Lebensm-Wiss. U. Technol.*, 30, 653-664.

Birch G.G., Brennan J.G. y Parker K.J. (1977). *Sensory properties of food*. Ed. Applied Science Publishers, Ltd. ISBN: 085334:7441

Bolla, P., Caroli, A., Mezzelani, A., Rizzi, R., Pagnacco, G., Fraghy, A., Casu, S. (1989). Milk protein markers and production in sheep. *Animal Genetics* 20, 78-79.

Boutoial, K., Alcantara, Y., Rovira, S., Garcia, V., Ferrandini, E., López, M.B. (2013). Influence of ripening on proteolysis and lipolysis of Murcia al Vino cheese. *International Journal of Dairy Technology* 66, 366-372.

Boyazogly, J., Morand-Fehr, P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Ruminant Research* 40, 1-11.

Boyazoglu, J., Hatziminoglou, I., Morand-Fehr, P. (2005). The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research* 60, 13-23.

Boza, J., Guerrero, J.E. (1994). Estrategias para la alimentación de ovejas y cabras en zonas semiáridas mediterráneas (Food strategies for sheep and goat in semi-arid Mediterranean areas). *Actas de las XVIII Jornadas de la SEOC*. Albacete, 371-378.

Boza, J., Sanz Pelayo, M.R. (1997). Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Occidental* 10, 109-139.

- Buffa, M.N., Trujillo, A.J., Pavia, M., Guamis, B. (2001). Changes in textural, microstructural and color characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure treated goat's milk. *International Dairy Journal* 11, 927-934.
- Bustamante, M., Chavarri, F., Santisteban, A., Ceballos, G., Hernandez, I., Miguelez M.J., Aranburu, I., Barron L.J.R., Virto, M., de Renobales, M. (2000). Coagulating and lipolytic activities of artisanal lamb rennet pastes. *Journal of Dairy Research* 67, 393-402.
- Cabezas, L., González-Viñas, M., Ballesteros, C., Martín-Álvarez, P.J. (2006). Application of Partial Least Squares regression to predict sensory attributes of artisanal and industrial Manchego cheeses. *European Food Research and Technology* 222, 223-228.
- Canali, G. (2006). Common agricultural policy reform and its effects on sheep and goat market and rare breed. *Small Ruminant Research* 62, 207-213.
- Caravaca, F., Amills, M., Jordana, J., Angiolillo, A., Agüera, P., Aranda, C., Menendez-Buxadera, A., Sanchez, A., Carrizosa, J., Urrutia, B., Sanchez, A., Serradilla, J.M. (2008). Effect of alpha (s1)-casein (CSN1S1) genotype on milk CSN1S1 content in Malagueña and Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy Research* 75, 481-484.
- Carpino, S., Horne, J., Melilli, C., Licitra, G., Barbano, D.M. (2004). Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano Cheese. *Journal of Dairy Science* 87, 308-315.
- Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pertinez, M., Camunez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzman-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J. (2003). Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small Ruminant Research* 47, 133-143.
- Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A. (2007). El sector caprino y su contribución al desarrollo rural. *Agricultura Familiar en España* 246-257.

Castel, J.M., Navarro, L., Ruiz, F.A., Mena, Y., Sayadi, S., Hevilla, S., Jiménez, M. (2009). The dairy goat sector in Andalusia: Research, development and training strategies to increase added value of handmade cheeses. *Options Méditerranéennes* A-91, 227-231.

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

Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camunez-Ruiz, J., Sanchez-Rodriguez, M. (2011). Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Ruminant Research* 96, 83-92.

Catalano, M., De Felice, M., Gomez, T. (1985). Influenza della frazione lipidica sulla qualità dei formaggi. *Latte* 10, 936-943.

Chamorro, M.C., Losada, M.M. (2002). *El análisis sensorial de los quesos*. Madrid, España: Ed. A. Madrid Vicente.

Chazarra, S., Sidrach, L., López-Molina, D., Rodríguez-López, J. (2007). Characterization of the milk-clotting properties of extracts from artichoke (*Cynara scolymus*, L.) flowers. *International Dairy Journal* 17, 1393-1400.

Chen, A.H., Larkin, J.W., Clark, C.J.E., Irwin, W.E. (1979). Textural analysis of cheese. *Journal Dairy Science* 62, 901-907.

Chianese, L., Garro, G., Mauriello, R., Laezza, P., Ferranti, P.N., Addeo, F. (1996). Occurrence of five s1-casein variants in ovine milk, *Journal of Dairy Research* 63, 49-59.

Costell, E., Duran, L. (1981). El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. *Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos* 21, 149-166.

Coulon, J. B., Delacroix-Buchet, A., Martín, B., Pirisi, A. (2004). Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. *Lait* 84, 221–241.

De Rancourt, M., Fois, N., Lavín, M.P., Tchakérian, E., Vallerand, F. (2006). Mediterranean sheep and goat production: an uncertain future. *Small Ruminant Research*. 62, 167–179.

Decandia, M., Yiakoulaki, M.D., Pinna, G., Cabiddu, A., Molle, G. (2008). Foraging behaviour and intake of goats browsing on mediterranean shrublands. Cannas, A., Pulina, G. (Eds.), *Dairy Goats Feeding and Nutrition*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 161–188.

Delacroix-Buchet, A., Lambert, G. (2000). Sensorial properties and typicality of goat dairy products. *Proceeding of 7th Conference International sur les Caprins*, Tours, France, pp. 559– 563.

Desmazeau, M.J., Gripon, J.C. (1997). General mechanism of protein breakdown during cheese ripening. *Milchwissenschaft* 32, 731-734.

Driessen, A.J.M. (1989). Secondary transport of amino-acids by membrane-vesicles derived from lactic-acid bacteria. *Journal of microbiology*, 56, 139-160.

Dumont, J.P., Adda, J., Rousseaux, P. (1981). Exemple de variation de l'arôme à l'intérieur d'un même type de fromage: Le Comté. *Lebensm.-Wiss. u. -Technology* 14,198–202.

ECK, A. (1990). *El queso*. Ed. Omega, S.A. Barcelona. España.

Fernández-Salguero, J., Gómez, R. (1997). *Estudio de los quesos tradicionales de Andalucía*. Córdoba, España, Ed: Universidad de Córdoba.

Ferrandini, E., López. M.P., Castillo, M., Laencina, J. (2011). Influence of an artisanal rennet paste on proteolysis and textural properties of Murcia al Vino cheese. *Food Chemistry* 124, 583–588.

Ferrandini, E., Castillo, M., de Renobales, M., Virto, M.D., Garrido, M.D., Rovira, S. (2012). Influence of lamb rennet paste on the lipolytic and sensory profile of Murcia al Vino cheese. *Journal of Dairy Science* 95, 2788-2796.

Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L., Wallace, J. (1993). *Biochemistry of cheese ripening. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Fox, P.F. ed. Chapman and Hall Publishers; London; Vol I 389-438

Fresno M. y Álvarez, S. (2012). Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *International Journal of Dairy Technology* 65, 393-400.

Fresno, M., Álvarez, S., Díaz, E., Virto, M., de Renobales, M. (2014). Short communication: Sensory profile of raw goat milk cheeses made with artisan kid rennet pastes from commercial-weight animals: alternative to farmhouse goat cheeses. *Journal of Dairy Science*. 97, 6111-6115.

Galán E., Prados F., Pino A. Tejada L. y Fernández-Salguero J. (2008). Influence of diferente amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *International Dairy Journal*, 18, 93-98.

Gámbaro, A.,González, V.,Jiménez, S.,Arechavaleta, A.,Irigaray, B.,Callejas, N.,Grompone, M.,Vieitez, I. (2017). Chemical and sensory profiles of commercial goat cheeses. *International Dairy Journal* 69, 1-8

García, V., Rovira, S.,Teruel, R.,Boutoial, K.,Rodriguez, J.,Roa, I.,López, M.B. (2012). Effect of vegetable coagulant, microbial coagulant and calf rennet o physicochemical, proteolysis, sensory and texture profiles of fresh goats cheese. *Dairy Science &Technology* 92, 691-707.

García, V.,Rovira, S. Boutoial, K.,López, M.B. (2014). Improvements in goat milk quality: A review.*Small Ruminant Research* 121, 51-57

García, V., Rovira, S., Boutoial, K., Ferrandini, E., López, M.B. (2016). Physicochemical, microbiological, textural and sensory changes during the ripening of pasteurised goat milk cheese made with plant coagulant (*Cynara scolymus*). *International Journal of Dairy Technology* 69, 96-102.

González-Martínez, A., Herrera, M., Luque, M., Rodero, E. (2014). Influence of farming system and production purpose on the morphostructure of Spanish goat breeds. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 12, 117-124.

Grappin, R., Beuvier, E. (1997). Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. *International Dairy Journal* 7, 751-761.

Guo, M.R., Kindstedt, P.S. (1995). Age-related changes in the water phase of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 78, 2.099-2.107.

Gutiérrez, R., Mena, Y., Ruiz, F.A., Castel, J.M. (2012). Análisis de la sostenibilidad de las explotaciones caprinas pastorales andaluzas. VI Congreso Internacional de Agroecología e Agricultura Ecológica. Iniciativas agroecológicas innovadoras para a transformación dos espazos rurais. Universidad de Vigo 419-435.

Hardy, I. (1997). L'activité de l'eau et le salage de fromages, In: *Le Fromage*. 3^a Ed. (Coordinator, A. Eck), Technique et Documentation (Lavoisier). París, pp 62-85.

Hayaloglu, A. y Brechany, E. Y. (2007). Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of Malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese. *Lait* 87, 39-57.

Holt, C. (1992). Structure and stability of bovine casein micelles. *Advances in Protein Chemistry*, 43, 63-113.

Hutchings, J.B. (1977). The importance of visual appearance of foods to the food processor and the consumer. *Journal of Food Quality* 1, 267-278.

ISO 8589. (2007). Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms.

ISO 5492. (2008). Sensory analysis. Vocabulary.

ISO (2009a). Ref. nº 22935-1. Milk and milk products. Sensory analysis. Part 1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors

ISO (2009b). Ref. nº 22935-2. Milk and milk products. Sensory analysis. Part 2: Methodology. Recommended method for sensory evaluation of milk and milk products.

Jacob, M., Doris, J., Rohm, H. (2011). Recent advances in milk clotting enzymes. *International Journal of Dairy Technology* 64, 14-33.

Jameson, G.W. (1990). Cheese with less fat. *Australian Journal of Dairy Technology* 45, 93-98.

Jellinek, G. (1985). Sensory evaluation of food. Theory and practice. Ed. Ellis Horwood, England.

Keen, A.R., Wilson, R.D. (1992). Pasture feeding: a contribution of additional flavour nuances to milk fat and meat flavor. In: *New Zealand Dairy Research Institute Milkfat Flavour Forum: Summary of Proc.*, 3–4 March, Palmerston North, New Zealand.

King, J.B.W. (1966). The casein of sheep's milk. In: *Polymorphisme Biochimique des Animaux*. Paris, INRA, pp. 427–431.

Landau, S.,Perevolotsky, A.,Bonfil, D.,Barkai, D.,Silanikove, N. (2000). Utilization of low quality resources by small ruminants in Mediterranean agro-pastoral systems: the of browse and aftermath cereal stubble. *Livestock Production Science* 4, 39–49.

Law, B.A. (1987). In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology – 1*. Ed. P.F. Fox. Elsevier Applied Science, London. UK.

Le Scouarnec, J., Fontanet, J.M., Baudouin, B., Kersalé, P. (1999). Les chutes de taux butyreux en élevage caprin (cases of milk fat content falls in goats). Renc. Rech. Rumin 6, 319.

Lindgren, S.E., Dobrogosz, W.J. (1990). Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. FEMS Microbiological Review 87, 149-164.

Manousidis, A.P., Kyriazopoulos, Z.M., Parissi, E.M., Abraham, G., Abas, Z. (2016). Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in Mediterranean woody rangeland. Small Ruminant Research 145, 142-153.

Manunza, A., Noce, A., Serradilla, J.M., Goyache, F., Martínez, A., Capote, J., Delgado, J.V., Jordana, J., Muñoz, E., Molina, A., Landi, V., Pons, A., Balteanu, V., Traoré, A., Vidilla, M., Sánchez-Rodríguez, M., Cardoso, T., Amills, M. (2016). A genome-wide perspective about the diversity and demographic history of seven Spanish goat breeds. Genetics Selection Evolution 48-52.

MAAMA, 2014. Radiografía de la situación e importancia 1 de las pequeñas queserías e industrias lácteas en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAPAMA, 2017. Catálogo oficial de razas. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/default.aspx> (acceso 24.03.17).

Marchesseau, S., Gastaldi, E., Lagaude, A., Cuq, J.L. (1997). Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. Journal of Dairy Science 80, 1483- 1489.

Marcos, A., Alcalá, M., Leon, F., Fernández-Salguero, J., Esteban, M.A. (1981). Water activity and chemical composition of cheese. Journal of Dairy Science 64, 622-626.

Martin, P. (1993). Polymorphisme génétique des lactoprotéines caprines. *Lait*, 73, 511-532.

Martin, B., Verdier-Metz, I., Buchin, S., Hurtaud, C., Coulon, J.B. (2005). How do the nature of forages and pasture diversity influence the sensory quality of dairy livestock products? *Animal Science* 81, 205-212.

Martín, A., Mancilla-Leytón, J.M., Parejo, C., Fernández-Alés, R., Leiva, M.J. (2011). The function of goat grazing in Doñana Natural Park. *Options Méditerranéennes A-100*, 173-177.

Martínez, A.M., Gama, L.T., Delgado, J.V., Cañón, J., Amills, M., Bruno de Sousa, C., Ginja, C., Zaragoza, P., Manunza, A., Landi, V., Sevane, N., Consortium, B. (2015). The Southwestern fringe of Europe as an important reservoir of caprine biodiversity. *Genetics Selection Evolution* 47- 86.

Mateos, E. (1992). El ganado caprino en el S.O. español. I Jornadas técnicas sobre obtención de productos ganaderos naturales en el ecosistema de la dehesa. Ponencia. y Conferencia., 53. FIG'92. Zafra.

McSweeney P.L.H. y Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavor compounds in cheese during ripening, *Lait*, 80, 293–324.

McSweeney, P.L. (2004). *Biochemistry of cheese ripening* 57, 127-144.

Mena, Y., Castel, J.M., Caravaca, F.P., Guzmán, J.L., González Redondo, P. (2005). Situación actual, evolución y diagnóstico de los sistemas semiextensivos de producción caprina en Andalucía Centro-Occidental. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, Spain.

Menéndez, S; Godinez, R; Hermida, M; Centeno, JA; Rodriguez-Otero, J.L. (2004). Characteristics of "Tetilla" pasteurized milk cheese manufactured with the addition of autochthonous cultures. *Food microbiology* 21, 97-104.

- Menéndez-Buxadera, A., Molina, A., Arrebola, F., Clemente, I., Serradilla, J.M. (2012). Genetic variation of adaptation to heat stress in two Spanish dairy goat breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 129, 306-305.
- Mercier, J.C., Brignon, Ribadeau-Dumas, G. (1973). Structure primaire de la caséine $\kappa\beta$ bovine. *The FEBS Journal* 35, 222-235.
- Moio, L., Rillo, L., Ledda, A., Addeo, F. (1996). Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet. *Journal of Dairy Science* 79, 1322–1331.
- Moioli, B., Pila, F., Tripaldi, C. (1998). Detection of milk protein genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: A review. *Small Ruminant Research* 27, 185-195.
- Molimard, P., Spinnler, H.E. (1996). Review: compounds involved in the flavour of surface mouldripened cheeses: origins and properties. *Journal of Dairy Science* 79, 169–184.
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small ruminant research* 68, 20-34.
- Morgan, F. y Gaborit, P. (2001). The typical flavor of goat milk products: technological aspects. *International journal of dairy Technology* 54, 38-40.
- Nájera, A.I., Barcina, Y., De Renobales, M., Barrón, L.J.R. (1999). Influence of salt content on the triglyceride composition of Idiazábal cheese during ripening. *Le Lait* 79, 527-534.
- Navarro, L., Ruiz F.A., Castel, J.M., Hevilla, S., Jiménez, M. (2009). Patrimonio Quesero Andaluz, Quesos de Andalucía. Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce, Málaga.
- Olarte, C. (2010). Caracterización del queso de Cameros. Evolución de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante su maduración. Tesis Doctoral, Universidad de La Rioja.

Olson, M.F., Johnson, M.E. (1990). Low-fat cheese technology. *Food Engineering International* 25, 31-37.

Orden (Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría de Gobierno) de 14 de enero de 1988 por la que se aprueba la norma general de identidad y pureza para el cuajo y otras enzimas coagulantes de leche destinados al mercado interior. BOE nº 17, de 20 de enero de 1988. Referencia A-1988-1153

Orden (Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía) No 29/05/2013 por la que se aprueban las condiciones técnicas para la elaboración del queso artesano en Andalucía. BOJA nº 108, 05.06.2013

Oregui, L.M., Falagán, A. (2006). Spécificité et diversité des systèmes de production ovine et caprine dans les Bassin Méditerranéen. *Options Méditerranéennes A-70*, 77–86.

Osoro, K., Ferreira, L.M.M., García, U., Jáuregui, B.M., Martínez, A., García, R., Celaya, R. (2013). Diet selection and performance of sheep and goats grazing on different heathland vegetation types. *Small Ruminant Research* 109, 119–127.

Payens, T.A.J. (1979). Casein micelles: the colloid-chemical approach. *Journal of Dairy Research* 46, 291-306.

Pierre, A., Michel, F., Le Graet, Y., Berrier, J. (1999). Soft goat cheeses at different ripening stages: cheese structure, composition and non solvent water. *Lait*, 79, 489-501.

Piredda, G., Papoff, C.M., Sanna, S.R., Campus, R.L. (1993). Influenza del genotipo della α s1-caseina ovina sulle caratteristiche chimico-fisiche e lattodinamografiche del latte. *Sci. Tecn. Latt.-Cas.*44,135–143.

Pirisi, A.,Piredda, G., DiSalvo, R.,Papoff, C.M.,Pintus, S. (1996). Production and utilization of ewe and goat milk. *International Dairy Federation Special Issue.9603*, 179-183.

Pizzillo, M.,Claps, S.,Cifuni, F.,Fedele, V.,Rubino, R. (2005). Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese. *Livestock Production Science* 94, 33-40.

Psoni, L., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. (2006). Characteristics of Batzos cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and a native culture. *Food Control* 17, 109–120.

Raynal-Ljutovac, K., Le Pape, M., Gaborit, P., Barrucand, P. (2011). French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their impacts on consumers' acceptance. *Small Ruminant. Research.* 101, 64-72.

Real Decreto (Ministerio de la Presidencia) 1113/2006, de 29 de septiembre, por el que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos. BOE nº 239, de 6 de octubre de 2006. Referencia A-2006-17436.

Real Decreto (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa Nacional de Conservación, Mejora y Fomento de las razas ganaderas. BOE nº23, de 27 de enero de 2009. Referencia A-2009-1312.

Real Decreto (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) 505/2013, de 28 de junio, por el que se regula el uso del logotipo “raza autóctona” en los productos de origen animal. BOE Nº176, de 24 de julio de 2013. Referencia A-2013-8048.

Reglamento (CE) Nº 258/97, del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 1997 sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios. DO L 43 de 14.2.1997.

Reglamento (CE) Nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. DO L 139, de 30.04.2004.

Rincón, A., Pino, V., Fresno, M., Jiménez-Abizanda, A., Álvarez, S., Ayala, J.H., Alfonso, A.M. (2017). Influence of vegetable coagulant and ripening time on the lipolitic and sensory profile of cheeses made with raw goat milk from Canary breeds. *Food Science and Technology International* 23, 254-264.

Rivoira, G. (1976). Forraggicoltura asciutta in ambiente Mediterraneo. *Rivista Agronomica* 10, 3–22.

Rubino, R., Morand-Fehr, P., Renieri, C. (1999). Typical products of the small ruminant sector and the factors affecting their quality. *Small Ruminant Research* 34, 289-302.

Ruiz, F.A., Navarro, L., Sayadi, S., Castel, J.M., Mena, Y. (2012). Comercialización de los quesos tradicionales andaluces. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Salque, M., Bogucki, P.I., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., Evershed, R.P. (2013). Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature* 493, 522-525.

Sanchez-Macias, D., Fresno, M., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-delaNuez, A., Alvarez, S., Argüello, A. (2010). Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *Journal of Dairy Science* 93, 3950–3956.

Sanz Ceballos, L. (2007). Caracterización de la leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su calor nutritivo e inmunológico. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada.

Sarmiento, A.C., Lopes, H., Oliveira, C.S., Vitorino, R., Samyn, B., Sergeant, K., Debyser, G., Van Beeumen, J., Domingues, P., Amado, F., Pires, E., Domingues, M.R., Barros, M.T. (2009). Multiplicity of aspartic proteinases from *Cynara cardunculus* L. *Planta* 230, 429–439.

Schmidely, Ph., Morand-Fehr, P., Tessier, J., Rouzeau, A. (2004). Effect of extruded soyaseed on reversion of fat and protein percentage and fatty acid composition of goat milk. in: *FAO-CIHEAM Seminar on Nutrition and Feeding Strategies of Sheep and Goats Under Harsh Climates. Options Méditerranéennes, Serie A* 59, 91–93.

Scott, R. (1991). *Fabricación del queso*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Scott, R., Robinson, R.K., Wilbey, R.A. (2002). *Fabricación del queso*. 2ª Edición. Zaragoza, España. Ed Acribia S.A.

Serradilla, J.M.(2001). Use of high yielding goat breeds for milk production. *Livestock Production Science* 71, 59–73.

Sidrach, L., García-Canovas, F., Tudela, J., Rodríguez-López, J. N. (2005). Purification of cynarases from artichoke (*Cynara scolymus* L.): enzymatic properties of cynarase A. *Phytochemistry* 66, 41–49.

Siefarth, C., Buettner, A. (2014). The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62, 11805-11817.

Skeie, S., Narvhus, J.A., Ardo, Y., Thorvaldsen, K., Abrahamsen, R.K. (1997). The effect of reduced salt content on the function of liposome-encapsulated neutrase and heat treated Lactobacilli in rindless low-fat cheese. *Le Lait* 77, 575-585.4

Skjevdal, T. (1979). Flavour of goat's milk: a review of studies on the sources of its variation, *Livestock. Production. Science* 6, 397-405.

Stampanoni, C.R., Noble, A.C. (1991). The influence of fat acid and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs: A scalar study. *Journal of Texture Studies* 22, 367-380.

Statistic Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/*/S

Statistical office of the European Union, EUROSTAT (2016) <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Tejada L, Fernandez-Salguero J. (2003). 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., Abellán, A, Cayuela, M.J., Martínez-Cacha, A. (2006). Sensorial characteristics during ripening of the Murcia al Vino goat's milk cheese: the effect of the type of coagulant used and the size of the cheese. *Journal of Sensory Studies* 21, 333-347.

Tejada, L., Abellán, A., Prados, F., Cayuela, J.M. (2008). Compositional characteristics of Murcia al Vino goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *International Journal of Dairy Technology* 61, 119-125.

Tripaldi, C., Palocci, G., Garavaldi, A., Bogdanova, T., Bille, S. (2015). Effect of artisanal rennet paste on the chemical, sensory and microbiological characteristics of traditional goat's cheeses. *Italian Journal of Food Science* 27, 416-423.

Trujillo, A.J., Carretero, C., Guamis, B. (1994). Los coagulantes en la industria quesera. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 13, 91-97.

Urbach, G. (1993). Relations between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal* 5, 877-903.

Virto, M., Chávarri, F., Bustamante, M. A., Barron, L. J. R., Aramburu, M., Vicente, M. S., Pérez-Elortondo, F. J., Albisu, M., de Renobales, M. (2003). Lamb rennet paste in ovine cheese manufacture. Lipolysis and flavour. *International Dairy Journal* 13, 391-399.

Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A., Van Boekel, M.A.J.S. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Ed. Acribia. Zaragoza. España.

Van Hekken, D.L., Tunick, M.H., Soryal, K.A., Zeng, S.S. (2007). Proteolytic and rheological properties of aging cheddar-like caprine milk cheeses manufactured at different times during lactation 72, 115-120.

Wijesundera, C., Drury, L. (1999). Role of milk-fat in production of Cheddar cheese flavor using a fat substituted cheese model. *Australian Journal of Dairy Technology* 54, 28-35.

Wilson, R.D. (1992). The effect of feed on the flavour components of milkfat. In: *New Zealand Dairy Research Institute Milkfat Flavour Forum: Summary of Proc.*, 3-4 March, Palmerston North, New Zealand.

Zalazar, C. A., Meinardi, C. A., Hynes, E., Bernal, S. (1997). Performance of fermentation produced chymosin and other milk-clotting enzymes in the elaboration of "Cremoso Argentino" cheese. *Microbiologie, Aliments, Nutrition* 15, 333-338

ANEXOS

Classification of artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying multivariate statistical techniques

María Auxiliadora de la Haba Ruiz¹ ·
Pilar Ruiz Pérez-Cacho¹ · Rafaela Dios Palomares² ·
Hortensia Galán-Soldevilla¹

Received: 16 February 2015 / Revised: 5 June 2015 / Accepted: 15 June 2015 /

Published online: 7 July 2015

© INRA and Springer-Verlag France 2015

Abstract In order to obtain a Protected Designation of Origin, it is necessary to characterize the food product. The objective of this work was to investigate whether there was a single Andalusian artisanal goat' milk cheese or several types, depending on the goat breed and/or the cheese-making process (milk heat treatment, rennet type or ripening time). One hundred and eight artisanal goat cheeses, representative of the whole area of Andalusia and widely distributed, have been physicochemically analyzed (pH, TS, fat/TS, and NaCl). Linear regression models were suitable for studying which factors had an independent influence on the physicochemical parameters of these cheeses, the breed and the ripening time being the most influential factors. A K-means cluster analysis with the principal component analysis (PCA) scores was made in order to find profiles which defined these cheeses. The first group was composed of *Malagueña* fresh cheeses made with pasteurized milk and microbial rennet and which had a higher pH (6.2) and lower values of TS (53.5), fat (26.1), fat/TS (49.2), and NaCl (1.5) than the second cheese group. The second profile was made up of *Murciano-Granadina* and multi-breed semihard and hard cheeses made with pasteurized or raw milk and animal or vegetable rennet and having lower pH values (5.4) than group 1 and higher TS (62.5), fat (34.4), fat/TS (54.7), and NaCl (2.0) values than group 1. These results could support the Quesos de Málaga Producer's Association that is interested in applying for the Málaga fresh cheese quality certification (Protected Designation of Origin).

✉ Hortensia Galán-Soldevilla
hgalan@uco.es

¹ Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14070 Córdoba, Spain

² Departamento Estadística, Econometría, Investigación Operativa, Organización de Empresas y Economía Aplicada, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14070 Córdoba, Spain

Keywords PDO · Málaga fresh cheese · Goat's milk · Artisanal cheese

1 Introduction

Andalusia is the leading goat's milk producer in Spain and the second in the European Union after the Poitou-Charentes region in France (Castel et al. 2011). The milk is mainly used for artisanal cheese-making as Andalusia has an important cheese heritage. This region's goat-cheese production takes place mainly in small-scale factories using traditional methods with a milk production of below 2500 l of milk per day. These traditional full-fat cheeses are made of either raw or pasteurized goat's milk from Andalusia's indigenous breeds (*Malagueña*, *Murciano-Granadina*, *Florida*, *Payoya*) or multi-breed herds. The cheeses have a natural rind and are cylindrical with different sizes. The cheeses are processed according to the traditional method (Navarro et al. 2009): the milk curdled in about 30 min at 31–33 °C habitually using kid rennet although vegetable or microbial (*Mucor miehei*) rennet may be used. The curd's grain sizes are like chickpeas for fresh cheeses and lentils for semihard and hard cheeses. The curd is transferred in a cloth to pierced plastic containers where it is pressed until most of the whey has been drained. After draining, the curd is treated in brine (15–18 °Baume) in order for the salt to be uniformly distributed throughout it during a variable time, which depends on the size of the cheese and the temperature of the brine. The ripening takes place in chambers at a temperature of 10–12 °C with a relative humidity which ranges from 80 to 85% for 45 days (semihard) or longer (hard). Finally, the cheeses can be coated with spices or virgin olive oil. Thus, the characteristics of these cheeses are mainly influenced by the original milk's characteristics (indigenous breed and livestock feeding) and the cheese-making process (milk heat treatment, rennet type, or ripening time). For that reason, Andalusia has a large variety of excellent quality cheeses linked to their original terrain. Thus, Malaga artisanal cheesemakers are interested in applying for a quality certification for *Malagueña* fresh cheeses.

Nowadays, Spain has 27 Protected Designation of Origin (PDO) cheeses. Six of these certifications belong to goat's cheese (Camerano, Ibores, Majorero, Murcia, Murcia al Vino, and Palmero). None of these cheeses come from the Andalusian region. Although there are studies of goat cheese characteristics in Camerano cheese (Gonzalez-Fandos et al. 2000), in Ibores cheese (Mas et al. 2002), in Majorero cheese (Alvarez et al. 2007; Fresno and Alvarez 2012; Sanchez-Macias et al. 2010), in Murcia al Vino cheese (Tejada et al. 2008), in Palmero cheese (Fresno et al. 2011), and in Tenerife cheese (Peláez Puerto et al. 2004), reports on traditional Andalusian cheeses have been sparse or not updating (Fernández-Salguero and Gómez Díaz 1997) or examining their nutritional aspects (Moreno-Rojas et al. 2010). To the best of our knowledge, no recent studies have reported the effect of the breed, ripening time, rennet type, or heat treatment on the physicochemical properties of Andalusian artisanal goat's milk cheese.

In order to obtain a quality certification, it is necessary to characterize the food product and to evaluate whether there are any differences between similar cheeses made within the region. The aim of this work was to study if there was a single Andalusian

artisanal goat's cheese or several types, influenced by the goat breed and/or the cheese making process (milk heat treatment, rennet type or ripening time) based on its physicochemical parameters using multivariate techniques.

2 Material and methods

2.1 Samples

One hundred and eight cheeses were obtained from 40 local producers representing the entire Andalusia artisan cheese-making industry (Galán-Soldevilla and Ruiz Pérez-Cacho 2010). Origin and principal characteristics of the cheeses analyzed (ripening time, heat treatment, breed, and type of rennet) are shown in Table 1. These cheeses are made mainly with pasteurized goat's milk from *Malagueña* or *Murciano-Granadina* breeds using animal rennet and most of the factories are located in Malaga.

2.2 Determination of the chemical components and pH

pH, total solids (TS, expressed as g/100 g cheese), fat (g/100 g cheese), fat/TS (g/100 g TS), and sodium chloride (g/100 g cheese) were analyzed. Fat content was measured according to the FIL-IDF methods (ISO/IDF 2008). TS content was determined following the official method (AOAC 1999). The pH was measured with a pH meter (pHmetro HANNA FHT-803) with a pH electrode. The sodium chloride content was analyzed using a back titration with potassium thiocyanate to determine the

Table 1 Description of the general characteristics of the cheese samples studied

Origin	Description
Cádiz	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized milk, <i>Payoya</i> breed, animal rennet
	Fresh/semihard and hard cheese, pasteurized milk, multi-breed, animal rennet
Córdoba	Fresh/hard cheese, pasteurized/raw milk, <i>Malagueña</i> breed, animal rennet
	Hard cheese, pasteurized/raw milk, <i>Murciano-Granadina</i> breed, vegetable rennet
	Semihard/hard cheese, pasteurized milk, multi-breed, vegetable rennet
Granada	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized/raw milk, <i>Murciano-Granadina</i> breed, animal rennet
Jaén	Semihard cheese, pasteurized milk, <i>Murciano-Granadina</i> breed, vegetable rennet
	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized milk, multi-breed, animal rennet
Huelva	Semihard/hard cheese, pasteurized milk, <i>Malagueña</i> breed, animal rennet
	Hard cheese, pasteurized/raw milk, multi-breed, animal/vegetable rennet
Malaga	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized milk, <i>Malagueña</i> breed, animal rennet
	Fresh cheese, pasteurized milk, <i>Malagueña</i> breed, microbial rennet
	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized milk, <i>Murciano-Granadina</i> breed, animal rennet
	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized/raw milk, multi-breed, animal rennet
	Fresh/semihard/hard cheese, pasteurized/raw milk, multi-breed, vegetable rennet
Sevilla	Fresh/semihard and hard cheese, pasteurized/raw milk, <i>Florida</i> breed, microbial rennet
	Hard cheese, raw milk, <i>Murciano-Granadina</i> /multi-breed, animal rennet

concentration of chloride ions in a solution (Volhard method, AOAC 1999). All determinations were made in duplicate.

2.3 Statistical analysis

The data reported in all the tables are averages of duplicate observations. Descriptive statistics and Pearson correlations were applied to the observed variables. Twenty two-way analyses of variance (ANOVA) were performed considering each of the five physicochemical parameters as dependent variable with each two of the four factors in accordance with the following designs: (breed×ripening time), (breed×heat treatment), (rennet×ripening time) and (rennet×heat treatment) in order to analyze not only the factor effects but also the interactions between factors. The (breed×rennet) and (ripening time×heat treatment) ANOVAs were not performed because we had no data from all the experimental points. In the first case, there were no *Malagueña* cheeses made with vegetable rennet and in the second, there were no fresh or semihard cheeses made from raw milk. Linear regression models were developed to explain and predict cheese characteristics. It was interesting to determine if the factors were independent prognostic of the characteristics. If this was so, we would be able to discriminate different cheeses by their characteristics, and we could also form groups of cheeses which have common and specified characteristics. In order to define these groups, the following additional multivariate techniques were applied: (1) factor analysis using principal components as a factor extraction method and (2) K-means cluster analysis. All the statistics were carried out with SPSS 17.A.

3 Results and discussion

3.1 Physicochemical characterization

Most of the cheese were made from *Malagueña* and *Murciano-Granadina* or multi-breed herd milk. Very few cheeses are made from either *Payoya* or *Florida* breed milk. For statistical purposes, it was decided to include these two breeds in the multi-breed cheese group.

Pearson correlation coefficients for the relationships between the physicochemical variables (pH, TS, fat, fat/TS and NaCl) are presented in Table 2. pH was negatively correlated ($p < 0.01$) with TS ($r = -0.528$), fat ($r = -0.547$), fat/TS ($r = -0.181$) and NaCl

Table 2 Pearson correlation coefficients for the physicochemical characteristics of cheeses

	TS	Fat	Fat/TS	NaCl
pH	-0.528**	-0.547**	-0.181**	-0.218**
TS		0.776**	-0.052	0.545**
Fat			0.534**	0.449**
Fat/TS				0.005

** $p < 0.01$

($r=-0.218$). Thus, the cheeses with higher values of pH had lower values of TS, fat, fat/TS and NaCl, with the relationship between the pH with the TS and the fat being higher than that with the NaCl. TS was positively correlated ($p<0.01$) with fat ($r=0.776$) and NaCl ($r=0.545$) content. Therefore, the cheeses with higher values of TS had higher values of fat and NaCl. The relationship between the TS and the fat was higher rather than that between the TS and the NaCl. Fat was positively correlated ($p<0.01$) with fat/TS ($r=0.534$) and with the NaCl content ($r=0.449$). The highest relationship was between the fat and the fat/TS.

Table 3 presents the results of the descriptive analysis (mean and typical deviation) and of the analysis of variance (F and p value). The columns correspond to the analytical parameters determined (pH, TS, fat, fat/TS, and NaCl) and the rows to the factors studied

Table 3 Descriptive measures (means values and standard deviation) and analysis of variance of physico-chemical parameters (F and P values)

Effect		pH	TS (g/100 g cheese)	Fat (g/100 g cheese)	Fat/TS (g/100 g TS)	NaCl (g/100 g cheese)
Breed	<i>Murciano-Granadina</i>	5.3±0.5 ^a	62.0±6.0	34.7±3.6 ^a	56.0±3.3 ^a	2.0±0.7
	<i>Malagueña</i>	5.8±0.6 ^b	59.1±8.0	29.7±4.7 ^b	50.4±5.1 ^b	1.8±0.5
	Multi-breed	5.6±0.5 ^c	60.4±7.7	32.7±4.7 ^c	53.7±4.0 ^c	1.9±0.6
	F	11.23		15.35	22.53	
	p	0.000	ns	0.000	0.000	ns
Rennet	Animal	5.6±0.5 ^a	61.2±7.6 ^a	32.7±5.0 ^a	53.2±4.5	2.0±0.6 ^a
	Vegetable	5.3±0.5 ^b	60.4±6.3 ^a	32.8±3.4 ^a	54.6±5.1	1.6±0.6 ^b
	Microbial	6.1±0.6 ^c	52.7±7.2 ^b	28.0±4.8 ^b	53.0±3.3	1.8±0.6 ^{ab}
	F	14.27	9.66	7.56		4.40
	p	0.000	0.000	0.001	ns	0.000
Ripening time	Fresh	6.0±0.6 ^a	49.6±5.2 ^a	25.7±3.4 ^a	51.7±4.2 ^a	1.3±0.4 ^a
	Semihard	5.5±0.3 ^b	60.3±4.5 ^b	32.3±3.4 ^b	53.7±5.0 ^b	2.0±0.5 ^b
	Hard	5.4±0.3 ^c	64.1±6.2 ^c	34.8±3.7 ^c	53.8±4.3 ^b	2.0±0.6 ^b
	F	103.39	96.24	91.91	3.30	28.91
	p	0.000	0.000	0.000	0.039	0.000
Heat treatment	Pasteurized	5.6±0.6 ^a	59.8±7.9 ^a	31.8±5.0 ^a	53.2±4.6	1.9±0.6
	Raw	5.4±0.2 ^b	62.7±6.1 ^b	34.7±3.3 ^b	54.2±4.4	2.0±0.6
	F	4.54	5.31	12.68		
	p	0.034	0.022	0.000	ns	ns
	Breed×ripening time	F				
p		0.000	0.027	0.020	0.007	ns
Breed×heat treatment	F					
	p	0.049	0.015	0.040	0.000	ns
Rennet×ripening time	F					
	p	ns	ns	ns	ns	ns
Rennet×heat treatment	F					
	p	ns	ns	ns	ns	ns

(breed, ripening time, rennet, and heat treatment) with their corresponding levels. Further, the Tukey comparison of means test, which permits one to find out between which levels the difference lies, was performed. Finally, the results of the analysis of variance (F and p value) of the interactions studied (breed \times ripening time, breed \times heat treatment, rennet \times ripening time and rennet \times heat treatment) are shown. The effect of breed was only significant for pH, fat and fat/TS ($p < 0.001$), and there were (breed \times ripening time) and (breed \times heat treatment) interaction effects for all parameters studied except for the CINa content ($p < 0.05$, Table 3). *Murciano-Granadina* cheeses had a lower pH (5.3) and higher fat (34.7) and fat/TS contents (56.0) than *Malagueña* cheeses (5.8, 29.7, and 50.4, respectively; Table 3). Fat content is the milk component most quantitatively and qualitatively variable and depend on lactation stage, season, breed, feeding, and genotype (Raynal-Ljutovac et al. 2008). Thus, there is substantial evidence to show that the polymorphism of the goat $\alpha 1$ -casein (CSN1S1) gene has a major effect on milk protein, casein, and fat content. According to different authors (Barbieri et al. 1995; Mahe et al. 1994), high content alleles are associated with higher protein, fat, and casein contents. Furthermore, higher average values of CSN1S1 content in milk from *Murciano-Granadina* goats were found than in *Malagueña* goats (Caravaca et al. 2008). The fat/TS content values found in our study for cheeses made from *Murciano-Granadina* goats' milk were similar to those reported for Murcia al Vino cheese (Tejada et al. 2008) but higher than in cheeses made from milk from different Spanish breeds such as *Palmera* or *Majorero* (Fresno and Alvarez 2012; Sanchez-Macias et al. 2010).

The pH, fat content, TS value and sodium chloride level were affected by the type of rennet used ($p < 0.001$). Thus, the microbial coagulant showed the highest average pH data (6.1) and the lowest fat (28) and TS (52.7) content. However, there were no differences in TS and fat contents between the animal and vegetable coagulants ($p > 0.05$) as has been observed in Murcia al Vino cheese (Tejada et al. 2008) and in different ewe's milk cheese varieties (Galan et al. 2008, 2012; Tejada and Fernandez-Salguero 2003). Other studies on the influence of diet and rennet on the composition of goat's milk and cheese reported that diet exerted a greater influence on the chemical composition of the cheeses than the rennet used in their production (Fresno et al. 2011).

As was expected, ripening affected all physicochemical parameters ($p < 0.001$). The final average pH data observed in our study showed values of 6.0 for fresh, 5.5 for semihard and 5.4 for hard cheeses. These pH fluctuations were also observed by other researchers, who reported a significant decrease in pH in the first 15 days of ripening that continued, although it was less pronounced, until the 30th day of ripening and then it showed a slight increase in 60- and 90-day-old cheeses (Alvarez et al. 2007). The pH values obtained in our study were close to the range of values observed by different authors for other goat's milk cheeses manufactured in Andalusia (Fernández-Salguero and Gómez Díaz 1997) and in other regions of Spain (Fresno and Alvarez 2012; Fresno et al. 2011; Gonzalez-Fandos et al. 2000; Peláez Puerto et al. 2004; Tejada et al. 2008). The results obtained for fat and TS contents showed a tendency for their values to increase over the ripening period ($p < 0.05$). The TS values were similar to those published for other Spanish goat's milk cheeses (Mas et al. 2002; Tejada et al. 2008). Their fat content was in the same range as that reported by other authors (Fernández-Salguero and Gómez Díaz 1997; Peláez Puerto et al. 2004). The fat/TS content changed significantly from fresh (51.7) to semihard (53.7) cheeses and then it remained constant until the end of ripening (53.8 for hard cheeses), as was observed by other authors

(Fresno and Alvarez 2012). On the contrary, some other authors did not perceive any changes over the whole period of ripening (Tejada et al. 2008). The fat/TS content values found in our study were similar to those reported for Murcia al Vino cheese (Tejada et al. 2008) but higher than those in cheeses made in the Canary Islands (Fresno and Alvarez 2012; Peláez Puerto et al. 2004; Sanchez-Macias et al. 2010). Finally, the NaCl levels (1.3 for fresh and 2.0 for semihard and hard cheeses, respectively) are within the range of other Andalusian cheeses (Fernández-Salguero and Gómez Díaz 1997) and other Spanish goat's milk cheeses (Mas et al. 2002; Tejada et al. 2008).

The effect of heat treatment was significant for the pH, TS and fat content ($p < 0.05$). Thus, cheeses made from raw milk showed lower pH values (5.4), a higher TS (62.7), and fat content (34.7) than the ones made from pasteurized milk (pH 5.6; TS 59; fat content 31.8). Batzos cheeses made from raw goat's milk had a lower pH and lower moisture values than cheeses made from pasteurized milk (Psoni et al. 2006).

Finally, there were (breed \times ripening time) and (breed \times heat treatment) interaction effects for all parameters studied except for the ClNa content ($p < 0.05$, Table 3) and the (rennet \times ripening time) and the (rennet \times heat treatment) interactions effects were not significant.

3.2 Linear regression models

As many factors could influence the physicochemical characteristics of Andalusian cheeses (breed, rennet, ripening time and heat treatment), a linear regression model for each characteristic was applied in order to estimate which factor had an independent influence on these analytical parameters. Table 4 shows the results of the five models estimated. In all the models, one category in each factor was omitted, so that the estimated coefficient reflects the effect due to the corresponding category with respect to the omitted one. The omitted categories were *Murciano-Granadina* (breed), microbial (rennet), fresh cheese (ripening time) and pasteurization (heat treatment). To

Table 4 Linear regression models on the physicochemical characteristics of cheeses

	pH	TS (g/100 g cheese)	Fat (g/100 g cheese)	Fat/TS (g/100 g TS)	NaCl (g/100 g cheese)
Constant	6.268***	48.964***	27.329***	55.376***	1.745***
<i>Malagueña</i>	0.217**	-0.232	-3.495***	-5.237***	-0.197
Multi-breed	0.155*	-0.644	-1.331*	-2.040**	-0.170
Animal	-0.055	1.676	0.835	-0.545	-0.325*
Vegetable	-0.163	-1.246	-1.087	-0.445	-0.800***
Semihard	-0.795***	10.538***	6.024***	1.138	0.727***
Hard	-0.993***	15.709***	8.637***	0.818	0.943***
Raw	0.115	-2.742*	-0.343	0.735	-0.157
R squared	0.531	0.509	0.527	0.482	0.433
<i>F</i>	33.60	30.83	33.05	6.76	14.148
<i>p</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

explain the pH, the breed and the ripening time are independent prognostic factors, the coefficient of determination being $R^2=0.531$, $F=33.6$ and $p<0.0001$. Regarding the TS, the ripening time and the heat treatment are independent prognostic factors, and $R^2=0.509$, $F=30.8$ and $p<0.0001$. Concerning the fat content, the breed and ripening time are independent prognostic factors, as studied for the pH, and $R^2=0.527$, $F=33.05$ and $p<0.0001$. In terms of fat/TS, the breed was the only independent prognostic factor, this being the $R^2=0.482$, $F=6.76$ and $p<0.0001$. Regarding the salt (NaCl) content, the rennet and ripening time were independent prognostic factors and were $R^2=0.433$, $F=14.1$ and $p<0.0001$. Therefore, the breed and the ripening time are the factors with most influence on the physicochemical parameters of these cheeses. The breed had an independent effect on pH, fat content and TS/fat and the ripening time on the pH, TS, fat content and NaCl. The rennet did not have any significant effect on any of the parameters studied since salt is a technological variable controlled by the artisans and the heat treatment only affects the TS content of the cheeses. Thus, although the results of the ANOVA (Table 3) indicate that all the factors have a significant influence on the analytical parameters studied, based on this model, breed and ripening time were the most significant ones.

3.3 Multivariate analysis: principal component analysis and K-means cluster analysis

A multivariate factorial analysis was applied to the physicochemical characteristics of the cheeses in order to identify possible relationships and reduce the dimension of the space that explains these parameters (pH, TS, fat, TS/fat and sodium chloride). A two factor model that accounts for 73.4% of total variance was selected based on eigenvalues and on the contribution of the physicochemical characteristics to the relevant axes.

Figure 1 shows the plotting of physicochemical parameters on the plane defined by the two components and the score plot for the cheese samples. The first dimension

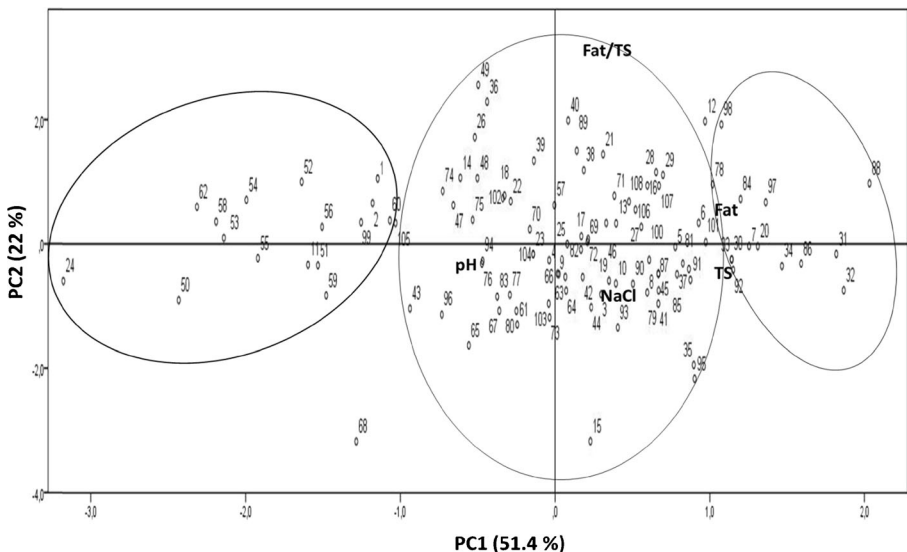


Fig. 1 PCA score plot of Andalusian goat's cheeses using the first two factors (PC1 vs. PC2) obtained from the PCA

(51.4%) selects the fat, TS and the pH and separates those cheeses with a higher pH and lower TS and fat content from cheeses with a lower pH and a higher TS and fat content. The second dimension (22%) is mainly defined by the fat/TS. From the results obtained, it was observed that PC1 separates cheeses into three groups which are not clearly differentiated: the first group is composed of fresh cheeses made with milk from the *Malagueña* breed or multi-breed milk (1, 2, 11, 24, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62 and 99) with a lower fat content and a higher pH, the second group is formed by hard cheeses made with milk from the *Murciano-Granadina* breed or multi-breed milk (7, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 84, 86, 88, 92, 97 and 98) with a higher fat content and a lower pH, and a third group is composed of semihard and hard cheeses processed with milk regardless of the goat breed. The main reason was that the pH was negatively correlated with the fat content (Table 2), and the cheeses made from the *Malagueña* breed milk had a higher pH and a lower fat content, while the cheeses from the *Murciano-Granadina* breed milk showed lower values of pH and a higher fat content (Table 3). In addition, the breed and the ripening time are independent prognostic factors for the pH and the fat content. The PC2 divides the third group into two subgroups according to their fat/TS content (breed is the only independent prognostic factor for this parameter): the top of the plane mostly assembles the cheeses made from the *Murciano-Granadina* breed and/or multi-breed milk and the bottom plane groups cheeses made from the *Malagueña* breed and/or multi-breed milk. A K-means cluster analysis with the principal component analysis (PCA) scores was made in order to find profiles which defined these cheeses.

The cluster analysis result shows two differentiated groups with 26 and 82 cheeses in each one, respectively (Table 5). The average values between the two created groups are significantly different ($p < 0.001$) for all physicochemical parameters. The cheeses belonging to group 1 have a higher mean value of pH and a lower mean value of TS, fat, fat/TS and sodium chloride than the cheeses belonging to group 2. In addition, all *Murciano-Granadina* breed milk cheeses belong to group 2, while the cheeses from *Malagueña* breed milk are equally distributed in both groups. Regarding the ripening time, the fresh cheeses mainly belong to group 1, while the semihard and hard cheeses predominate in group 2. In terms of rennet, the microbial rennet cheeses stand out in group 1 and animal and vegetable rennet cheeses in group 2. As for the heat treatment, the raw milk cheeses belong primarily to group 2. Consequently, two cheese profiles differentiated according to their characteristics can be established. The first profile is defined by *Malagueña* fresh cheeses made with pasteurized milk and microbial rennet and has a higher pH (6.2) and lower values of TS (53.5), fat (26.1), fat/TS (49.2), and NaCl (1.5) than the second cheese profile. The second profile is composed of *Murciano-Granadina* and multi-breed semihard and hard cheeses made with pasteurized or raw milk and animal or vegetable rennet and with lower pH values (5.4) than those of group 1 and higher TS (62.5), fat (34.4), fat/TS (54.7), and NaCl (2.0) values than group 1. These results could support the Quesos de Málaga Producer's Association that is interested in applying for the Málaga fresh cheese quality certification (Protected Designation of Origin).

Table 5 K-means cluster analysis on the physicochemical characteristics of cheeses

Parameter	Mean standard deviation	Cluster number	Number of cheeses
pH	6.2±0.6	1	26
	5.4±0.3	2	82
TS (g/100 g cheese)	53.5±8.2	1	26
	62.5±6.1	2	82
Fat (g/100 g cheese)	26.1±3.1	1	26
	34.4±3.4	2	82
Fat/TS (g/100 g TS)	49.2±4.4	1	26
	54.7±3.7	2	82
NaCl (g/100 g cheese)	1.5±0.5	1	26
	2.0±0.5	2	82
Effect			
Breed	<i>Murciano-Granadina</i>	1	0
		2	23
	<i>Malagueña</i>	1	13
		2	14
	Multi-breed	1	12
		2	46
Rennet	Animal	1	17
		2	64
	Vegetable	1	2
		2	17
	Microbial	1	6
		2	2
Ripening time	Fresh	1	17
		2	2
	Semihard	1	5
		2	28
	Hard	1	3
		2	53
Heat treatment	Pasteurized	1	24
		2	62
	Raw	1	2
		2	20

$p < 0.001$

4 Conclusions

Results showed that the breed and the ripening time are the most influential factors on the physicochemical parameters of these cheeses. The breed had an independent influence on pH, fat content and TS/fat and the ripening time on pH, TS, fat content and NaCl. Two groups of different Andalusian artisanal goat's milk cheeses were

established using multivariate techniques: one defined by fresh cheese made with milk from the *Malagueña* breed and the other formed by semihard and hard cheeses elaborated with milk from the *Murciano-Granadina* and/or multi-breed goats. Multivariate techniques could be applied to different contexts, with other products and in different areas, so that it would help those researchers interested in cooperating with local producers to establish profiles of products with homogeneous characteristics.

Acknowledgments We express our gratitude to “Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce”, Málaga (Spain) for providing funds to conduct this research project. We should also like to thank the local producers for providing the samples.

References

- Alvarez S, Fresno M, Mendez P, Castro N, Fernandez JR, Sampelayo MRS (2007) Alternatives for improving physical, chemical, and sensory characteristics of goat cheeses: the use of arid-land forages in the diet. *J Dairy Sci* 90:2181–2188
- AOAC (1999) Official methods of analysis, 16th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC
- Barbieri ME, Manfredi E, Elsen JM, Ricordeau G, Bouillon J, Grosclaude F, Mahe MF, Bibe B (1995) Effect of the alpha(S1)-casein locus on dairy performances and genetic-parameters of Alpine goats. *Genet Sel Evol* 27:437–450
- Caravaca F, Amills M, Jordana J, Angiolillo A, Agueera P, Aranda C, Menendez-Buxadera A, Sanchez A, Carrizosa J, Urrutia B, Sanchez A, Manuel Serradilla J (2008) Effect of alpha(s1)-casein (CSN1S1) genotype on milk CSN1S1 content in Malagüena and Murciano-Granadina goats. *J Dairy Res* 75:481–484
- Castel JM, Mena Y, Ruiz FA, Camunez-Ruiz J, Sanchez-Rodriguez M (2011) Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Rumin Res* 96:83–92
- Fernández-Salguero J, Gómez Díaz R (1997) Estudio de los quesos tradicionales de Andalucía. In. Publicaciones de la Universidad de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajasur, Córdoba
- Fresno M, Alvarez S (2012) Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *Int J Dairy Technol* 65:393–400
- Fresno M, Alvarez S, Rodríguez E, Diaz C, Darias J, Martín J (2011) Influence of diet and rennet on the composition of goats’ milk and cheese. *J Dairy Res* 78:250–256
- Galán-Soldevilla H, Ruiz Pérez-Cacho P (2010) Andalusian artisan cheese survey. Universidad de Córdoba, Córdoba (Spain). Private report to Andalusian artisan cheese-making factories
- Galan E, Cabezas L, Fernandez-Salguero J (2012) Proteolysis, microbiology, and sensory properties of ewes’ milk cheese produced with plant coagulant from cardoon *Cynara cardunculus*, calf rennet or a mixture thereof. *Int Dairy J* 25:92–96
- Galan E, Prados F, Pino A, Tejada L, Fernandez-Saguero J (2008) Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *Int Dairy J* 18:93–98
- Gonzalez-Fandos E, Sanz S, Olarte C (2000) Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. *Food Microbiol* 17:407–414
- ISO/IDF International Organization for Standardization/International Dairy Federation (2008) Cheese—determination of fat content—Van Gulik method. ISO 3433:2008 (IDF 222:2008)
- Mahe MF, Manfredi E, Ricordeau G, Piacere A, Grosclaude F (1994) Effects of the alpha-S1-casein polymorphism on goat dairy performances. A within-sire analysis of Alpine bucks. *Genet Sel Evol* 26: 151–157
- Mas M, Tabla R, Moriche J, Roa I, Gonzalez J, Rebollo JE, Caceres P (2002) Ibore goat’s milk cheese: microbiological and physicochemical changes throughout ripening. *Lait* 82:579–587
- Moreno-Rojas R, Sanchez-Segarra PJ, Camara-Martos F, Amaro-Lopez MA (2010) Multivariate analysis techniques as tools for categorization of Southern Spanish cheeses: nutritional composition and mineral content. *Eur Food Res Technol* 231:841–851

- Navarro L, Ruiz FA, Castel JM, Hevilla S, Jiménez M (2009) Patrimonio quesero andaluz. Quesos de Andalucía. Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce, Málaga
- Peláez Puerto P, Fresno Baquero M, Rodríguez Rodríguez EM, Darías Martín J, Díaz Romero C (2004) Chemometric studies of fresh and semi-hard goats' cheeses produced in Tenerife (Canary Islands). *Food Chem* 88:361–366
- Psoni L, Tzanetakis N, Litopoulou-Tzanetaki E (2006) Characteristics of Batzos cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and a native culture. *Food Control* 17:109–120
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y (2008) Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Rumin Res* 79:57–72
- Sanchez-Macias D, Fresno M, Moreno-Indias I, Castro N, Morales-de-la-Nuez A, Alvarez S, Argucello A (2010) Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *J Dairy Sci* 93:3950–3956
- Tejada L, Abellan A, Prados F, Cayuela JM (2008) Compositional characteristics of Murcia al Vino goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *Int J Dairy Technol* 61:119–125
- Tejada L, Fernandez-Salguero J (2003) 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

Manuscript Number:

Title: Characterization of small local dairies in Andalusia (south of Spain)

Article Type: Research Paper

Keywords: goat cheeses, traditional products and multivariate techniques

Corresponding Author: Dr. Hortensia Galan-Soldevilla, Ph.D.

Corresponding Author's Institution: Universidad de Córdoba

First Author: María Auxiliadora De la Haba Ruiz

Order of Authors: María Auxiliadora De la Haba Ruiz; Pilar Ruiz Pérez-Cacho, Ph.D.; Lucas López Delgado ; Hortensia Galan-Soldevilla, Ph.D.

Abstract: The aim of this study was to describe the small local cheese industries in Andalusia (south of Spain), and to establish the main differences between them. Data were collected from a sample of 40 local cheese producers, the latter being representative of the entire production system. The survey examined 41 dairy sector qualitative variables that included socio-demographic, cheese-making process and marketing aspects. Following elimination of those not supplying relevant information, not answered in all the cases, and of those presenting little variability in their response variables, a multivariate statistical technique was applied to select the most discriminating items in the cheese industries. A Principal Components Analysis identified two factors accounting for about 54.3 % of the total variance. PC1 included marketing variables as well as the age of the manager and PC2 included cheese-making process variables. Using these factors, the cheese industries studied were subjected to a K-means cluster and four typologies were established. Breed is the most influential factor in this classification. The importance of this study lies in the fact that Andalusia possesses a large variety of indigenous milk-producing breeds and produces more than half the total goat's milk in the country; however, there are no recent studies on this cheese-making sector.

Highlights

- Small local dairies in Andalusia are similar to each other in a large number of variables
- Andalusia possesses a large variety of indigenous milk-producing breeds and breed is the most influential factor in Andalusian small local dairies classification.
- Andalusian traditional cheeses are not regulated by any Protected Designation of Origin (PDO) and this work could support in applying for it

1 **Characterization of small local dairies in Andalusia (south of Spain)**

2 M.A. De la Haba Ruiz, P. Ruiz Pérez-Cacho, L. López Delgado y H. Galán-Soldevilla*

3 Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba.

4 Campus de Rabanales. 14070-Córdoba (Spain)

5 * Corresponding author: Tel. +34 957 21 21 02; Fax: +34 957 21 20 00 bt1gasoh@uco.es

6

1 **Abstract**

2 The aim of this study was to describe the small local cheese industries in Andalusia
3 (south of Spain), and to establish the main differences between them. Data were
4 collected from a sample of 40 local cheese producers, the latter being representative of
5 the entire production system. The survey examined 41 dairy sector qualitative variables
6 that included socio-demographic, cheese-making process and marketing aspects.
7 Following elimination of those not supplying relevant information, not answered in all
8 the cases, and of those presenting little variability in their response variables, a
9 multivariate statistical technique was applied to select the most discriminating items in
10 the cheese industries. A Principal Components Analysis identified two factors
11 accounting for about 54.3 % of the total variance. PC1 included marketing variables as
12 well as the age of the manager and PC2 included cheese-making process variables.
13 Using these factors, the cheese industries studied were subjected to a K-means cluster
14 and four typologies were established. Breed is the most influential factor in this
15 classification. The importance of this study lies in the fact that Andalusia possesses a
16 large variety of indigenous milk-producing breeds and produces more than half the total
17 goat's milk in the country; however, there are no recent studies on this cheese-making
18 sector.

19 **Key words:** goat cheeses, traditional products and multivariate techniques

20

21

1 **1. Introduction**

2 In Europe, the goat sector specializes in milk production especially in Spain, France
3 and Greece (Boyazoglu et al., 2005; Castel et al., 2010, 2011) due to a rapid
4 intensification and a notable decrease in grazing in goat systems, as generally occurs in
5 other animal production systems (Bouwman et al., 2005). In Andalusia (southern
6 Spain), the same as in the rest of the Mediterranean basin, these changes have taken
7 place with a predominance of productive goat semi-intensive systems (Castel et al.
8 2010). This region is the leading goat's milk producer in Spain and second in the
9 European Union after the Poitou-Charentes region in France (Castel et al., 2011).
10 Fortunately, the Andalusian indigenous goat breeds (Malagueña, Murciano-Granadina,
11 Florida, Payoya and Blanca Andaluza) have adapted well to this production system and
12 this has meant that they have not been replaced by foreign breeds as has occurred in
13 other cattle sectors, and that their breeding diversity has still been maintained. In the
14 past decade, the principal destination of milk and milk mixtures obtained from those
15 breeds has been traditional Andalusian cheese-making, providing an added value to
16 these production systems and recovering an important cheese-making heritage.
17 Andalusian goat-cheese is mainly produced in small-scale factories using traditional
18 methods, with a milk production of below 2500 liters of milk per day. They are
19 constituted by farmers producing their own cheeses, and by cheesemakers who, by
20 taking advantage of the different public subsidies and funding from the European
21 Union, have modernized their facilities or created new ones, capitalizing their
22 businesses with cheese production. Despite this rich cheese-making patrimony, this
23 traditional cheese is not regulated by any Protected Designation of Origin (PDO) like
24 other Spanish goat cheeses (Camerano, Ibores, Majorero, Murcia, Murcia al Vino, and
25 Palmero) or European ones.

1 The aim of this study was to analyze as a whole the reality of the small local cheese
2 industries in Andalusia, and to establish the main distinctive features of the different
3 types of these dairies.

4

5 **2. Material and Methods**

6 This work was carried out in the Andalusian region (southern Spain), particularly in 7 of
7 its 8 provinces (Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla). There were
8 no cheese factories in Almería at that moment.

9 *2.1. Data collection*

10 Data were collected from a sample of 40 local cheese producers as being representative
11 of the entire production system (consisting of 70 cheese factories).

12 A structured questionnaire collecting information on socio-demographic, cheese-making
13 process and marketing data was designed in accordance with official bodies,
14 associations and other researchers (Castel et al., 2003, Maseda et al., 2004, Usai et al.,
15 2006).The initial survey comprised 41 items. The socio-demographic section includes
16 10 qualitative variables: geographic location-origin, area (mountains or valley), land use
17 (rural or urban), road network (good or fair), type of business (family company or
18 cooperative/others), numbers of owners, age of the manager (< 40 years old or \geq 40
19 years old), number of workers (2-5 or 6-10), generational renewal (yes or no) and
20 enlargement project (yes or no). The cheese-making process group includes 15
21 qualitative items: breed (Murciano-Granadina, Malagueña, Payoya, Florida or multi-
22 breed herds), type of milk (pure goat milk or mixture of different milks), farm's own
23 herd (yes or no), number of milk suppliers, goat feeding (grazing, intensive or

1 mixed),milk processed (<1000, 1000-2000, >2000liters/ day), cheese production
2 (kg/day), heat treatment (raw, pasteurized or both), type of rennet (animal, vegetable or
3 microbial), additives (yes or no), starter cultures (yes or no), type of cheese (fresh, semi-
4 hard/hard or all types), coating (yes or no), type of coating (olive oil, paprika, aromatic
5 herbs, ashes, lard), cheese weight (< 1kg, ≥1 kg or both). The marketing group includes
6 16 qualitative variables: cheese market (local, local/regional, local/national and
7 local/national/international), sale points (cheese factory/local shops, local/gourmet
8 shops or local/gourmet shops /supermarkets), distribution company (yes, no or no
9 answer), own trade mark (yes or no), market difficulties (yes, no or no answer), cheese
10 promotion (yes or no), type of promotion (fairs, gastronomic festival and degustation
11 and/or spot advertisement), intention of participating in promotion actions (yes or no),
12 attractive packaging (yes or no), improvement of package (yes, no or no answer), type
13 of package improvement (vacuum-packed, wooden boxes or others), website (yes, no
14 or others), social networks (yes, no, or yes but not in use), awards (yes or no), quality
15 certification (yes or no), type of certification (Andalusia regional certification, organic
16 product).

17

18

19 *2.2. Statistical methods*

20 All the statistical treatment was performed using the SPSS 20 program. Basic statistics
21 (frequency tables) were applied to the variables observed. Principal Component
22 Analysis was carried out to select the variables that best discriminated between the
23 cheese factories. K-means cluster analysis was performed to define homogeneous
24 groups of factories.

1 **3. Results**

2 *3.1. General characteristics of the cheese industries*

3 From the initial survey that comprised 41 items, only 23 were used. The items
4 removed were those not supplying relevant information (number of owners,
5 distribution company), those not answering the questions in all the cases (number of
6 milk suppliers, cheese production, additives, starter cultures, type of package
7 improvement and type of certification) and those presenting little variability in their
8 responses (generational renewal, enlargement project, goat feeding, coating, type of
9 coating, cheese promotion, type of promotion, own trade mark and market difficulties)
10 like other studies made (Castel et al., 2003). A general description of the characteristics
11 of the cheese industries is presented in **Table 1**.

12

13

1 **Table 1.** General description of the characteristics of the cheese industries.

Socio-demographic (%)		Cheese-making process (%)		Marketing (%)	
Origin		Breed		Cheese market	
Cádiz	10	<i>Murciano-Granadina</i>	20	Local	65
Córdoba	15	<i>Malagueña</i>	45	Local/regional	15
Granada	7.5	<i>Payoya/Florida</i>	12.5	Local/national	15
Huelva	10	Multibreed	22.5	Local/national/International	5
Jaén	5	Milk		Sale points	
Málaga	42.5	Pure goat milk	92.5	Factory/local shops	42.5
Seville	10	Mixture	27.5	Local/gourmet shops	30
Area		Farm's own herd		Local/gourmet/supermarket	27.5
Mountains	80	Yes	60	Promotion actions	
Valley	20	No	40	Yes	87.5
Land use		Milk processed (l/d)		No	12.5
Rural	22.5	<1000	47.5	Attractive packaging	
Public	77.5	1000-2000	32.5	Yes	42.5
Road Network		>2000	20	No	57.5
Good	65	Heat treatment		Improvement of package	
Fair	35	Pasteurized	37.5	Yes	60
Business		Raw	17.5	No	22.5
Family	85	Pasteurized and Raw	45	No answer	17.5
Cooperative/others	15	Type of rennet		Website	
Workers		Animal	77	Yes	55
2-5	57.5	Vegetable	28	No	42.5
6-10	42.5	Microbial	8	Other	2.5
Age		Type of cheese		Social networks	
<40	55	Fresh	5	Yes	35
≥40	45	Semihard/hard	32.5	No	45
		All types	62.5	Not in use	20
		Cheese weight		Awards	
		<1kg	10	Yes	52.5
		≥1 Kg	40	No	47.5
		Both	50	Q. Certification	
				Yes	35
				No	65

2

3 In relation to the socio-demographic characteristics, the small local dairies are family
4 industries (85%) with less than 10 workers, half of them managed by young people of
5 under 40 years (55%). Most of them are located in the province of Málaga (42.5%), in
6 mountainous areas (80%) and on public land (77.5%) of easy access (65%). With
7 respect to the variables related to the cheesemaking process, the milk used either comes
8 from the producer's own goats or from goat herd owners in the area, the Malagueña
9 goat being the most representative one (45%), followed by the Murciano-Granadina
10 (20%), with most of the herds being under a semi-extensive regime. The majority of the

1 dairies (92.5%) make pure goat cheeses and around a third of them also produce cheeses
2 with a mixture of goat and ewe and, to a lesser extent, cow's milk. With regard to the
3 daily milk production, most of them (80%) process under 2000 l/daily. As for heat
4 treatment, over 80% of the cheese factories make their cheeses with pasteurized milk
5 and very few use only raw milk (17.5%). Animal rennet is the type most used (77%),
6 followed by vegetable rennet (28%), and the use of microbial rennet is restricted to the
7 making of fresh cheese. Most factories make both fresh and cured (62.5%) cheeses of
8 several sizes, both with their natural rind and with a coating (oil, lard, paprika or
9 aromatic herbs). With respect to the marketing variables, all the cheesemakers market
10 their products locally in the dairies themselves or in shops, and they promote them by
11 means of cheese fairs and local competitions. Their use of a web site (55%) or the social
12 networks (35%) is still scant. Only 42.5% of cheesemakers consider their packaging to
13 be attractive, 60% would like to improve it. Finally, only half the cheese makers have
14 obtained any award or recognition, and an important number of firms (65%) did not
15 have any certificate of quality available for their cheeses.

16

17 *3.2. Typology of the traditional Andalusian cheese factories*

18 The multivariate statistical technique was applied to variables within a group in order to
19 select the most discriminating items among the cheese industries. Using the first two
20 principal components, 3 socio-demographic variables (land use, road network and age
21 of the manager) were selected based on eigenvalues and on the contribution of the items
22 to the relevant axes; on the whole they explained 51.2% of the total original variation.
23 Similarly, using the first three principal components, 3 (breed, farm's own herds, and
24 type of rennet) of the initial cheese-making process, those variables were maintained

1 and they explained 63.3% of the total original variation. Finally, three factors
 2 accounting for 56.6% of the total variance were selected to explain the marketing items,
 3 removing 5 of the 9 items and selecting 4 variables (cheese market, sales point,
 4 attractive package and awards). The final 10 variables were submitted to a second PCA.
 5 Three principal components that explained 50.0% of the total variance were selected
 6 and 6 items were considered (age of the manager, breed, farm's own herds, cheese
 7 market, sale points and awards). The 6 remaining variables were submitted to a third
 8 PCA. A two-factor model was selected that explained 54.3 % of total variance. For the
 9 selection of items, loadings on both components were taken into account together. Thus,
 10 the 6 variables were finally maintained. PC1 (31.6 %) includes marketing variables
 11 (cheese market, sales point and awards) as well as the age of the manager and PC2 (22.8
 12 %) includes cheese-making process variables (breed and farm's own herds). Table 2
 13 shows the loadings of the first two principal components and the explained variance in
 14 the PCA of the variables analyzed.

15 **Table 2.** Loadings of the first two principal components and the explained variance of
 16 PCA of the variables analyzed.

Variable	PC1	PC2
Age	-0.619	0.240
Breed	0.182	0.817
Farm's own herd	-0.240	-0.791
Cheese market	0.841	0.069
Sale points	0.733	-0.104
Awards	-0.483	0.003
Percent of variance	31.6	22.8

17

18 These 6 selected variables were used in the cluster analysis. Four types of cheese-
 19 making factories were established (Table 3). Finally, a Chi-squared analysis between
 20 clusters was performed. This analysis indicated that there were significant differences
 21 between clusters for each of the variables selected except for "awards". Group 1 is

1 formed by 7 cheese factories: one in Cádiz that makes cheese with milk from the
2 Payoya breed, one in Huelva and four in Málaga using Malagueña or multibreed milk,
3 and one in Seville that processes Florida breed milk. The principal traits of this group
4 are: its entrepreneurs are over 40, the milk is from their own herds, they market it
5 nationally and internationally, they have all kinds of sale points, and awards and
6 recognitions both nationally and internationally

7 Group 2 is made up of 8 firms (1 in Córdoba, 2 in Granada, 1 in Huelva, 1 in Jaén, 1 in
8 Málaga and 2 in Seville) and they are characterized by: their entrepreneurs being over
9 40, having their own herds of Murciano-Granadina goats, marketing their cheese
10 locally, and having all types of sale points and awards and recognition.

11 Group 3 encompasses 18 firms (3 in Cádiz, 3 in Córdoba, 1 in Granada, 10 in Málaga
12 and 1 in Seville), they are characterized by: being young owners, having their own
13 Malagueña herds, marketing their cheese in local shops, and possessing awards and
14 recognition.

15 Group 4 is made up of 7 firms (2 in Córdoba, 2 in Huelva, 1 in Jaén and 2 in Málaga)
16 with: young managers, milk from owners of herds in the area, mixed milk from
17 different goat breeds, marketing locally, all types of sale points, and with no awards or
18 recognition.

19

20

21

1 **Table 3.** Main characteristics of the group of cheese factories obtained from the cluster analysis.

Variables	Classes	Group 1 n=7 (%)	Group 2 n=8 (%)	Group 3 n=18 (%)	Group 4 n=7 (%)	Total n=40 (%)
Origin	Ca	1	0	3	0	4
	Co	0	1	3	2	6
	Gr	0	2	1	0	3
	Hu	1	1	0	2	4
	Ja	0	1	0	1	2
	Ma	4	1	10	2	17
	Se	1	2	1	0	4
Age of manager	<40	0	37.5	72.2	85.7	55.0
	≥40	100	62.5	27.8	14.3	45.0
Breed	MA	42.8	25	72.2	0	45.0
	MG	0	75	5.5	0	20.0
	PY, FL	28.6	0	16.7	0	12.5
	MX	28.6	0	0	100	22.5
Farm's own herd	Yes	71.4	62.5	72.2	14.3	60.0
	No	28.6	37.5	27.8	85.7	40.0
Cheese market	Local	0	75.0	77.8	85.7	65.0
	Local/regional	0	12.5	22.2	14.3	15.0
	Local/regional/national	71.4	12.5	0	0	15.0
	Local/regional/national/intern.	28.6	0	0	0	5.0
Sales point	Local	0	0	77.8	42.8	42.5
	Local/gourmet	28.6	50.0	22.2	28.6	30.0
	Local/gourmet/markets	71.4	50.0	0	28.6	27.5
Awards	Yes	85.7	62.5	44.4	28.6	52.5
	No	14.3	37.5	55.6	71.4	47.5

2

3

4 **4. Discussion**

5 Diverse authors consider that obtaining information through questionnaires and
6 interviews made to enterprises constitutes a useful tool for finding out the sector's
7 structure, especially when no previous data are available (Traill; 2000; Castel et al.,
8 2003; Usai et al., 2006; Castel et al., 2011; Fresno et al., 2012; Carloni et al., 2016).

9 The results of this study show that most of the traditional Andalusian cheese factories
10 are those set up by farmers producing their own cheeses and by cheese makers who,
11 taking advantage of the different public subsidies and EU funds, have modernized or
12 created new facilities, capitalizing their businesses with cheese production (Ares, 2005).

1 They are located in mountainous areas or other ecosystems lacking any conventional
2 economic alternatives making these rural areas more financially sustainable (Calatrava
3 & Sayadi, 2003, Castel et al., 2011). They are also found on the outskirts of towns on
4 public land with a good access by road. This contrasts with other Spanish regions
5 (Canary Isles), where the industries are not located in any adequately planned urban
6 area (Fresno et al. 2012). The structure of the small family enterprises has been
7 maintained although nowadays those gaining in importance are larger firms,
8 cooperatives and limited companies, like in other Spanish and European regions (Fresno
9 et al., 2012; Raynal-Ljutovac et al., 2011; Pirisi et al., 2011). The main inconvenience
10 found by the sector is its elevated atomization since it is composed of small local dairies
11 with under 10 workers. Many of them are managed by young people under 40 due to the
12 generational change produced in the last few years, when the dairies have come into the
13 hands of entrepreneurs who are younger and better qualified than their predecessors
14 (Ares, 2005). The largest number of dairies is in the province of Málaga since, as occurs
15 in other regions, cheese making is concentrated in areas in which there is a goat-raising
16 and cheese making tradition.

17 Most of the cheese factories analyzed use milk from goats of the Malagueña and
18 Murciano-granadina breeds spread all over the region and, to a lesser extent, of other
19 breeds like Florida concentrated in the north of Seville area and the Payoya located in
20 the foothills of Cádiz (Martínez et al., 2015; FEAGAS 2017). In Andalusia, the same as
21 in the rest of Spain and in Greece, the goat herds come from indigenous breeds, whereas
22 in France and Portugal foreign breeds predominate (Morgan et al., 2003). Thus,
23 Andalusia possesses a large variety of indigenous milk-producing breeds under a semi-
24 extensive regime, that are adapted to the territory and are of a great genetic riches, and
25 that still persist due to their sustainable production model giving rise to the rich cheese

1 heritage known today (Castel et al., 2010; González-Martínez et al., 2014; Martínez et
2 al., 2015).

3 Generally, the dairies make the cheeses from pure goat milk from their own herds or
4 from those in the area. This is due to much of it proceeding from small goat farms, as
5 happens in other Spanish (MAAMA, 2014) and European (Morgan et al., 2003, Raynal-
6 Ljutovac et al., 2011) regions. In France and Portugal, almost all the goat cheese
7 production is with pure goat milk, without mixing it with that of other species, whereas
8 in Italy and Greece making the cheese with milk from different species is more frequent
9 (Morgan et al., 2003; Raynal-Ljutovac et al., 2011; Pirisi et al., 2011). With regard to
10 the amount of milk processed, amounts of under 2000 liters/day are generally used, thus
11 meeting the legal requirements of artisanal products (Orden de 29 Mayo, 2013). Most
12 industries use pasteurized milk and there has been a reduction in those employing only
13 raw milk due to orders established in European Union directives, which have obliged
14 many industries to introduce pasteurizers or to give up making traditional recipes that
15 did not satisfy those criteria (MAAMA, 2014). Unlike France, where lactic coagulation
16 predominates, Andalusian cheeses undergo enzymatic coagulation. Animal rennet is
17 mostly used like in the rest of goat cheeses from other Spanish regions (Gonzalez-
18 Fandos et al. 2000; Mas et al., 2002; Tejada et al., 2008; Fresno et al., 2011; Fresno and
19 Alvarez 2012), followed by vegetable rennet as in cheeses from Murcia (Tejada et al.,
20 2008), with microbial rennet being relegated to the making of fresh cheese. Andalusian
21 dairies make both fresh and cured cheeses of different sizes. In the past few years, the
22 production of fresh cheeses both due to the technological improvements introduced and
23 to the tradition prevailing for this type of cheese. This has encouraged Malaga producers
24 to apply for a seal of quality for this type of cheese (De la Haba et al., 2016).

1 Cheese makers market their cheeses with their own brand in areas near the production
2 site, and only a reduced part of the sector sells its products outside the province. These
3 results coincide with those of other authors (Rey and Ares, 2005, Rancourt et al., 2006;
4 Ruiz et al., 2012). As for the sale points, it was observed that all the producers sell their
5 cheeses on their own premises, and also resort to small local shops as an outlet for their
6 products. The second sale point in importance for artisanal cheese makers is specialized
7 or gourmet establishments and only a small percentage sell them in markets. In view of
8 the small economic and productive dimension of these artisanal enterprises, it is not
9 easy to establish marketing channels beyond their habitual sale circuit for them to take
10 their products to new markets individually. However, most of the managers of dairies
11 interviewed did not encounter any difficulties in finding an outlet for them since they
12 work on demand, although they would be in favor of introducing a middleman, who
13 would negotiate their products' entry to other distribution channels, and these data
14 coincide with those of other authors (Ruiz et al., 2012). Most of them showed an
15 interest in participating in promotion campaigns, that activity being customary in cheese
16 fairs and competitions; however, their promotion by means of web sites or the social
17 networks is still paltry. Half of the dairy managers interviewed have obtained some
18 award or recognition both nationally and internationally. With regard to the opinion of
19 the cheese makers on the packaging of their products, most of them do not consider it to
20 be attractive enough and they would like to improve it. Among the principal
21 improvements that they propose, those standing out are: the use of new conservation
22 systems substituting vacuum packaging, new packaging material and a variability in the
23 formats. This is a similar situation to what happened in France a few years ago (Raynal-
24 Ljutovac et al., 2011). Finally, Andalusian goat cheese is not regulated by a Protected
25 Designation of Origin (PDO) like other Spanish goat cheeses (Gonzalez-Fandos et al.,

1 2000; Mas et al., 2002; Alvarez et al., 2007; Tejada et al., 2008; Sánchez-Macias et al.,
2 2010; Fresno et al., 2011; Fresno and Alvarez 2012) or European ones (Psoni et al.,
3 2006; Raynal-Ljutovac et al., 2011, Pirisi et al., 2011; Reis and Malcata, 2011).
4 However, some Andalusian dairies do possess other regional, organic or farm quality
5 seals.

6 Although Andalusian cheese factories have a series of characteristics in common, four
7 distinct groups can be established on the basis of technological variables (breed and
8 farm's own herd), market variables (cheese market, sale points and awards) as well as
9 the age of the manager. One of the most important variables in this classification was
10 breed, which, in turn is associated with a specific geographic origin. In the cheese
11 enterprises of Málaga the Malagueña breed predominated, in those of Cadiz the Payoya,
12 and in those of Seville the Florida, with the Murciano-Granadina breed being spread all
13 over Andalusia except for the province of Cádiz. For that reason, both the local Málaga
14 and Cádiz producers are applying for a PDO for their cheeses, specifically, Malaga for
15 its fresh cheese made with Malagueña goats and Cádiz for its cured cheeses made with
16 Payoya breed goats.

17

18 **Conclusions**

19 Small local dairies in Andalusia are similar to each other in a large number of variables
20 as can be gleaned from this study. Thus, they are family industries located in mountain
21 areas that use milk from their own herds or that from owners in the area of indigenous
22 goat breeds under semi-extensive systems. They make cheeses of pure goat milk,
23 mainly pasteurized, both fresh and cured, using animal rennet as a coagulant and they
24 market them locally. A multivariate statistical technique was applied to select the most

1 discriminating items between the cheese industries. Four groups of different small local
2 dairies in Andalusia were established using cluster analysis. The variables involved in
3 this classification are: the age of the manager, the breed, the farm's own herds, the
4 cheese market, sale points and awards. Breed is the most influential factor in this
5 classification.

6

7 **Acknowledgments**

8 We express our gratitude to “Grupo de Desarrollo Rural Valle del Guadalhorce”,
9 Málaga (Spain) for providing funds to conduct this research project. We should also like
10 to thank the local producers for providing the samples.

11

1 **References**

- 2 Alvarez, S., Fresno, M., Mendez, P., Castro, N., Fernandez, J.R., Sampelayo, M.R.S.,
3 2007. Alternatives for improving physical, chemical, and sensory characteristics
4 of goat cheeses: The use of arid-land forages in the diet. *J. Dairy Sci.* 90, 2181-
5 2188.
- 6 Ares, J.L., 2005. Aspectos clave del sector quesero tradicional de Andalucía. *Anales de*
7 *la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* 18, 123-138.
- 8 Bouwman, A.F., Van der Hoek, K.W., Eickhout, B., Soenario, I., 2005. Exploring
9 changes in world ruminant production systems. *Agric. Syst* 84, 121-153.
- 10 Boyazoglu, J., Hatziminoglou, I., Morand-Fehr, P., 2005. The role of the goat in
11 society: Past, present and perspectives for the future. *Small Rumin. Res.* 60, 13-
12 23.
- 13 Calatrava, J., Sayadi, S., 2003. Milk production systems in rural development: The case
14 of goat cheese making at the Eastern Alpujarras. *Eur. Assoc. Anim. Prod.* 99, 34-
15 43.
- 16 Carloni, E., Petruccelli, A., Amagiani, G., Brandi, G., Caverni, F., Mangili, P., Tonucci,
17 F., 2016. Effect of farm characteristics and practices on hygienic quality of ovine
18 raw milk used for artisan cheese production in central Italy. *Anim. Sci. J.* 87, 591-
19 599.
- 20 Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pertinez, M., Camunez, J., Basulto, J., Caravaca, F.,
21 Guzman-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J., 2003. Characterization of semi-extensive
22 goat production systems in southern Spain. *Small Rumin. Res.* 47, 133-143.
- 23 Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camunez-Ruiz, J., Sanchez-Rodriguez, M., 2011.
24 Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of
25 Spain. *Small Rumin. Res.* 96, 83-92.

- 1 Castel, J.M., Ruiz, F.A., Mena, Y., Sanchez-Rodriguez, M., 2010. Present situation and
2 future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Rumin. Res.* 89,
3 207-210.
- 4 De La Haba, M.A., Ruiz, P., Galán-Soldevilla, H., Dios, R., 2016. Classification of
5 artisanal Andalusian cheeses on physicochemical parameters applying
6 multivariate statistical techniques. *Dairy Sci. & Technol.* 96, 95-106.
- 7 de Rancourt, M., Fois, N., Lavin, M.P., Tchakerian, E., Vallerand, F., 2006.
8 Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Rumin.*
9 *Res.* 62, 167-179.
- 10 Fresno, M., Alvarez, S., 2012. Chemical, textural and sensorial changes during the
11 ripening of Majorero goat cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 65, 393-400.
- 12 Fresno, M., Alvarez, S., Rodriguez, E., Diaz, C., Darias, J., 2011. Influence of diet and
13 rennet on the composition of goats' milk and cheese. *J. Dairy Res.* 78, 250-256.
- 14 Fresno, M., Álvarez, S., Arteaga, A.L., Benito, D.T., Esparza, M.R., Fabelo, F.,
15 Fernández, E., González, E., González, R., Martínez, A., Monzón, E., Navarrete,
16 A., Rodriguez, A., Camacho, M.E., 2012. Characterization of cheese production
17 in the canary islands (Spain). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*
18 *(AICA)* 2, 243-247.
- 19 Gonzalez-Fandos, E., Sanz, S., Olarte, C., 2000. Microbiological, physicochemical and
20 sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres.
21 *Food Microbiol.* 17, 407-414.
- 22 Gonzalez-Martinez, A., Herrera, M., Luque, M., Rodero, E., 2014. Influence of farming
23 system and production purpose on the morphostructure of Spanish goat breeds.
24 *Span. J. Agric. Res.* 12, 117-124.

1 MAAMA, 2014. Radiografía de la situación e importancia de las pequeñas queserías e
2 industrias lácteas en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio
3 Ambiente.

4 MAPAMA, 2017. Catálogo oficial de razas. Ministerio de Agricultura y Pesca,
5 Alimentación y Medio Ambiente,
6 [http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/ca](http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/default.aspx)
7 [talogo/default.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/default.aspx) (accesed 24.03.17).

8 Martínez, A.M., Gama, L.T., Delgado, J.V., Cañón, J., Amills, M., Bruno de Sousa, C.,
9 Ginja, C., Zaragoza, P., Manunza, A., Landi, V., Sevane, N., Consortium, B.,
10 2015. The Southwestern fringe of Europe as an important reservoir of caprine
11 biodiversity. *Genet. Sel. Evol.* 47- 86.

12 Mas, M., Tabla, R., Moriche, J., Roa, I., Gonzalez, J., Rebollo, J.E., Caceres, P., 2002.
13 Ibore goat's milk cheese: Microbiological and physicochemical changes
14 throughout ripening. *Lait* 82, 579-587.

15 Maseda, F., Díaz, F., Alvarez, C. 2004. Family dairy farms in Galicia (N.W. Spain):
16 Classification by some faily and farms factors relevant to quality of life. *Byosyst.*
17 *Eng.* 87, 509-521

18 Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F., Kandarakis, I.,
19 Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., Raynal-Ljutovac, K.,
20 2003. Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in
21 Greece, Portugal and France. *Small Rumin. Res.* 47, 39-49.

22 Orden (Junta de Andalucía) No 29/05/2013 de la Consejería de Agricultura y Pesca por
23 la que se aprueban las condiciones técnicas para la elaboración del queso artesano
24 en Andalucía. BOJA 108, 05.06.2013

- 1 Pirisi, A., Comunian, R., Urgeghe, P.P., Scintu, M.F., 2011. Sheep's and goat's dairy
2 products in Italy: Technological, chemical, microbiological, and sensory aspects.
3 *Small Rumin. Res.* 101, 102-111.
- 4 Psoni, L., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., 2006. Characteristics of Batzos
5 cheese made from raw, pasteurized and/or pasteurized standardized goat milk and
6 a native culture. *Food Control* 17, 109-120.
- 7 Raynal-Ljutovac, K., Le Pape, M., Gaborit, P., Barrucand, P., 2011. French goat milk
8 cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their
9 impacts on consumers' acceptance. *Small Rumin. Res.* 101, 64-72.
- 10 Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29
11 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs.
12 OJ L 139, 30.04.2004
- 13 Reis, P.J.M., Malcata, F.X., 2011. Current state of Portuguese dairy products from
14 ovine and caprine milks. *Small Rumin. Res.* 101, 122-133.
- 15 Rey, A.M., Ares, J.L., 2005. Caracterización empresarial y tecnológica de las queserías
16 artesanales en Andalucía. *Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*
17 (SEOC), 188-191.
- 18 Ruiz, F.A., Navarro, L., Sayadi, S., Castel, J.M., Mena, Y., 2012. Comercialización de
19 los quesos tradicionales andaluces. Instituto de Investigación y Formación Agraria
20 y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
- 21 Sanchez-Macias, D., Fresno, M., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-DelaNuez, A.,
22 Alvarez, S., Arguello, A., 2010. Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat,
23 and low-fat artisan-style goat cheese. *J. Dairy Sci.* 93, 3950-3956.

1 Tejada, L., Abellan, A., Prados, F., Cayuela, J.M., 2008. Compositional characteristics
2 of Murcia al Vino goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *Int. J.*
3 *Dairy Technol.* 61, 119-125.

4 SPSS, 2011. Version 20 software. SPSS Inc., Chicago

5 Traill, W.B., 2000. Strategic groups of EU Food Manufacturers. *J. Agric. Econ.* 51, 45-
6 60.

7 Usai, M.G., Casu, S., Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Carta, A., 2006. Using cluster
8 analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. *Livest. Sci.* 104, 63-
9 76.

10

***Conflict of Interest Statement**

Conflicts of interest: none