



# WHEYVALUE

## GRUPO OPERATIVO REGIONAL

### DOCUMENTO FINAL

### PROYECTO INNOVADOR

**Economía circular aplicada a la valorización de lactosuero en alimentación animal y su influencia en el rendimiento de la cabaña ovina y caprina y en la calidad de los quesos**

**JUNTA DE EXTREMADURA**

Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Sostenible



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



**UNIÓN EUROPEA**

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural:  
Europa invierte en las zonas rurales

Proyecto con ayuda cofinanciada por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 85,00 %, dentro del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Extremadura 2014-2022, en la medida 16 "Cooperación", submedida 16.1 "Ayuda para la creación y el funcionamiento de grupos operativos de la AEI en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas", siendo el resto cofinanciado por la Junta de Extremadura en un 11,28 % y por el Estado, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en un 3,72 %.

# índice

<b>1. Introducción</b> .....	<b>03</b>
<b>2. Problemática del lactosuero</b> .....	<b>04</b>
<b>3. Necesidad de la valorización del lactosuero</b> .....	<b>06</b>
<b>4. Objetivos específicos</b> .....	<b>07</b>
<b>5. Resultados</b> .....	<b>07</b>

# Introducción

Los Grupos Operativos Regionales en Extremadura representan una iniciativa clave para impulsar la innovación en los sectores agroalimentario y forestal de la región a través de la colaboración entre agricultores, ganaderos, empresas, centros de investigación y otras entidades. Se busca así desarrollar proyectos que aporten soluciones prácticas a problemas específicos del sector, mejorando así la productividad y la sostenibilidad. Estos grupos se enmarcan en la Asociación Europea para la Innovación (AEI) en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, con el objetivo de fomentar la cooperación entre diversos actores del sector agroalimentario y forestal para abordar desafíos específicos y promover soluciones innovadoras.

El proyecto innovador "Economía circular aplicada a la valorización de lactosuero en alimentación animal y su influencia en el rendimiento de la cabaña ovina y caprina y en la calidad de los quesos" está cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 80% dentro del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Extremadura 2014- 2022, en la medida 16 "Cooperación", submedida 16.1 "Ayuda para la creación y el funcionamiento de grupos operativos de la AEI en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas", siendo el resto cofinanciado por la Junta de Extremadura en un 16,28 %, y por el Estado, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en un 3,72%. El importe de la ayuda concedida para la realización del proyecto innovador es 253.894,55€.

La ayuda está regulada en el Decreto 140/2017, de 5 de septiembre, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la realización de proyectos innovadores por parte de los grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, y correspondiente a la Resolución de 12 de julio de 2022, de la Secretaría General de la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, por la que se establece la convocatoria de dichas ayudas para el ejercicio 2022.

El objetivo general del proyecto está en línea con los objetivos de la convocatoria: es valorizar lactosuero mediante su estabilización con posterior reincorporación en piensos para mejorar el rendimiento de la cabaña ovina y caprina y calidad de los quesos. De esta manera se conseguirá aumentar la sostenibilidad, la rentabilidad de las producciones, la competitividad del sector agroindustrial a través de la innovación, para mejorar aplicando el principio de economía circular.





## Problemática del lactosuero

Según FAOSTAT, por **suero o lactosuero** se entiende la "parte líquida de la leche que queda después de separar la leche cuajada en la fabricación del queso. Sus principales aplicaciones para el consumo humano son la preparación de queso de suero, bebidas a base de suero y bebidas de suero fermentado. Las principales aplicaciones industriales son la fabricación de lactosa, pasta de suero y suero en polvo.

A nivel mundial el lactosuero es el compuesto de mayor interés de la industria láctea, en el desarrollo de nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos (Gómez et al., 2017). Debido a sus características el lactosuero es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza que contiene todos los aminoácidos esenciales e importantes cantidades de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y complejo B, además de minerales como fósforo, calcio, potasio y hierro bajo contenido de grasa, y la presencia mayoritaria de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos.

El lactosuero tiene su origen en la industria quesera y es el principal subproducto de la leche y un contaminante al desecharlo en los vertederos, aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero entre 0,2 a 10 L de leche procesada su vertido desmedido y sin control ocasiona un gran impacto al ambiente especialmente a las fuentes hídricas.

La industria quesera generalmente transforma bajos volúmenes de leche cruda y opera con tecnología artesanal con base en conocimientos tradicionales, al ser un producto abundante se destina generalmente para la alimentación de animales de granja.

En los últimos años se han desarrollado importantes tendencias tecnológicas para su aprovechamiento óptimo, transformando al lactosuero en un componente con gran potencial. Se han propuesto nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos diversificándose las alternativas para su aprovechamiento industrial en áreas como la nutrición, salud y biotecnología.

La fracción sólida está compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos que en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente alguno de los constituyentes hidrosolubles, la fracción líquida corresponde al lactosuero en cuyo interior están suspendidos todos los componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína, de esta forma se encuentran en el lactosuero partículas solubles y no solubles.

Este gran contenido de nutrientes del lactosuero produce aproximadamente 3,5 Kg de DBO y 6,8 Kg de DQO por cada 100 Kg de lactosuero producido, valores de 5,0 Kg de DBO y 10 Kg de DQO se obtienen al tener aumento en las pérdidas de finos por defectos de coagulación siendo la lactosa la responsable de un 70 a 80 % de los valores obtenidos; la transformación de 100.000 litros de leche/día en quesos genera una contaminación equivalente a una población de 55.000 a 65.000 habitantes.

La producción de lactosuero a nivel mundial genera más de 145 millones de toneladas por año, siendo aproximadamente la mitad del producido descartado al ambiente sin tratamiento. Sólo una parte de lactosuero producido es aprovechado adecuadamente, aproximadamente el 47% de los 115 millones de toneladas de lactosuero producido a nivel mundial son desechadas al ambiente sin tratamiento previo, lo que además de ocasionar un gran daño ecológico, también representa una pérdida significativa de recursos. Se estima que, en términos de composición y de valor energético, los sólidos del lactosuero son comparables a la harina de trigo (357 Kcal/100 g).

Por lo tanto, es conveniente que se haga una revisión sobre los usos potenciales del suero aplicando procesos industriales que se centren en la eliminación de agua, recuperación de sales minerales, lactosa y proteínas generando por lo tanto el principio de que la utilización industrial del lacto suero va a depender del componente de este que se quiera aprovechar para evitar tener que desecharlo como efluente con el alto costo que esto representa.

Todos estos procesos industriales realizados al lactosuero generan gran cantidad de inversión de capital. La mayoría de las plantas lácteas no tienen sistemas de tratamiento apropiados para la disposición de lactosuero, lo cual genera su vertimiento al medio ambiente. Sin embargo, es necesario la aplicación de estas tecnologías alternativas y así obtener gran cantidad de productos con propiedades nutricionales y funcionales útiles en la formulación y elaboración de alimentos, generando alto valor agregado a su proceso de recuperación evitando que este valiosísimo recurso se pierda. Aparte de esto, el buen uso del lactosuero evita la contaminación ambiental, al no ser vertido al medio, y sostiene una alimentación adecuada, al ser utilizados como ingredientes para la fabricación de otros alimentos seguros para quienes lo consuman. El sector transformador quesero extremeño se cifra en la actualidad en unos 65 establecimientos de todo tipo: queserías de pequeño volumen, que transforman la leche que producen (artesanas), queserías de mediano tamaño o grandes queserías.

El suero lácteo, principal subproducto del procesado de leche y queso, supone un gran desafío para el sector lácteo, tanto por los elevados volúmenes generados, como por su elevada carga orgánica. A este desafío en su gestión debe sumarse una legislación medioambiental cada vez más restrictiva para su disposición final.

La dispersión geográfica, la estacionalidad en la producción de queso y el pequeño tamaño de las queserías, dificulta la instalación de medidas que permitan su aprovechamiento en usos alimentarios. Por tanto, su vertido o uso directo en alimentación de ganado en condiciones no adecuadas, puede generar un elevado impacto ambiental y riesgo sanitario.



## Necesidad de la valorización del lactosuero

Así, se hace evidente la necesidad de contar con equipos para el procesamiento del suero que estén adaptados a la escala y capacidad económica de las pequeñas industrias lácteas, las cuales no han podido acceder a tecnologías más modernas que se han desarrollado en este campo y alcanzar así, una transferencia efectiva al medio, con un impacto muy positivo en las empresas que integran el sector y en la zona, generando asentamiento de la población rural.

Las pequeñas queserías mezclan los lactosueros procedentes de todos los quesos, sin hacer distinción de tipos de leche y de quesos elaborados, por lo que se genera un producto que no se puede considerar un suero de leche de ninguna especie en concreto. Esto genera una variabilidad en el lactosuero final obtenido tras cada jornada. Lo que se pretende con este proyecto es caracterizar el lactosuero multiespecie y crear un producto que pueda utilizarse de igual forma que se viene utilizando en la actualidad pero procedente de diferentes especies, sin necesidad de que el quesero tenga que tener cubas diferenciadas para cada especie y que el transporte se haga unificado, pero además, al estar aromatizado no tenga el menor olor a "leche" que después pueda producir problemas en la cabaña ovina/caprina, además de que resulta más apetecible. También, se pretende mejorar la calidad de los quesos, sin que su permanencia en la DO "Torta del Casar" se vea afectada.

Así, **la innovación** que se plantea con este Grupo Operativo **es la estabilización de lactosuero multiespecie para transformarlo en polvo aromatizado, para así reducir o eliminar el aroma a leche y obtener una fracción más apetecible a la cabaña ovina y caprina.**



## Objetivos específicos

- 01.** Disminuir la contaminación generada por la elaboración de quesos monitorizando las cantidades de los diferentes lactosueros generados en la quesería (lactosuero multiespecie)
- 02.** Determinar el tiempo máximo que el lactosuero puede estar sin tratar en condiciones de refrigeración antes de estabilizar.
- 03.** Investigar el proceso de estabilización de lactosuero para la obtención de lactosuero multiespecie en polvo aromatizado.
- 04.** Determinar las dosis adecuadas de lactosuero multiespecie en polvo aromatizado en piensos.
- 05.** Evaluar la introducción en alimentación como suplemento de prearranque y arranque en animales para la mejora del rendimiento de la cabaña ovina y caprina.
- 06.** Valorar la influencia en la calidad de los quesos cuando se utiliza el pienso en ovino y caprino de leche.
- 07.** Revalorizar un subproducto para generar un producto con un alto valor nutricional.
- 08.** Crear una nueva actividad (estabilización de lactosuero) que genere estabilización de la población rural.
- 09.** Permitir hacer extensivos los resultados a otras empresas y posibles usuarios a través de la difusión de resultados y la colaboración con otros Grupos Operativos.

## Resultados

En primer lugar, se realizó una monitorización de los distintos lactosueros generados a lo largo de un periodo de 18 semanas. Se clasificaron en 4 tipos:

Tabla 1. Tipos de lactosueros generados en QUESERÍA DOÑA FRANCISCA

<b>Tipo de lactosuero</b>	
<b>L1</b>	Lactosuero oveja y cabra
<b>L2</b>	Lactosuero torta oveja
<b>L3</b>	Lactosuero queso oveja
<b>L4</b>	Lactosuero pasterizado oveja y cabra

El principal lactosuero generado es el procedente del lactosuero pasterizado oveja y cabra que supone casi la mitad del flujo de lactosuero producido en las 18 semanas donde se ha realizado el control del flujo

En segundo lugar, se ha calculado el tiempo máximo que puede almacenarse o puede transportarse el lactosuero tras su generación antes de ser tratado térmicamente y tras el tratamiento térmico.

Así, las muestras de lactosuero tras ser generadas fueron trasladadas a las instalaciones de CTAEX en una cisterna refrigerada (tiempo de transporte alrededor de 2h).



Figura 1. Transporte y vaciado de lactosuero en el concentrador

Recibidas las muestras, fueron analizadas microbiológicamente y se observó que los valores microbiológicos obtenidos tras su traslado se salían de los límites impuesto en la ley.

Parámetro	Límite UA
Aerobios y anaerobios facultativos	10 <sup>5</sup> ufc/g
Coliformes	Ausencia en 0.01g
<i>S. aureus</i>	Ausencia en 1g
<i>Salmonella</i>	Ausencia en 25 g
<i>L. monocytogenes</i>	Ausencia en 25 g

Tabla 2. Anexo - Normas de Seguridad Alimentaria de la Unión Económica de Eurasia RT 33/2013 y RT 21/2011

Así que se decidió congelar las muestras recién generadas en las instalaciones de la Quesería Doña Francisca, y tras distintos tiempos de almacenamiento a +5°C, ir congelando para posteriormente analizar las muestras y determinar cuál es el tiempo máximo que las muestras pueden estar almacenadas a refrigeración antes de ser tratadas.

En todas las muestras excepto en la muestra L4, las muestras se salen de rango microbiológico a partir de la hora de almacenamiento, por lo que para su tratamiento fuera de las instalaciones queseras, sería necesario realizar el tratamiento térmico antes de 1h tras su generación. En el caso de la muestra L4, permite extender este tiempo hasta las 2h.



Además, los distintos lactosueros fueron caracterizados fisicoquímicamente:

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica lactosueros

<b>Composición nutricional</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>
Grasa (g/100g)	1,01a	1,20b	1,12b	0,90a
Energía (Kcal/100g)	33,73a	35,60b	35,32b	32,50a
Energía (kJ/100g)	143,10a	148,95b	147,78b	135,98a
Proteína (g/100g)	1,55a	1,68b	1,78b	1,48a
Humedad (g/100g)	92,30a	92,00a	92,12a	93,72a
Cenizas (g/100g)	0,53a	0,51a	0,51a	0,54a
Hidratos de carbono (g/100g)	4,61a	4,52a	4,53a	4,62a
Azúcares totales (g/100g)	2,70a	2,45a	2,48a	2,52a
Sodio (g/100g)	0,21a	0,23a	0,26a	0,24a
Sal (g/100g)	0,54a	0,58a	0,65a	0,63a

\*Letras distintas significan que los valores son significativamente diferentes para  $\alpha = 0,05$

Se observa que hay diferencias significativa entre el lactosuero de oveja y la mezcla en los parámetros nutricionales de grasa, energía y proteína. En el resto de parámetros no. Y tampoco hay diferencias entre los lactosueros pasterizado y sin pasterizar.

También se estableció que no hacía falta eliminar los finos y la grasa que tenía el lactosuero L1 previo a la atomización como se había indicado en la solicitud ya que tras la centrifugación ya que se eliminaban cantidad pequeñas de grasa y de finos como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Evolución humedad y grasas tras la centrifugación

<b>Productos</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Grasa</b>
Lactosuero antes de centrifugar	91,78	1,20
Lactosuero después de centrifugar	92,56	0,12

El color del lactosuero tras el tamizado y la centrifugación era más blanquecino que el inicial, posiblemente a la pequeña cantidad de finos que quedó en los platos de la centrífuga desnatadora (Figura 2).

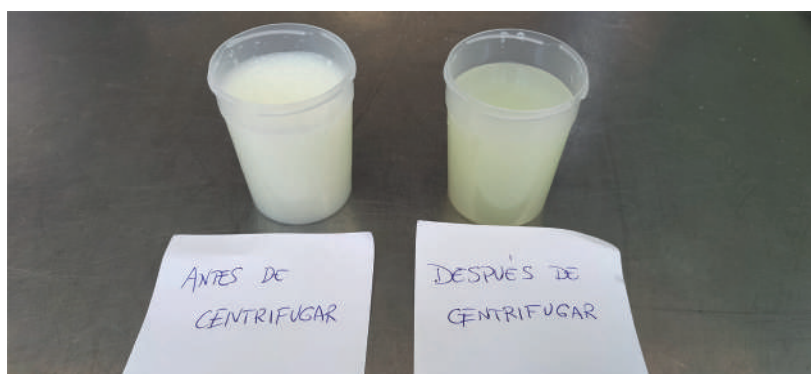


Figura 2. Lactosuero antes y después de centrifugar

En tercer lugar, se realizó el tratamiento térmico que debía darse a las muestras previo al tratamiento térmico. Este proceso se realizó en un pasteurizador pasteurización HTST en el que el producto se calentó a 72°C durante unos 15 segundos.

Tras la pasteurización se realizaron los análisis microbiológicos pertinentes para ver si las muestras estaban dentro de los límites de la ley, Por lo que se incluye este tratamiento en el proceso.

Otro de los procesos necesarios para la estabilización del lactosuero fue el de atomización. Para ello se ensayaron distintas condiciones de procesado (temperatura, agentes de carga) en un atomizador de laboratorio.



Figura 3. Pasterización HTST lactosuero



Figura 4. Ensayo directo

Se observó que tras los ensayos a diferentes temperaturas y diferentes concentraciones de maltodextrina no sale un producto que pueda utilizarse ya que el lactosuero del que se parte tiene una humedad muy alta y un contenido en sólidos bajo, por ello, se hicieron ensayos de concentración previa a la atomización en una olla con camisa de vapor acoplada a una bomba de vacío para disminuir la temperatura de evaporación y así el producto sufriese lo menos posible.



Figura 5. Olla con camisa de vapor acoplada a una bomba de vacío para concentrar lactosuero

Al producto final se le analizó la humedad para ver qué características finales tiene. Esta ha dado 61,69%, el cual está dentro del rango que se quería tener inicialmente según bibliografía (45%-65% humedad).

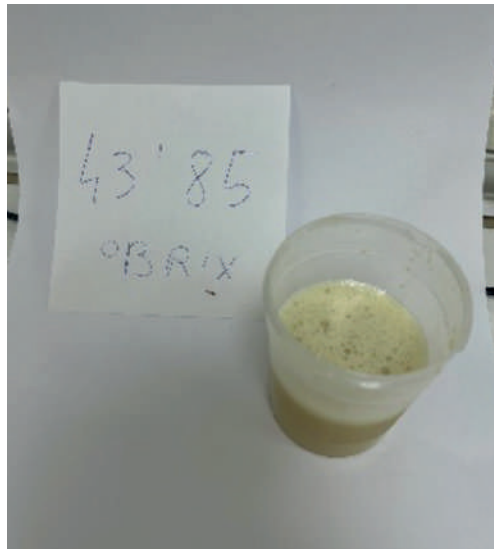


Figura 6. Aspecto lactosuero concentrado

Tras la concentración, con objeto de obtener cristales de las menores dimensiones posibles, que pueda dar lugar a un producto no higroscópico cuando se seque por atomización., se realizó un enfriamiento a 15-20 °C acompañado con una constante agitación durante 8 h. Este enfriamiento se hizo en un tanque al que se le acopló una bomba que bombeaba agua fría desde un enfriador de agua, la cual estaba a 15°C.

Después de esto se realizaron ensayos de atomización con el lactosuero concentrado y se vio que la temperatura idónea de atomización fue la de 160°C, obteniéndose un producto de aspecto blanquecino.

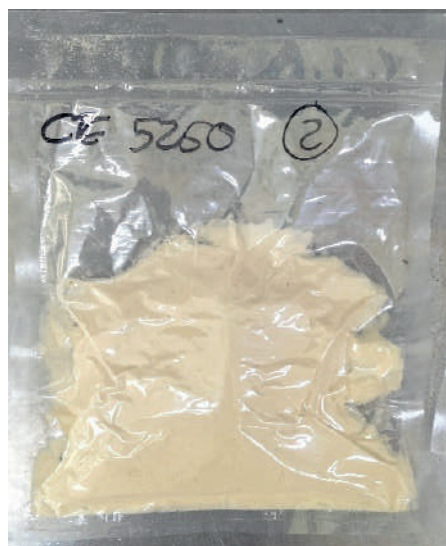


Figura 7. Polvo de lactosuero concentrado



Este mismo proceso se realizó con los distintos lactosueros L2, L3 y L4.

Después de esto se realizaron ensayos para la incorporación de aromas. Se incorporaron aromas de limón, fresa y vainilla en los distintos lactosueros en polvo.

Estos lactosueros fueron incorporados a las formulaciones de pienso en diferentes concentraciones (2%, 5% y 10%) de cada uno de los lactosueros aromatizados. Los ensayos realizados se muestran a continuación.

Tabla 5. Ensayos lactosuero aromatizados

	AROMA LIMÓN	% lactosuero en pienso	AROMA LIMÓN	% lactosuero en pienso	AROMA VAINILLA	% lactosuero en pienso
<b>L1</b>	0,003%	2	0,002%	2	0,020%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,006%	2	0,004%	2	0,040%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,009%	2	0,008%	2	0,080%	2
		5		5		5
		10		10		10
<b>L2</b>	0,003%	2	0,002%	2	0,020%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,006%	2	0,004%	2	0,040%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,009%	2	0,008%	2	0,080%	2
		5		5		5
		10		10		10
<b>L3</b>	0,003%	2	0,002%	2	0,020%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,006%	2	0,004%	2	0,040%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,009%	2	0,008%	2	0,080%	2
		5		5		5
		10		10		10
<b>L4</b>	0,003%	2	0,002%	2	0,020%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,006%	2	0,004%	2	0,040%	2
		5		5		5
		10		10		10
	0,009%	2	0,008%	2	0,080%	2
		5		5		5
		10		10		10

Tras la elaboración algunos fueron descartados por no aglomerarse, o por no presentar olor. Así se eligieron las concentraciones de aroma máximo en todos los casos ya que a penas olía a aroma en su mayor concentración. Y en el caso de los % máximos permitidos de adición de lactosuero se optó por la concentración 2% ya que en las concentraciones de 5% y 10% no fue factible su aglomeración tras intentar utilizar más aglomerante.

Así para hacer los ensayos de alimentación se eligió no utilizar aromatizante porque en la concentración máxima no producía apenas olor y la utilización de aroma, encarecería mucho su precio final.

Para los ensayos de la mejora en el rendimiento de la cabaña caprina y ovina se añadía alrededor de 1 kg de pienso por día y se realizó el ensayo durante 2 meses en el periodo de cría y recria. La ganancia media diaria se muestra en la tabla:

Tabla 6. Rendimientos

<b>Tipo queso</b>	<b>Ganancia peso diario</b>
Queso control cabra	0,18a
Queso experimental cabra	0,17a
Queso control oveja	0,16a
Queso experimental oveja	0,17a



Figura 8. Pesaje oveja y cabra

Como se puede observar, no existe un empeoramiento de en la ganancia media diaria al utilizar el pienso experimental en ambas cabañas.

Para los ensayos de alimentación para la producción de leche se alimentaron las cabras durante aproximadamente 2 meses con alrededor de 0.5 kg de pienso con 1.8 kg de UNIFEED. Al principio se hizo una transición para introducir el pienso de lactosuero y así evitar diarreas.

Por último, para evaluar la calidad de la leche se analizó la leche control y la leche experimental.

	% Grasa	% Proteína	% Caseína	% Extracto seco	% Extracto quesero	Bact x 1000/ml	Cel x 1000/ml
Control cabra	6,05a	3,90a	2,88a	15,42a	9,95a	189a	1433a
Experimental cabra	6,60a	4,21a	3,10a	16,35a	10,81a	91a	1458a
Control oveja	8,19a	5,74a	4,53a	19,43a	13,93a	42a	560a
Experimental oveja	8,29a	5,69a	4,69a	19,56a	13,98a	29a	548a

\*Letras distintas significan que los valores son significativamente diferentes para  $\alpha = 0,05$

Como se puede observar, en los valores de los parámetros de ambas leches no se observan diferencias significativas, aunque presenta valores ligeramente superiores de grasa, proteína, caseína, extracto seco y extracto quesero (suma de los contenidos de grasa y proteína), lo que es positivo en el caso de la leche de cabra experimental.

Además, tiene menos contenido en bacterias por litro, pero las células somáticas son ligeramente mayores en la leche experimental de cabra, aunque no significativamente diferentes.

La leche obtenida de la alimentación de los animales alimentados con el pienso control y experimental fue utilizada en la elaboración de quesos. Se elaboraron quesos madurados de ambas leches. El proceso para el queso de cabra se muestra a continuación:



Figura 9. Diagrama flujo queso cabra



El proceso para los quesos de oveja se muestra a continuación:



El aspecto de los diferentes quesos se muestra a continuación:

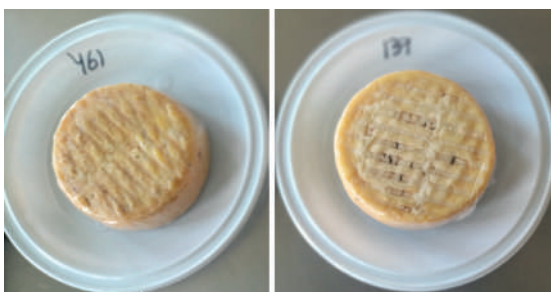


Figura 11. Queso cabra control (derecha) y experimental (izquierda)



Figura 12. Queso oveja control (derecha) y experimental (izquierda)

Tras la maduración los quesos fueron trasladados a las instalaciones de CTAEX para ser caracterizados, fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente. Además, los pesos fueron tomados y se les calculó el rendimiento. Estos datos se muestran a continuación:

Tabla 7. Rendimientos

Tipo queso	Rendimiento (%)
Queso control cabra	21,54a
Queso experimental cabra	22,36a
Queso control oveja	24,65a
Queso experimental oveja	25,45a

\*Letras distintas significan que los valores son significativamente diferentes para  $\alpha = 0,05$

Tabla 8. Análisis microbiológicos

No existen diferencias significativas en el rendimiento de ambos tipos de leches.

Diferentes microorganismos fueron analizados:

Tabla 9. Análisis microbiológicos

	Control cabra	Experimental cabra	Control oveja	Experimental oveja
LOG10 (Aerobios mesófilos (ufc/g))	8,39a	8,61a	8,49a	8,59a
LOG10 (Enterobacterias (col/g))	4,80a	4,06a	4,25a	4,21a
<i>E. Coli</i> en alimentos (ufc/g)	<10a	<10a	<10a	<10a
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	<10a	<10a	<10a	<10a
Mohos y levaduras (col/g)	2,43E+02a	<10b	2,37E+02a	2,41E+02a
Salmonella (presencia ausencia)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Listeria monocytogenes (presencia/ausencia 25g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

\*Letras distintas significan que los valores son significativamente diferentes para  $\alpha = 0,05$

Se observa que no existen diferencias significativas entre los quesos de cabra control y experimental, excepto en el caso de los mohos y levaduras de leche de cabra. Esto puede ser debido que el queso control tenía una menor cantidad de humedad, estaba más seco, lo que ha propiciado un mayor crecimiento de mohos y levaduras.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos se puede decir que el queso experimental de cabra tiene un pH, acidez e hidratos de carbono superior. En cuanto a las grasas, el sodio y la sal existen diferencias significativas presentando un mayor valor el queso control. El resto de los parámetros no presentan diferencias significativas. En el caso del queso de oveja no existen diferencias significativas en ninguno de los parámetros.

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos

	<b>Control cabra</b>	<b>Experimental cabra</b>	<b>Control oveja</b>	<b>Experimental oveja</b>
pH	6,10a	5,55b	5,21a	5,33a
Acidez (%)	0,75a	1,37b	1,29a	1,37a
L	85,00a	85,09a	82,99a	83,21a
a	-2,98a	-3,15a	-1,21a	-1,14a
b	14,18a	14,33a	12,81a	12,78a
Grasa (%)	42,27a	33,90b	30,10a	30,50 a
Energía(kcal/100g)	458,66a	398,89b	361,58a	370,34 a
Energía (kJ/100g)	1938,75a	1686,78b	1543,154a	1.580,54 a
Proteína (g/100g)	19,12a	20,02a	22,58a	23,62a
Humedad (%)	35,36a	38,47a	43,20a	45,54a
Cenizas (g/100g)	5,12a	4,19a	4,12a	4,21a
Hidratos de carbono (%)	1,25a	3,41b	0,36a	0,34a
Sodio	1,05a	0,33b	0,71a	0,65a
Sal	2,67a	0,83b	1,78a	1,63a

\*Letras distintas significan que los valores son significativamente diferentes para  $\alpha = 0,05$ )

Tras la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron los análisis sensoriales pertinentes. Se realizó en primer lugar una prueba triangular para valorar si los catadores (20 catadores) eran capaces de diferenciar entre las muestras experimentales y las control. Los resultados de los quesos de cabra se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 11. Resultados prueba triangular queso cabra

	<b>Triangular Aspecto</b>	<b>Triangular Sabor</b>
Aciertos	20	18
Magnitud de la Diferencia	3,95	3,33

Tabla 12. Resultados prueba preferencia queso cabra

	<b>Preferencia Aspecto</b>	<b>Preferencia Sabor</b>
Elegido exp.	15	8



De aquí se puede deducir que la muestras son diferentes significativamente ( $\alpha=0,05$ ) ya que en ambos atributos el número de catadores que han acertado es superior a 11. En cuanto a la preferencia en el aspecto sí que hay diferencias significativas ya que el número de personas que han elegido el queso experimental es mayor de 15. En cuanto al sabor se puede decir que no existen diferencias significativas ya que el número de personas que han elegido una u otra no es superior a 15.

Y finalmente, a los quesos se les realizó un análisis descriptivo. En él se observa que el control presenta un aspecto ligeramente peor, más anaranjado, menos uniforme, más amarillo, un olor ligeramente mejor, más ácido, amargor y textura similares al experimental.

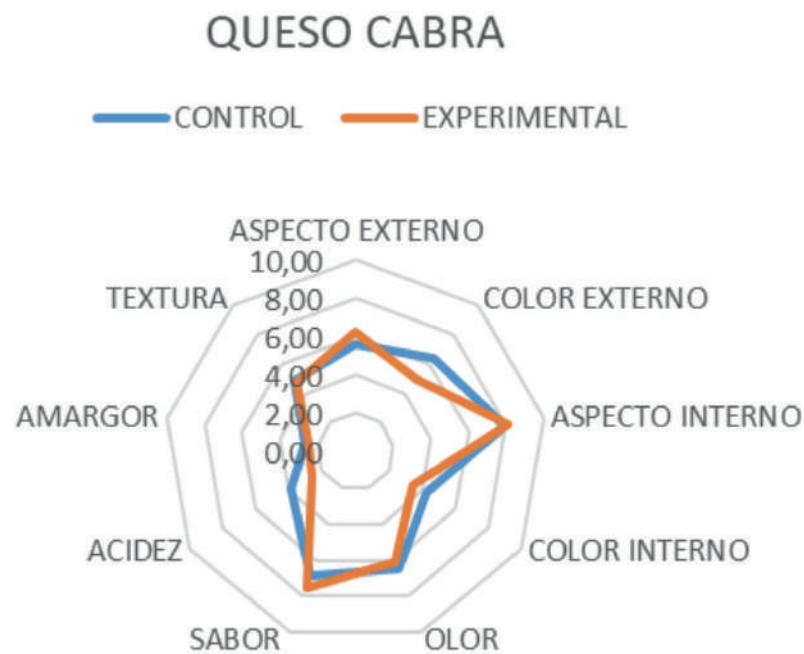


Figura 13. Prueba descriptiva queso cabra

También se han llevado a cabo estas pruebas para los quesos experimentales y control de oveja.

Tabla 13. Resultados prueba triangular queso oveja

	Triangular Aspecto	Triangular Sabor
Aciertos	15	9
Magnitud de la Diferencia	2,95	2,12

Tabla 14. Resultados prueba preferencia queso oveja

	Preferencia Aspecto	Preferencia Sabor
Elegido exp.	16	10

De aquí se puede deducir que la muestras son diferentes significativamente ( $\alpha=0,05$ ) en el aspecto ya el número de catadores que han acertado es superior a 11 pero no así en el sabor. En cuanto a la preferencia en el aspecto sí que hay diferencias significativas ya que el número de personas que han elegido el queso experimental es mayor que 15. En cuanto al sabor se puede decir que no existen diferencias significativas.

Y finalmente, a los quesos de oveja se les realizó un análisis descriptivo. En él se observa que el control presenta un aspecto ligeramente peor, más anaranjado, menos uniforme, de color interno parecido, un olor ligeramente mejor, más ácido, un poco menos amargo y textura similar al experimental.



Figura 14. Prueba descriptiva queso oveja

En conclusión, se puede decir que **se ha valorizado un subproducto** que en la actualidad el sector dedica a la alimentación animal directa y que es muy perecedero y contaminante si no se elimina rápidamente. Así se ha conseguido incluir en la alimentación animal no resultando un empeoramiento en la producción de leche y en rendimiento de la cabaña caprina y ovina.

Se han obtenido quesos en los que sí hay una diferencia en el aspecto pero no en el sabor, aunque luego no hay una preferencia en ambas especies significativa, por lo que sería una alternativa bastante interesante como **método de valorización del lactosuero en la zona.**



UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural:  
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Sostenible

Proyecto con ayuda cofinanciada por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 85,00 %, dentro del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Extremadura 2014-2022, en la medida 16 "Cooperación", submedida 16.1 "Ayuda para la creación y el funcionamiento de grupos operativos de la AEI en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas", siendo el resto cofinanciado por la Junta de Extremadura en un 11,28 % y por el Estado, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en un 3,72 %.