

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**



**EFFECTOS A CORTO PLAZO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE  
ENSILADO DE ORUJO DE UVA BLANCA EN LA DIETA DEL GANADO  
CAPRINO SOBRE LOS NIVELES DE GRASA Y COLESTEROL EN LA LECHE**

TRABAJO FIN DE GRADO

MARZO-2025

UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

Autora: Diana García Rodríguez

Tutor: Manuel Viuda Martos

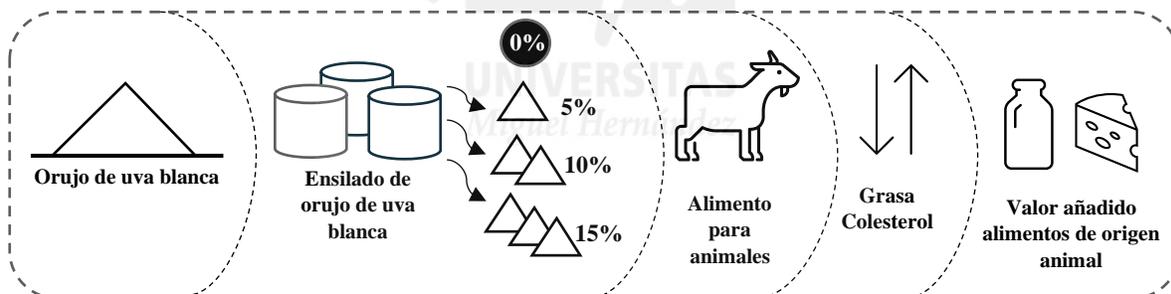
Co-tutora: Marina Gálvez López



## Efectos a corto plazo de diferentes concentraciones de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta del ganado caprino sobre los niveles de grasa y colesterol en la leche.

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar, a corto plazo, el efecto de la dieta suplementada con ensilado de orujo de uva blanca sobre los niveles de grasa y colesterol de la leche caprina. Para ello, se testaron 4 tratamientos que consistieron en incluir el ensilado de orujo de uva blanca en 0, 5, 10 y 15% de materia seca de la dieta cabras Murciano-Granadinas con lactación estabilizada y se determinó, quincenalmente, el porcentaje de grasa y la concentración de colesterol en la leche. El tratamiento con un 15% de inclusión resultó ser beneficioso para la conservación de la grasa láctea. Sin embargo, ninguno de los tratamientos aplicados mostró un efecto significativo en la producción de colesterol. Los efectos de los tratamientos no fueron considerables para causar diferencias relevantes sobre la grasa y el colesterol lácteo.



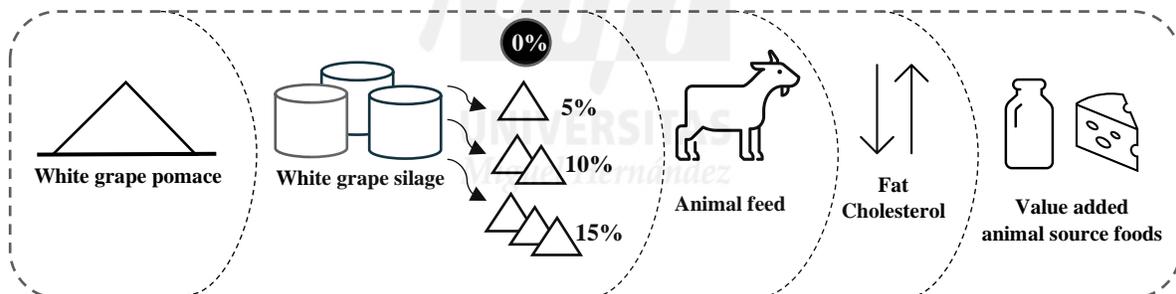
Resumen gráfico

**Palabras clave:** *Vitis vinifera* L.; subproducto agroindustrial; productos de valor añadido; cabra lechera; calidad de la leche

## Short-term effects of different concentrations of white grape pomace silage in the diet of goat livestock on fat and cholesterol levels in milk.

### Abstract

This study aims to analyze, in the short term, the effect of a diet supplemented with white grape pomace silage on the fat and cholesterol levels in goat milk. For this purpose, four treatments were tested, which consisted of including white grape pomace silage at 0, 5, 10, and 15% of the dry matter of the diet in lactating Murciano-Granadina goats with stabilized lactation. The fat percentage and cholesterol concentration in the milk were determined every two weeks. The treatment with 15% inclusion proved to be beneficial for the preservation of milk fat. However, none of the treatments showed a significant effect on cholesterol production. The effects of the treatments were not considerable to cause relevant differences on dairy fat and cholesterol.



Graphic summary

**Keyword:** *Vitis vinifera* L.; agro-industrial by-product; value-added products; dairy goat; milk quality.

## Agradecimientos

Deseo dedicar este apartado a todas las personas que, con su apoyo, han sido esenciales en mi camino académico. A aquellos que no solo se han preocupado por enseñarme, sino también por hacerme disfrutar del aprendizaje. En especial, a mi tutor, a quien agradezco profundamente por haber sido el primero en hacerme sentir que mi trabajo tenía valor. A mi cotutora, por permitirme aprender de su experiencia y conocimiento, siempre con generosidad. Y, por supuesto, a mi familia y a todos aquellos que, aunque no de forma biológica, considero parte de ella, por haber estado a mi lado incondicionalmente a lo largo de todo este proceso.

Más allá de este trabajo, cada uno de vosotros ha dejado algo en mí que me ha permitido crecer.



# Índice de contenidos

<b>Resumen</b> .....	3
<b>Abstract</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
1.1. Contextualización del sector caprino en España.....	10
1.2. La raza Murciano-Granadina .....	11
1.2.1. Características destacables de la raza Murciano-Granadina .....	12
1.2.2. Evolución de la lactación en la raza Murciano-Granadina .....	13
1.2.3. Importancia de la grasa y el colesterol en la leche de cabra Murciano-Granadina .....	13
1.2.4. Requerimientos alimenticios de la raza Murciano-Granadina.....	14
1.3. El residuo de la vinificación.....	16
1.3.1. Composición del orujo de uva .....	18
1.3.2. El valor añadido del orujo de uva .....	18
1.4. El ensilado como método de conservación del orujo de uva .....	20
1.5. Incorporación del ensilado de orujo de uva en alimentación animal .....	21
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	23
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1. Instalaciones.....	26
3.2. Subproducto de vino blanco.....	29
3.3. Diseño experimental .....	31
3.3.1. Fase preexperimental .....	32
3.3.2. Fase experimental .....	33
3.4. Variables analizadas.....	34
3.4.1. Grasa.....	34
3.4.2. Colesterol.....	35
3.5. Análisis estadístico.....	35
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
4.1. Concentración de grasa .....	37
4.2. Concentración de colesterol .....	42
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	49
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	51

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Censo Agrario, número de cabezas caprinas en las principales regiones españolas. ....	10
<b>Figura 2.</b> Ejemplares de la raza Murciano-Granadina. A: Macho; B: Hembra. Fuente: ACRIMUR. .....	13
<b>Figura 3.</b> Representación esquemática de la generación de subproductos sólidos de la producción de vino blanco.....	17
<b>Figura 4.</b> Mapa tecnológico de aprovechamiento de los residuos del proceso de vinificación. ....	19
<b>Figura 5.</b> Granja Experimental de Pequeños Rumiantes de la EPSO, Los Desamparados (Orihuela). .....	26
<b>Figura 6.</b> Pasillo central y disposición de los corrales en la granja de la EPSO.....	27
<b>Figura 7.</b> Corrales de hembras Murciano-Granadinas en la granja de la EPSO.....	28
<b>Figura 8.</b> Fabricación de las balas de ensillado de orujo de uva blanca. ....	30
<b>Figura 9.</b> Fase preexperimental del experimento.....	32
<b>Figura 10.</b> Distribución de los lotes del experimento en la nave. ....	33
<b>Figura 11.</b> Fase experimental del experimento.....	33
<b>Figura 12.</b> Equipo de espectroscopía infrarroja CombiFoss <sup>TM</sup> 7 DC de FOSS (Dinamarca). ....	34
<b>Figura 13.</b> Resultados del análisis de la variable grasa en M0 del experimento (Media $\pm$ EE).....	38
<b>Figura 14.</b> Efecto del tratamiento en la variable grasa en M1 del experimento (Media $\pm$ EE).....	39
<b>Figura 15.</b> Efecto del tratamiento en la variable grasa en M2 del experimento (Media $\pm$ EE).....	39
<b>Figura 16.</b> Efecto del tratamiento en la variable grasa en M3 del experimento (Media $\pm$ EE).....	40
<b>Figura 17.</b> Efecto del tratamiento en la variable grasa en M4 del experimento (Media $\pm$ EE).....	41
<b>Figura 18.</b> Evolución entre muestreos M0-M4 de la variable grasa. ....	42
<b>Figura 19.</b> Resultados del análisis de la variable colesterol en M0 del experimento (Media $\pm$ EE).43	43
<b>Figura 20.</b> Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M1 del experimento (Media $\pm$ EE)...43	43
<b>Figura 21.</b> Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M2 del experimento (Media $\pm$ EE)...44	44
<b>Figura 22.</b> Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M3 del experimento (Media $\pm$ EE)...45	45
<b>Figura 23.</b> Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M4 del experimento (Media $\pm$ EE)...45	45
<b>Figura 24.</b> Evolución entre muestreos M0-M4 de la variable colesterol. ....	46

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Datos censales por Comunidad Autónoma de la raza Murciano-Granadina. Fuente: MAPA, 2025. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Grasa y rendimiento quesero de leche de cabra según la raza (Adaptada de ARCA_MAPA). ....	14
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de entrada para los animales del experimento. ....	29
<b>Tabla 4.</b> Composición química del ensilado de orujo de uva blanca (100% orujo). ....	30
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de cada ingrediente en los diferentes tratamientos ofrecidos a las cabras del experimento.....	31



# 1. INTRODUCCIÓN

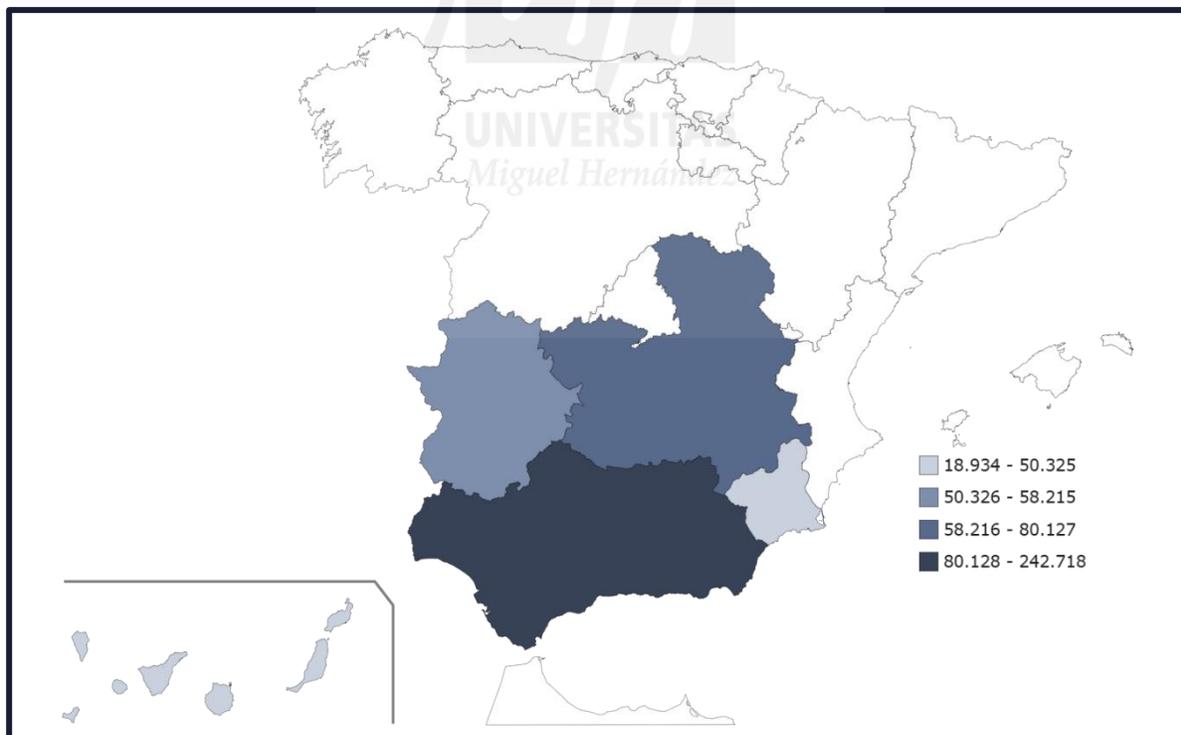
UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

## 1.1. Contextualización del sector caprino en España

En España, el sector caprino, es uno de los pilares de la ganadería nacional (MAPA, 2025).

A pesar de que estos rumiantes son reconocidos por su habilidad para adaptarse a distintos sistemas de producción y ambientes que resultarían desfavorables para otros (Kichamu *et al.*, 2024), el sector caprino se encuentra en un momento de desaceleración en el país (MAPA, 2025). Según las cifras oficiales de Encuestas Ganaderas, en 2023 se llegó a contar un total de 2.293.470 cabras en España, lo que representa una reducción del 6,9% respecto al año anterior (MAPA, 2024).

Como se muestra en la Figura 1, las principales regiones que agrupan la mayor parte de la población caprina del país son las comunidades autónomas de Andalucía (37%), Castilla-La Mancha (14%), Extremadura (10%), Murcia (9%) y Canarias (9%). En términos de explotaciones, España cuenta con 71.898 granjas caprinas registradas en 2023, lo que también representa una disminución del 3,3% con respecto al año anterior. (MAPA, 2025).



**Figura 1.** Censo Agrario, número de cabezas caprinas en las principales regiones españolas.  
Fuente: INE, 2025.

El retroceso de este sector está directamente relacionado con la variabilidad climática que afecta a la disponibilidad de pastos y agua (Koluman, 2023) y con la volatilidad de los precios de los insumos para la alimentación animal. Estos factores incrementan los costos de producción y reducen la viabilidad de muchas explotaciones (Lu, 2023).

Las cabras son reconocidas, a nivel mundial, por su relevancia en aspectos económicos, culturales y sociales, contribuyendo a la reducción de la pobreza y fortaleciendo el equilibrio social (Navarrete-Molina *et al.*, 2024). Sin embargo, el sector caprino se enfrenta a desafíos significativos, como lo demuestra la caída de la producción de leche de cabra en España en 2023, que experimentó una disminución del 2,9% respecto al año anterior. Esta alcanzó un total de 453 millones de litros de leche que supuso en torno a los 485 millones de euros (MAPA, 2025). La disminución de la producción resalta la necesidad urgente de mejorar las prácticas de gestión económica y social en este sector, para asegurar que continúe siendo una fuente de sustento vital para muchas familias en condiciones difíciles (Airs *et al.*, 2023).

Un gran porcentaje de las granjas de cabras del país se dedica a la producción láctea, especialmente en Andalucía, que alberga 3.028 granjas de este tipo. La Murciano-Granadina es la principal raza caprina lechera en España con un censo de 111.369 animales en el año 2023, de las cuáles, 107.414 son hembras (MAPA, 2025).

## 1.2. La raza Murciano-Granadina

En 1975, el gobierno español optó por seguir la recomendación internacional de combinar razas similares con el fin de incrementar el censo, lo que permitiría intensificar la selección y, a su vez, lograr un mayor progreso genético. Esto resultó en la fusión de dos anteriores razas autóctonas, dando lugar a la raza Murciano-Granadina (MAPA, 2025).

Como se muestra en la Tabla 1, esta raza ha experimentado un notable crecimiento en número e infraestructura, consolidándose como líder en el ámbito caprino español, con presencia en toda la geografía del país. Su reconocimiento internacional también ha sido favorecido, siendo considerada una de las razas más relevantes a nivel mundial con exportaciones a Marruecos, Argelia, Grecia y América del Sur (MAPA, 2025).

Se ha introducido en varios sistemas agrícolas, más allá de su región nativa (Mokhtari *et al.*, 2024), debido a su resiliencia en condiciones semiáridas y su capacidad para hacer frente a la disponibilidad fluctuante de alimentos (Khan *et al.*, 2024).

**Tabla 1.** Datos censales por Comunidad Autónoma de la raza Murciano-Granadina. Fuente: MAPA, 2025.

CCAA	Total reproductores		Total animales		Total	Ganaderías
	Hembras	Machos	Hembras	Machos		
Andalucía	33.739	1.172	29.868	1.379	31.247	72
Aragón	500	32	500	32	532	1
Cantabria	90	4	90	4	94	1
Castilla La Mancha	17.993	477	19.136	479	19.615	19
Castilla y León	10.262	328	11.406	369	11.775	14
Cataluña	2.002	38	2.164	42	2.206	8
Comunidad Valenciana	6.843	350	6.843	320	7.163	10
Extremadura	6.434	213	7.895	229	8.124	14
Islas Baleares	110	0	110	0	110	1
Madrid	5.486	169	5.486	169	5.655	2
Murcia	22.477	856	22.982	900	23.882	45
País Vasco	669	17	669	20	689	3
Principado de Asturias	265	12	265	12	277	1
Totales	106.870	3.668	107.414	3.955	111.369	191
Otros países	1.296	32	1.502	39	1.541	9

### 1.2.1. Características destacables de la raza Murciano-Granadina

Esta raza es famosa por sus características visuales distintivas. Se puede observar en la Figura 2 que las cabras de la raza Murciano-Granadina suelen tener una constitución mediana con tendencia al alargamiento y un pelaje negro o caoba. La altura y el peso medios de las hembras son de 70 cm y 50 kg, mientras que para los machos son de 77 cm y 65 kg, respectivamente (MAPA, 2025).

Además, esta raza presenta una sobresaliente capacidad de reproducción (Ramírez-González *et al.*, 2023). La Murciano-Granadina suele parir una vez al año, con un promedio de 1,9 cabritos por parto, aunque este número puede variar, llegando incluso a 5 o 6 cabritos en algunos casos (MAPA, 2025).

Es una raza de aptitud lechera, cuya producción láctea se caracteriza por altos niveles de grasa y proteína. Para mejorar la morfología, producción y composición de la leche de estas cabras, la Asociación Nacional de Criadores de Cabras Murciano-Granadinas (CAPRIGRAN) inició un programa de cría en 2012. Como resultado, estas ahora pueden

producir una media de 586 kg de leche durante los 286 días del ciclo de lactancia, con contenidos medios de grasa, proteína y lactosa de 5,1, 3,6 y 4,7 por ciento, respectivamente (MAPA, 2025).



**Figura 2.** Ejemplares de la raza Murciano-Granadina. A: Macho; B: Hembra. Fuente: ACRIMUR.

### 1.2.2. Evolución de la lactación en la raza Murciano-Granadina

La producción y la composición de la leche en las cabras experimentan variaciones a lo largo de todo el ciclo de lactancia. Inicialmente, se observa un aumento progresivo en la cantidad de leche, alcanzando su pico alrededor de las cuatro primeras semanas. A partir de ese momento, la cantidad de leche comienza a descender de manera gradual hasta llegar al final de la lactación, cuando la cabra entra en el periodo de secado. Respecto a la composición de la leche, las tendencias siguen un patrón opuesto al de la producción; por ejemplo, en el pico de producción, el contenido de grasa es relativamente bajo, mientras que hacia el final de la lactación, alcanza sus niveles más altos (Pedaúy, 1989).

### 1.2.3. Importancia de la grasa y el colesterol en la leche de cabra

#### Murciano-Granadina

Tal como se presenta en la Tabla 2, la leche de cabra Murciano-Granadina se caracteriza por una excelente aptitud tecnológica para producir diferentes variedades de queso. Teniendo en cuenta que la grasa de la leche influye directamente en la calidad y características del queso, es fundamental controlar su concentración en esta para garantizar un producto final óptimo (Moya *et al.*, 2023).

La grasa láctea varía cualitativa y cuantitativamente, principalmente, por el estado de lactación, la genética, el ordeño, así como, por la dieta que recibe el animal (Rabee *et al.*, 2025).

**Tabla 2.** Grasa y rendimiento quesero de leche de cabra según la raza (Adaptada de ARCA\_MAPA).

Raza	Contenido en grasa (g/100 g)	Rendimiento quesero
Murciano-Granadina	5,6-5,8	>22%
Malagueña	5	>22%
Payoya	4,2	-
Florida Sevillana	4,9	-
Majorera	4,77	-
Alpina	4	<22%

Se conoce que, en sistemas de alta producción, se emplea en las dietas de rumiantes altas concentraciones de carbohidratos fácilmente fermentables (sacarosa, pectinas, melaza, otros), que alteran la fermentación ruminal reduciendo la producción de ácidos acético y butírico y favoreciendo la producción de ácido propiónico; está documentado en la literatura científica, que esto conlleva a una menor concentración de grasa láctea (Wang *et al.*, 2024).

Esto no solo afecta al contenido de grasa, sino que también puede influir en los niveles de colesterol; puesto que se espera que ambos componentes de la leche respondan de manera similar a las condiciones de alimentación (Aranguren *et al.*, 2004).

El colesterol en los productos lácteos se encuentra principalmente en forma de colesterol libre y colesterol esterificado. El colesterol libre es la forma más susceptible a fenómenos de oxidación, lo que puede afectar a la calidad de los productos lácteos, en términos de sabor, olor y/o valor nutricional (Aranguren *et al.*, 2004).

#### 1.2.4. Requerimientos alimenticios de la raza Murciano-Granadina

Esta raza se produce principalmente en granjas gestionadas de manera intensiva para rentabilizar al máximo su potencial. Dentro de los costes que este tipo de ganaderías deben afrontar, la alimentación representa hasta el 65% de los gastos totales de la explotación. Es relevante mencionar además, que los costes de alimentación han aumentado en casi un 70% desde mediados de 2020, mientras que el precio de la leche apenas ha experimentado un incremento del 28% en ese mismo período (MAPA, 2025).

Esta discrepancia entre el aumento de los costes de producción y el estancamiento de los precios de la leche presenta un desafío considerable para la sostenibilidad económica de los productores. Asimismo, la alimentación es uno de los gastos más inestables debido a las variaciones en la disponibilidad de materias primas, lo que provoca importantes fluctuaciones en sus precios (Mokhtari *et al.*, 2024).

Esto obliga a realizar ajustes continuos en la formulación de la ración, considerando los alimentos disponibles y su costo en el mercado. En muchas ocasiones, estas variaciones en disponibilidad y precios fuerzan a los ganaderos a importar materias primas desde el extranjero (Mokhtari *et al.*, 2024), lo cual a su vez contribuye al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero debido al transporte de estos alimentos desde otros países (Benoit y Mottet, 2023).

La mejora de la eficiencia alimentaria es fundamental tenerla en cuenta, ya que responde a un doble reto medioambiental y económico (Marques y Teixeira, 2023).

La alimentación de estos animales consiste en una mezcla de forrajes y concentrado sin embargo en épocas de escasez o mala calidad de materias primas se ha alimentado a los animales con subproductos agroindustriales (Koura *et al.*, 2024).

Es necesario implementar estrategias dietéticas de bajo costo, basadas en recursos locales no convencionales, que satisfagan las necesidades nutricionales de los animales y contribuyan a la sostenibilidad (Perrin *et al.*, 2024).

La incorporación de subproductos agroindustriales representa una oportunidad clave para avanzar hacia un modelo de economía circular. Al aprovechar estos recursos, que de otro modo serían desechados, se contribuye a la gestión sostenible de los mismos, se mejora la eficiencia de los procesos industriales, se fomenta la sostenibilidad del sector agrícola y ganadero, y se reduce el impacto ambiental (Wagh *et al.*, 2024; Corredu *et al.*, 2023).

### 1.3. El residuo de la vinificación

Según los datos más recientes de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), la producción de vino a nivel mundial fue de aproximadamente 237 millones de hectolitros para el año 2023; de estos, casi 28 millones pertenecen a España. Esto posiciona al país como uno de los principales productores de vino a nivel mundial, después de Italia (38 millones hectolitros) y Francia (48 millones hectolitros) (OIV, 2025).

Considerando lo anterior, se puede inferir que, dado el gran volumen de producción se genere cantidades significativas de residuos asociados. Según Correddu *et al.* (2023), España produce alrededor de 1,6 millones de toneladas anuales de subproducto procedente de la industria agroalimentaria (la Unión Europea genera 16 millones de toneladas anuales); lo que supone grandes desafíos económicos y ecológicos (Matthews *et al.*, 2021).

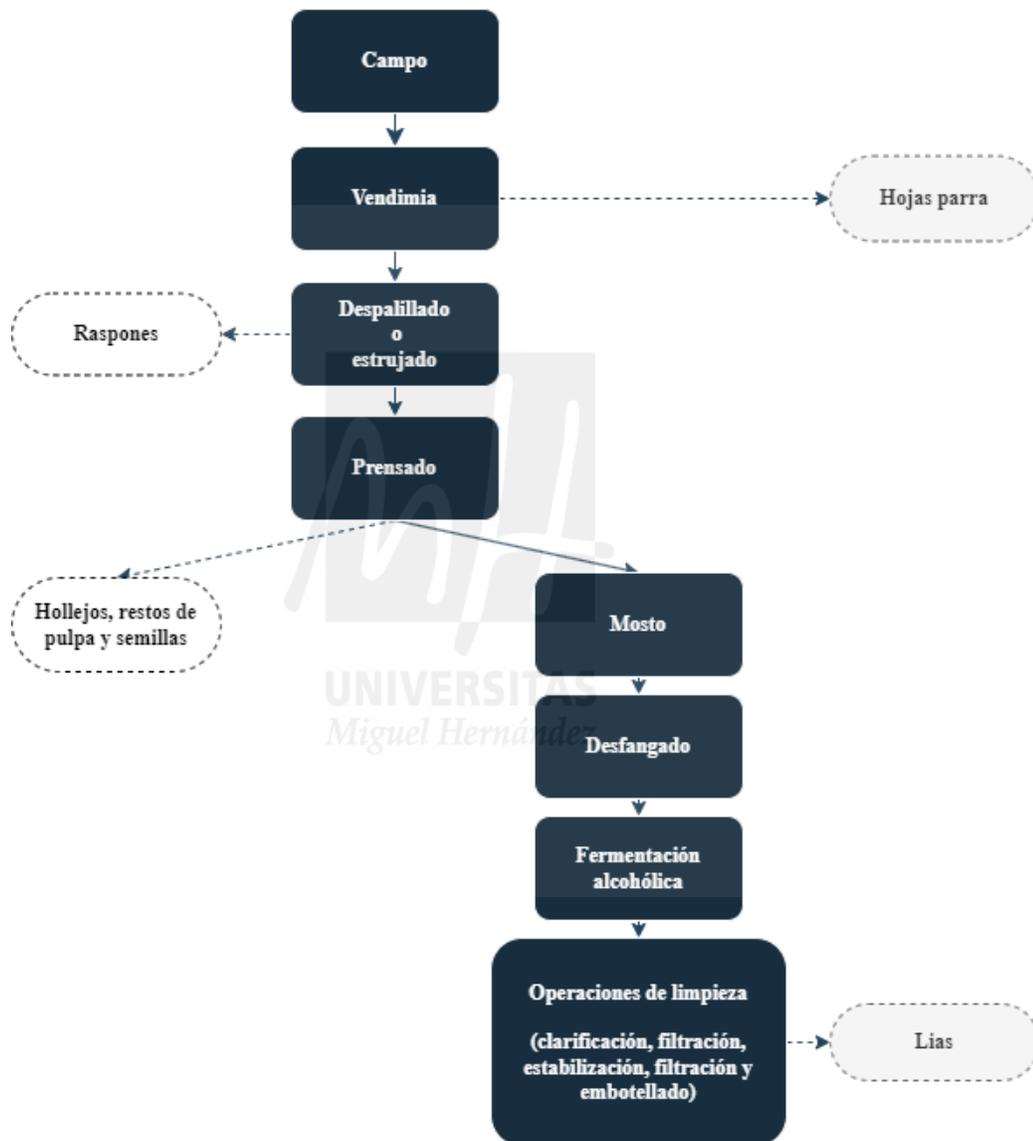
Como se puede ver en la Figura 3, el principal subproducto sólido de la vinificación es el orujo de uva. El orujo de uva se obtiene antes de la fermentación alcohólica (en el caso de las uvas blancas) y se compone de hollejos, semillas, restos de pulpa y raspones (Bordiga *et al.*, 2019).

Los raspones es el primer residuo que queda tras el despalillado de las uvas y representa una pequeña fracción (entre el 2,5 y el 7,5%) del peso total de las uvas. Durante el prensado, se obtiene la mezcla de hollejos, restos de pulpa y semillas que puede suponer entre una cuarta parte y la mitad del peso total de las uvas (25-45%). Al finalizar el proceso de fermentación, se forma una masa residual llamada lías, que se deposita en el fondo del recipiente (3,5-8,5% del total de residuos generados) (Latessa *et al.*, 2023).

Antiguamente, los residuos se gestionaban de distintas maneras. Un ejemplo de ello es que los viticultores los distribuían por los viñedos con el fin de enriquecer el suelo. Además, se solían enviar grandes cantidades a los vertederos, aunque encontrar terrenos disponibles para ello se volvía cada vez más complicado, y su mantenimiento se hacía más costoso (Bernardi *et al.*, 2025).

La manipulación o incineración del orujo de uva de manera que libere calor es una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo al calentamiento global (Nirmal *et al.*, 2023).

En el contexto actual, marcado por un fuerte enfoque internacional en la protección ambiental y las estrictas normativas en numerosos países (Muhlack *et al.*, 2018), el reciclaje y la reutilización del orujo de uva se presentan como prácticas esenciales para mitigar el impacto ambiental.



**Figura 3.** Representación esquemática de la generación de subproductos sólidos de la producción de vino blanco.

### 1.3.1. Composición del orujo de uva

Los hollejos de la uva, que comprenden el 28% de la materia seca en el orujo de uva blanca (Niculescu y Ionete, 2023), se caracterizan por su elevada concentración de fibra (entre un 17% y un 28%; fundamentalmente insoluble) y azúcares solubles (entre un 55% y un 78%). Los hollejos representan aproximadamente un 5% de proteínas estructurales, alrededor de un 15% de proantocianidinas insolubles, un 20% de sustancias pécticas ácidas (de las cuales el 63% se encuentran esterificadas con grupos metilo) y un 30% de polisacáridos (celulosa, galactano, xilano, arabinano, xiloglucano y manano) (Jin *et al.*, 2018; Beres *et al.*, 2017).

Las semillas de la uva están compuestas principalmente por aceite, el cual representa entre un 8% y un 20% de su peso. Este aceite es una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados (como los ácidos oleico y linoleico) (Jin *et al.*, 2018). Son ricas en fitoesteroles. El principal fitoesterol presente es el  $\beta$ -sitosterol (que representa aproximadamente entre el 62% y el 70%), seguido por el estigmasterol, el campesterol y el sitostanol (Caponio *et al.*, 2023). Además, contienen proteínas, carbohidratos no digeribles (como celulosa y pectina) y una significativa cantidad de compuestos fenólicos (como taninos) (Jin *et al.*, 2018).

Los raspones, predominantemente compuestos por proantocianidinas, están formados principalmente por tejidos lignificados (Kosińska-Cagnazzo *et al.*, 2020). Su estructura está determinada por la alta concentración de fibras, tales como celulosa (entre un 12 y un 36%), hemicelulosa (entre un 14 y un 26%) y lignina (entre un 23 y un 34%) (Maté *et al.*, 2024).

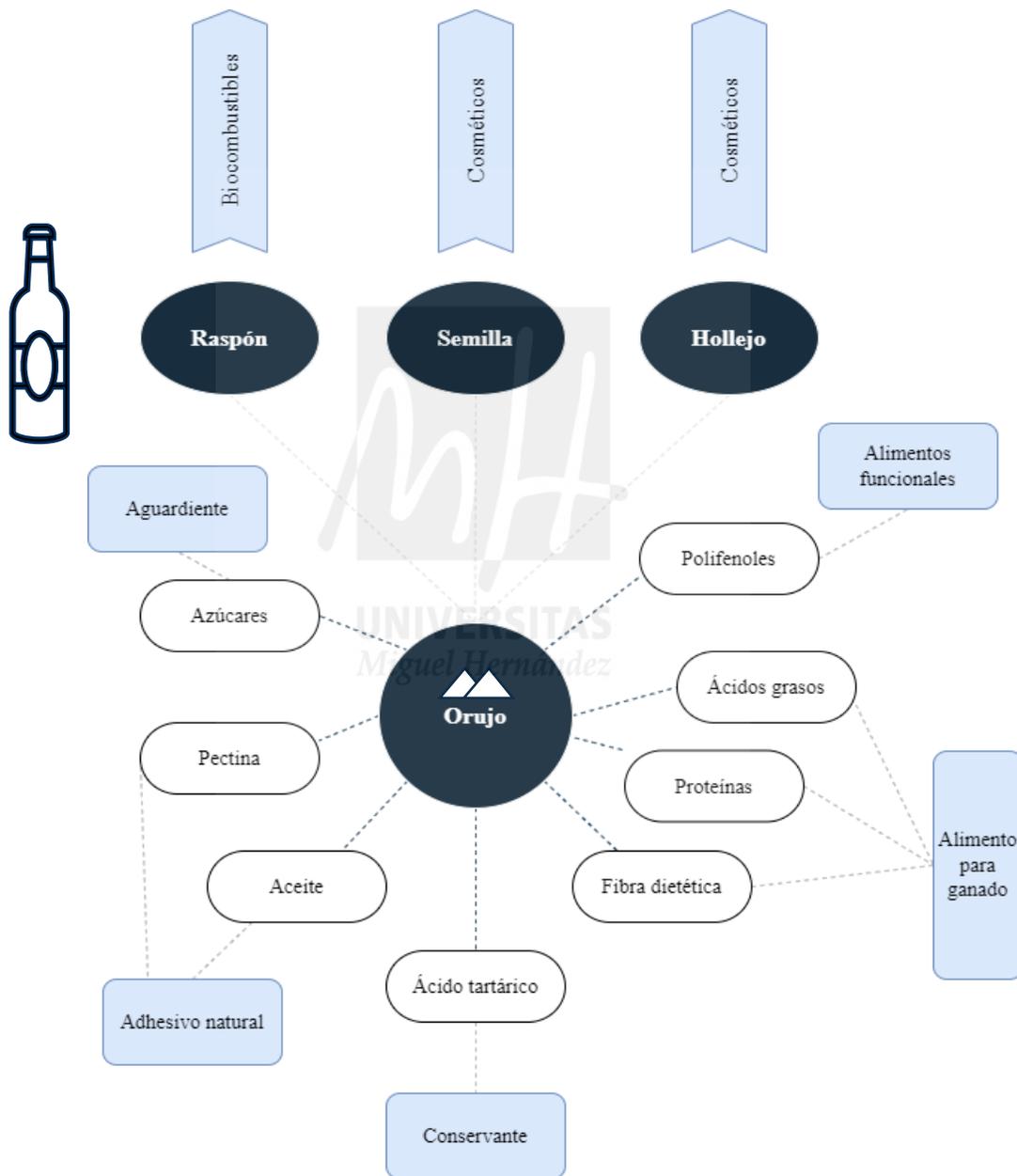
Con base en esta información, se respalda la afirmación de Perra *et al.* (2022) en su investigación; el orujo de uva es fuente importante de compuestos nutricionales y bioactivos claves en la salud.

### 1.3.2. El valor añadido del orujo de uva

Desde el punto de vista tecnológico, una de las estrategias clave para aumentar el valor del producto y reducir costos es generar productos adicionales de alto valor agregado. En este sentido, la valorización del orujo de uva se alinea perfectamente con los principios de la economía circular, que buscan minimizar el desperdicio y promover un uso más eficiente y sostenible de los recursos (Wagh *et al.*, 2024).

El orujo de uva ofrece un amplio rango de aplicaciones en diversas industrias como se puede apreciar en la Figura 4.

En primer lugar, se puede utilizar en la producción de bebidas alcohólicas, como el aguardiente, muy popular en los países mediterráneos, incluido el *Grappa* originario de Italia, gracias a su alto contenido de azúcares fermentables (Cisneros-Yupanqui *et al.*, 2023).



**Figura 4.** Mapa tecnológico de aprovechamiento de los residuos del proceso de vinificación.

De igual forma, debido a su rica composición en materia orgánica, el orujo de uva es una excelente fuente para la producción de biocombustibles (Wagh *et al.*, 2024) o biocarbón (Martínez-Gómez *et al.*, 2023).

Otro uso destacado del orujo de uva es su aplicación en la extracción de pectina (Samani *et al.*, 2025), fibra (Subiria-Cueto *et al.*, 2025) y compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes y antocianinas, que tienen un alto potencial en la formulación de alimentos funcionales y productos cosméticos (Lopes *et al.*, 2025).

Además, sus propiedades aglutinantes lo convierten en un material prometedor en la producción de biomateriales y adhesivos naturales (Teixeira *et al.*, 2024).

En el campo de la alimentación animal, el orujo de uva también tiene un gran potencial. Su inclusión en piensos no solo mejora la estabilidad oxidativa de los alimentos, sino que también favorece la salud intestinal de los animales al promover el crecimiento de bacterias beneficiosas y reduciendo la necesidad de aditivos sintéticos. Además de aportar nutrientes clave como fibra y proteínas, el orujo de uva ha demostrado mejorar la calidad de la carne animal gracias a sus compuestos bioactivos (Blasi *et al.*, 2024). Jalal *et al.* (2023), también confirmaron los efectos positivos de incluir este subproducto en la dieta de rumiantes, respaldados por los beneficios de los compuestos bioactivos que contiene.

#### 1.4. El ensilado como método de conservación del orujo de uva

El orujo de uva es especialmente deseable para ensilado debido a su alto contenido en azúcares fermentables y su porcentaje de humedad (Blasi *et al.*, 2024).

En el proceso de ensilaje, las bacterias del ácido láctico promueven la fermentación de la biomasa húmeda bajo condiciones anaeróbicas. Como consecuencia de la transformación de carbohidratos solubles en agua en ácidos orgánicos, el pH disminuye de forma rápida e inhibe el desarrollo de microorganismos no deseados como son los mohos y levaduras. De este modo, se previene un mayor deterioro de la biomasa y garantiza un almacenamiento prolongado en tales condiciones (Yang *et al.*, 2020).

El ensilado emerge como una técnica prometedora (Zhang *et al.*, 2025), ya que permite mantener la calidad microbiológica y nutricional del orujo de uva, convirtiéndolo en

un alimento adecuado para los rumiantes. Además, esta técnica contribuye a reducir la cantidad de orujo de uva disperso en los campos, ayudando así a gestionar mejor este subproducto (Schmithausen *et al.*, 2022).

## 1.5. Incorporación del ensilado de orujo de uva en alimentación animal

En cuanto al ámbito de la producción de leche de cabra, como se ha mencionado anteriormente en el apartado de la contextualización del sector caprino en España (1.1), este sector enfrenta retos económicos y debe incorporar principios y prácticas sostenibles que fortalezcan su capacidad de adaptación y mejoren su competitividad (Paraskevopoulou *et al.*, 2020). En este contexto, incorporar ensilado de orujo de uva en la dieta de los rumiantes podría ser una estrategia eficaz y, a su vez, representar una opción viable para gestionar los residuos provenientes de la industria vitivinícola (Perra *et al.*, 2022).

Adoptar esta estrategia puede llegar a modificar la composición de los alimentos de origen animal; mitigando sus propiedades menos beneficiosas como, por ejemplo, niveles más bajos de grasa en la leche (atribuidos a determinados ácidos grasos que inducen cambio en la biohidrogenación ruminal) (Toral *et al.*, 2018) o aumentando sus propiedades saludables como, por ejemplo, mejorando la composición nutricional de la grasa de la leche (por disminución de ácidos grasos saturados e incremento de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados) (Correddu *et al.*, 2023).

Atendiendo a estos cambios en el perfil de los ácidos grasos de la leche, la inclusión de ensilado de orujo de uva en la dieta de rumiantes podría contribuir a un problema identificado, en la dieta occidental humana, como es la deficiencia en ácidos grasos poliinsaturados n-3 y su precursor, el ácido  $\alpha$ -linolénico. Esta descompensación nutricional es un factor agravante en muchas enfermedades crónicas como, por ejemplo, la obesidad severa acompañada de estrés oxidativo (Rigaudière *et al.*, 2024).

En relación con los efectos sobre el colesterol, son escasos los estudios que han investigado el efecto de la inclusión de ensilado de orujo de uva. Dohadwala y Vita (2009) documentaron la asociación entre la ingesta de derivados de la uva y la disminución de lipoproteínas de baja densidad (-17%) y triglicéridos (-15%); además de un posible aumento

de lipoproteínas de alta densidad (+12%); y Jeon *et al.* (2007), observaron que una alimentación rica en proantocianidinas resultaba en una notoria disminución del colesterol intracelular y de los triglicéridos en ratas. No obstante, es necesario realizar más estudios que proporcionen mayor claridad sobre estos resultados y profundicen en su comprensión, con el fin de validar y confirmar las conclusiones alcanzadas.

A pesar de los pocos estudios disponibles, existe un panorama prometedor para la investigación futura debido al potencial de los compuestos presentes en el orujo de uva. Un ejemplo de ello son los fitoesteroles, que se encuentran en las semillas de uva, las cuales presentan una estructura similar a la del colesterol. Esta similitud les permite competir por los mismos sitios de absorción en el intestino (Caponio *et al.*, 2023). Como resultado, los fitoesteroles disminuyen la cantidad de colesterol absorbido de la dieta, favoreciendo su eliminación a través de las heces y reduciendo, de esta forma, los niveles de colesterol en sangre (Babu y Jayaraman, 2020).

Otro grupo de compuestos relevantes son las proantocianidinas, un tipo de tanino condensado, que se cree que desempeña un papel clave en la regulación de la lipogénesis, la síntesis de colesterol y la producción de lipoproteínas de muy baja densidad (Nie y Stürzenbaum, 2018).

## 2. OBJETIVOS

UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

El objetivo general del presente Trabajo Fin de Grado fue evaluar los efectos a corto plazo, en la dieta del ganado caprino, de la inclusión del subproducto de la vinificación del vino blanco ensilado a diferentes concentraciones (5, 10 y 15%) sobre los niveles de grasa y colesterol en la leche.

Para alcanzar este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos particulares:

- Determinar el contenido en grasa de la leche obtenida de cabras alimentadas con subproducto de la vinificación del vino blanco ensilado a diferentes concentraciones (5, 10 y 15%).
- Analizar el contenido en colesterol de la leche obtenida de cabras alimentadas con subproducto de la vinificación del vino blanco ensilado a diferentes concentraciones (5, 10 y 15%).



# 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Instalaciones

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO). Esta, se sitúa en Orihuela, provincia de Alicante y pertenece a la Universidad Miguel Hernández de Elche.

En el campus de la EPSO se encuentra la Granja Experimental de Pequeños Rumiantes, esta se puede observar en la Figura 5. La granja cuenta tanto con cabras de raza Murciano-Granadina, como con ovejas de raza Manchega. La granja dispone de dos corrales que discurren a lo largo de la nave, separados por un pasillo central, tal y como se observa en la Figura 6. Además cuenta con una sala de lactancia artificial, salas para reposición y machos, una sala de ordeño y una lechería.



**Figura 5.** Granja Experimental de Pequeños Rumiantes de la EPSO, Los Desamparados (Orihuela).  
Fuente: Visor de cartografía GVA.



**Figura 6.** Pasillo central y disposición de los corrales en la granja de la EPSO.

Como se puede ver en la Figura 7, los corrales de las hembras adultas y las salas de reposición y machos están provistos de cama de paja y cuentan con patios exteriores de ejercicio a los que los animales tienen acceso durante el día.

De forma habitual las cabras en esta granja disponen de  $1\text{m}^2$  de superficie útil individual en estabulación libre, 35 cm lineales de comedero corrido por animal y agua *ad libitum*.

Los animales son alimentados con una ración estándar para rumiantes formulada en base a los requerimientos energéticos de la fase de lactación en la que se encuentra el lote. Esta ración estándar consiste en un pienso pelletizado (NANTA, Torre-Pacheco, España) complementado con forraje a base de heno de alfalfa y paja de cereal.

La ración se ofrece en dos tomas diarias, siendo la primera toma a las 9:00h y la segunda a las 15:00h.



**Figura 7.** Corrales de hembras Murciano-Granadinas en la granja de la EPSO.

El ritmo reproductivo establecido en esta explotación es de 2 partos cada 3 años, agrupándose estas en varios lotes en función de su estado de lactación. Tras el parto, los cabritos se alojan en la sala de lactancia, donde reciben el calostro durante los dos primeros días de vida y, después, son alimentados con leche formulada reconstituida a través de un sistema de tetinas conectadas a máquinas nodrizas.

La sala de ordeño cuenta con una sala de espera, y una máquina de ordeño tipo Casse con dos plataformas de 12 plazas cada una. La instalación de ordeño consiste en una línea alta (LA) (GEA, Bönen, Alemania) constituida por 12 puntos de ordeño Top Flow (GEA, Bönen, Alemania) que permiten el ordeño simultáneo de 12 plazas (1x12x12). Las dos plataformas disponen de un amarre de salida rápida frontal.

En la lechería se encuentran dos tanques de refrigeración de leche con capacidades de 600 y 800 litros. El ordeño de los animales en lactación se realiza una vez al día a las 8:00h. La rutina de ordeño practicada diariamente es una rutina simple que incluye puesta de pezoneras, observación del ordeño, retirada automática de pezoneras (flujo umbral de 150

gramos por minuto y tiempo de demora de 15 segundos) y sellado de pezones post ordeño con solución yodada IodoFence™ (DeLaval, Madrid, España).

Los parámetros de entrada definidos al comienzo del experimento se muestran, a continuación en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Parámetros de entrada para los animales del experimento.

Parámetros	
Raza	cabra Murciano-Granadina
Peso corporal (kg)	35-40
Semanas en lactación	8
Número de lactancia	≥1
Producción de leche (kg)	2,5
Recuento Células Somáticas	< log10 <sup>6</sup> cel/mL

La granja cumple la normativa sobre protección de animales utilizados en experimentación y otros fines científicos (RD 53/2013). Además, se realiza un seguimiento periódico en colaboración con la Unidad de Análisis de Sanidad Animal de la Consejería de Agricultura de la Generalitat Valenciana del estado sanitario de los animales (Tuberculosis, Brucelosis, AEC y Lengua Azul). De igual forma, se hace un seguimiento de micoplasmas en leche de tanque. La granja cumple con los criterios de Ecocondicionalidad y Bienestar Animal establecidos por la Generalitat Valenciana.

### 3.2. Subproducto de vino blanco

El subproducto de la vinificación del vino blanco se presentó, ensilado, en las raciones de los animales. Para ello, se fabricaron microsilos comerciales en formato bala de orujo de uva blanca.

El orujo de uva blanca, procedente de bodegas con DOP Vinos de Alicante, consistía en una mezcla heterogénea de hollejos, restos de pulpa, semillas y raspones.

Dichas balas se elaboraron en una planta piloto en las instalaciones de la Granja caprina de la EPSO, de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). El método de fabricación seguido se encuentra recogido en la patente de Díaz *et al.* (2015).

Para ello, el orujo de uva blanca se homogeneizó en un carro mezclador FASTER MIX 1V (Compar, Sant Pere de Torelló, España). Posteriormente, como se puede observar en la Figura 8, se utilizó una empacadora rotativa MR 820 (AGRONIC OY, Haapavesi, Finlandia), consiguiendo balas de ensilado de 300 kg, que se usaron a lo largo de la fase experimental.



**Figura 8.** Fabricación de las balas de ensilado de orujo de uva blanca.

La Tabla 4, muestra la composición química del ensilado utilizado en el presente estudio.

**Tabla 4.** Composición química del ensilado de orujo de uva blanca (100% orujo).

Composición química ensilado	(g/ 100 g)
Materia seca	43,07
Almidón	3,30
Azúcares	0,40
Cenizas brutas	5,55
Fibra ácido detergente	48,25
Fibra bruta	33,35
Fibra neutro detergente	55,30
Lignina ácido detergente	34,37
Materia grasa	6,75
Nitrógeno no proteico	0,90
Proteína bruta	10,75

### 3.3. Diseño experimental

Se diseñó un experimento en el que testar la inclusión de subproducto de vino blanco ensilado en la dieta del ganado caprino en las siguientes proporciones: 5, 10 y 15% de materia seca de la dieta. Se pueden observar en la Tabla 5 cómo estaban compuestas las diferentes dietas diarias de los lotes.

**Tabla 5.** Porcentaje de cada ingrediente en los diferentes tratamientos ofrecidos a las cabras del experimento.

Ingredientes	Testigo (0%) ración materia seca (g/100g)	5% ración materia seca (g/100g)	10% ración materia seca (g/100g)	15% ración materia seca (g/100g)
Pienso compuesto formulado	61,2	60,3	64,20	58,3
Heno de alfalfa 16% proteína bruta media	36,8	33,7	24,00	22,0
Paja de cebada	2,0	-	-	-
Ensilado orujo blanco UMH	-	6,0	11,80	17,8
Torta de soja 44% proteína bruta	-	-	-	1,9

La ración del tratamiento testigo consistió en una dieta estándar para cabras en lactación compuesta por un concentrado (pienso compuesto formulado), heno de alfalfa al 16% de proteína bruta y paja de cebada. Las raciones de los tratamientos 5, 10 y 15% incluían pienso compuesto formulado, heno de alfalfa al 16% de proteína bruta, ensilado de orujo de uva blanca y, solo el tratamiento del 15%, torta de soja al 44% de proteína bruta.

Cabe destacar que todas las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas y se formularon para suplir los requerimientos nutricionales del animal en su etapa de lactación.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad Miguel Hernández. Además, los estudios incluidos en este trabajo forman parte del proyecto de investigación avalado por la Oficina de Investigación Responsable de la UMH (código autorización UMH.DTA.JDS.04.22).

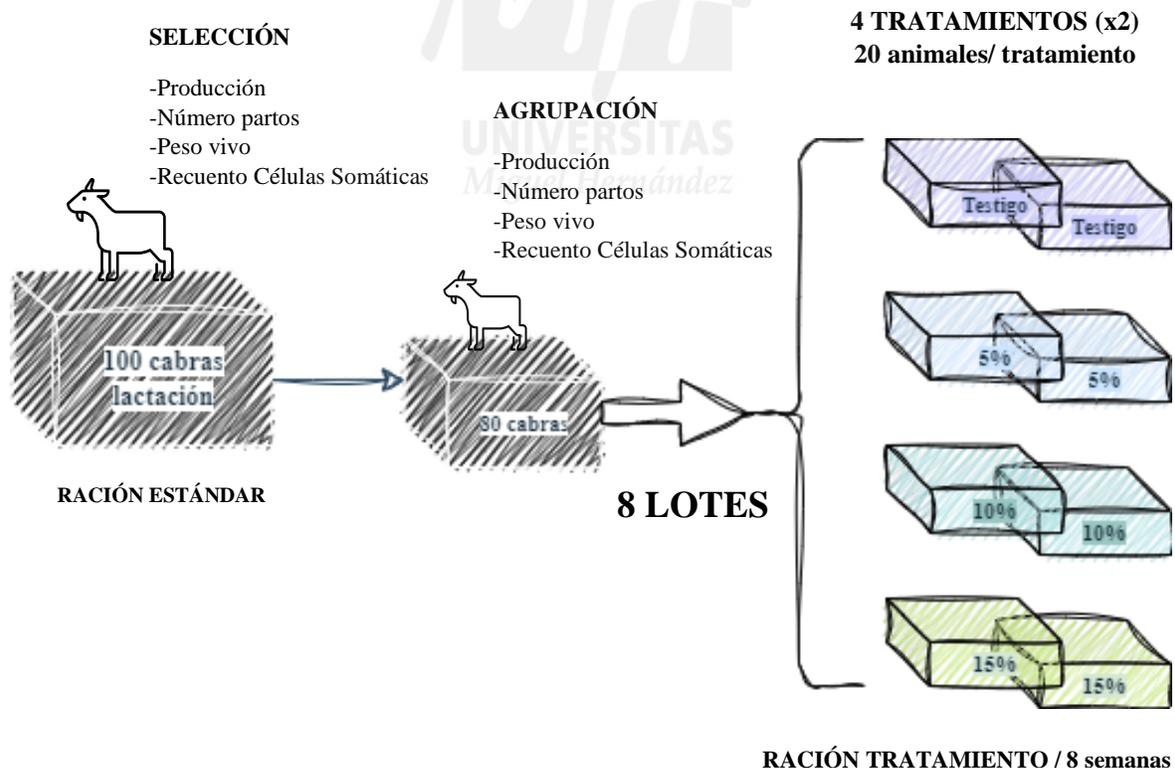
### 3.3.1. Fase preexperimental

La Figura 9 presenta la fase preexperimental del experimento. Ocho semanas después del parto, se realizó un control de seguimiento (producción de leche, macro-composición, recuento de células somáticas y peso vivo) en un lote de 100 animales que estaban alimentados con la dieta convencional.

De este lote inicial se seleccionaron 80 cabras que fueron divididas de forma homogénea, atendiendo a los criterios número de partos, peso vivo, producción de leche y recuento de células somáticas, en 8 grupos de 10 animales cada uno.

Cada uno de estos grupos de animales corresponde en la fase experimental a un tratamiento distinto (4 tratamientos x 2 lotes).

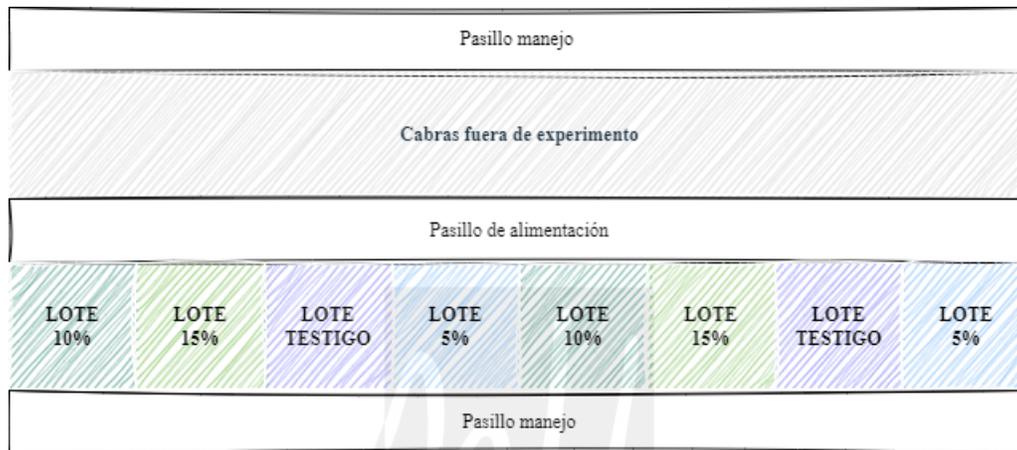
Los animales tuvieron un periodo de 1 semana de adaptación al lote. Durante esta semana, los lotes fueron ordeñados y alimentados sin distinción entre grupos, siendo esta semana destinada a la adaptación de los animales a su nuevo entorno, permitiendo el establecimiento de jerarquías.



**Figura 9.** Fase preexperimental del experimento.

Los corrales se ubicaron aleatoriamente a lo largo del lado izquierdo de la nave de acuerdo con lo representado en la Figura 10 con el propósito de minimizar el impacto del efecto ambiental sobre los resultados de la fase experimental.

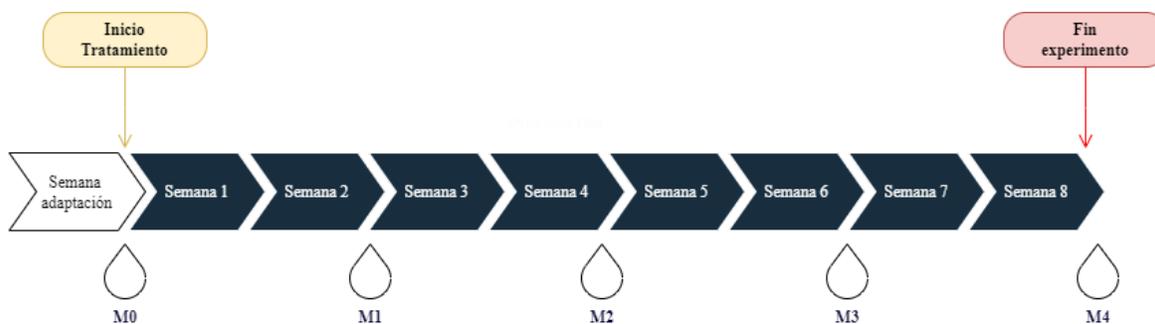
Tras este periodo de adaptación se llevó a cabo un muestreo (0) para registrar valores preexperimentales. Seguidamente comenzaron los tratamientos con una duración de 8 semanas.



**Figura 10.** Distribución de los lotes del experimento en la nave.

### 3.3.2. Fase experimental

Tras 2 semanas de adaptación al tratamiento comenzó la fase experimental (8 semanas) durante la que se determinó quincenalmente la concentración de grasa (g/100 g) y colesterol (mg/100 g) tal como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.** Fase experimental del experimento.

## 3.4. Variables analizadas

### 3.4.1. Grasa

Se recogió una muestra representativa del ordeño de cada lote (100 mL/lote) que fue enviada tras cada muestreo al Laboratorio Interprofesional Lechero de la Comunidad Valenciana (LICOVAL, Universidad Politécnica de Valencia) donde se les realizó un análisis para determinar el porcentaje de grasa bruta.

Esta determinación se realizó mediante el equipo de espectroscopía infrarroja CombiFossTM 7 DC de FOSS (Dinamarca), que se muestra en la Figura 12, calibrado para leche de cabra.

Las muestras se conservaron refrigeradas con la adición de 4 gotas de conservante ácido bacteriostático (AZIDIOL, Panreac Química SLU, Barcelona, España) hasta su análisis (24 h).



**Figura 12.** Equipo de espectroscopía infrarroja CombiFossTM 7 DC de FOSS (Dinamarca).

### 3.4.2. Colesterol

Tras someter las muestras de leche fresca a los procesos de saponificación y metilación, según el método descrito por Domínguez *et al.* (2016), se determinó la concentración de colesterol mediante cromatografía líquida de alta resolución.

Siguiendo el método empleado por Kolarič y Šimko (2020), el equipo empleado (HPLC 1260, Agilent Technologies) contó con una fase móvil compuesta por acetonitrilo/propanol 60:40 (v/v), una columna y una precolumna (Zorbax Eclipse Plus C<sub>18</sub> y Zorbax SB-C<sub>18</sub>, respectivamente).

El análisis se realizó a una velocidad de flujo de 0,5 mL/min y un volumen de inyección de 10 µL. Los resultados que registró el software mostraron un tiempo de retención para el colesterol de 5,6 minutos (tiempo total análisis 7 minutos).

Para la curva de calibrado, se preparó una solución madre. A partir de esta solución, se prepararon las soluciones estándar con concentraciones de 2, 6, 10, 25, 40, 50, 75, 100, 300 y 350 mg/L. Finalmente, se analizaron las muestras por cuadruplicado y se calcularon las áreas de pico promedio.

### 3.5. Análisis estadístico

Todos los datos fueron registrados en hojas Excel (Microsoft, EEUU) y posteriormente procesados estadísticamente aplicando un modelo lineal general (Proc. GLM, SAS V 9.4, 2022), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Y = \mu + Bi + Dk + (Bi \times Dk) + e$$

Donde  $Y$  es la variable dependiente,  $\mu$  es la media,  $Bi$  es el efecto fijo muestreo (5 niveles,  $i = 0, 1, 2, 3, 4$  y  $5$ ),  $Dk$  el efecto fijo tratamiento (4 niveles,  $k = 0, 5, 10, 15$ )  $Bi \times Dk$  es la interacción entre ambos efectos, y  $e$  es el error residual.

Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ .

# 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

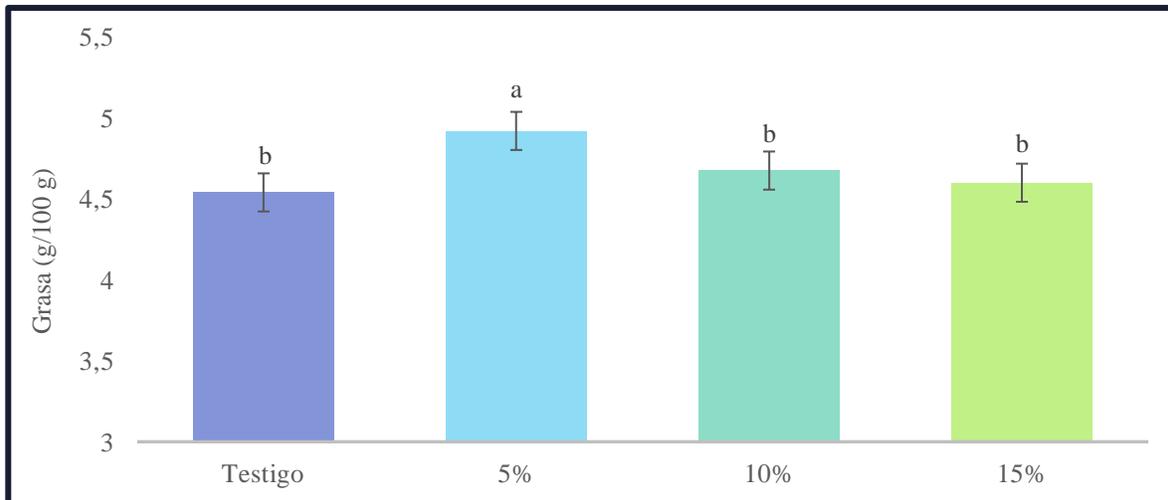
## 4.1. Concentración de grasa

La leche está formada principalmente por agua (902 g/L) con un bajo valor de extracto seco total (130 g sólidos totales/L). Conforme aumenta este valor del extracto seco total, mejor valorada está esta leche ya que se obtendrá de ella un mayor rendimiento tecnológico (kg de producto lácteo/kg de leche). La materia grasa es el segundo componente de la leche cuantitativamente representando alrededor de 39 g/L de media en la raza Murciano-Granadina. Esta se encuentra principalmente en forma de glóbulos de grasa y está constituida mayoritariamente por triglicéridos, que representan alrededor del 98%; también por fosfolípidos polares en una proporción del 1%, con concentraciones de 30-40 mg/100 mL, y un 0,5% de sustancias liposolubles como el colesterol, el cual se encuentra en concentraciones de aproximadamente 10 mg/100 mL (Wang *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2020).

La cantidad de materia grasa en rumiantes, como se ha hecho mención previamente en los apartados al describir la evolución de la lactación de la raza Murciano-Granadina (1.2.2) y la importancia del contenido en grasa y colesterol en la leche para esta misma especie (1.2.3); varía por diversos factores que influyen sobre ella, de los cuales se destaca la alimentación (Wang *et al.*, 2024).

En condiciones preexperimentales (M0), tal como se muestra en la Figura 13, la leche obtenida de las cabras alimentadas con 5% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca presentó una concentración de grasa significativamente mayor ( $p < 0,05$ ). El valor de grasa observado en este lote fue de 4,60 g/100 g. Además, se observó que el lote testigo iniciaría la fase experimental con la concentración de grasa en la leche más baja entre los lotes estudiados (4,54 g/100 g).

Estas diferencias entre lotes, previas al inicio de la fase experimental, fueron previsibles ya que el contenido en grasa de la leche de cabra está influenciado por una amplia variedad de factores, como por ejemplo, aspectos fisiológicos de los propios animales (Santos *et al.*, 2023).

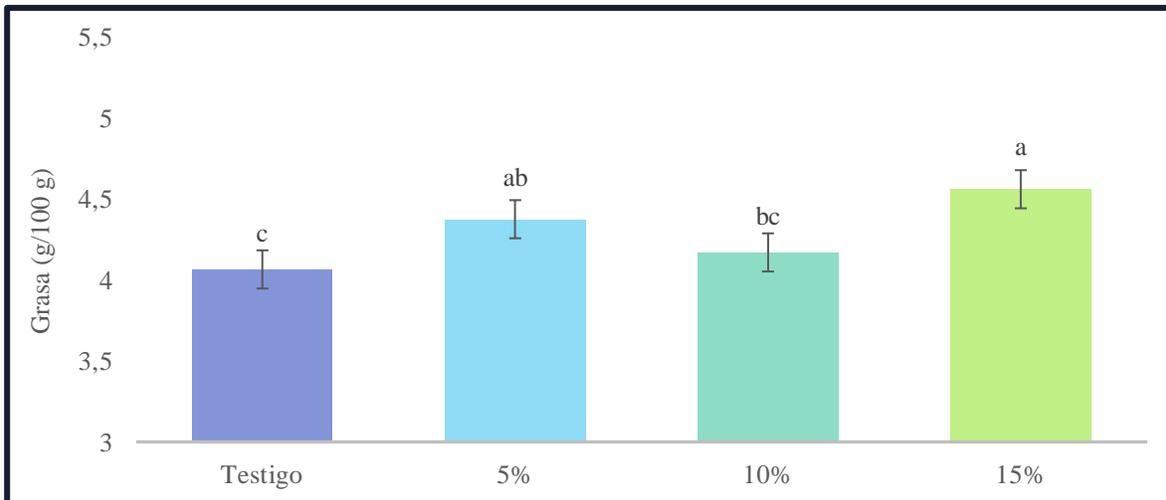


**Figura 13.** Resultados del análisis de la variable grasa en M0 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en el muestreo 1 (M1), tal como se muestra en la Figura 14, revelaron que las diferencias entre el tratamiento del 5% y el del 15% de ensilado de orujo de uva blanca, halladas en M0, ya no se apreciaban; por lo que ambos tratamientos resultaron en un contenido similar de grasa en la leche. La concentración de grasa en dichos tratamientos, para este momento, fue de 4,38 y 4,56 g/100 g, respectivamente.

Emergieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el tratamiento del 15% y el resto de los tratamientos (testigo y 10%). En condiciones experimentales, el tratamiento con el 15% obtuvo el valor de grasa más alto. Este mantuvo valores preexperimentales, mientras que el resto de tratamientos disminuyó la concentración de grasa de su leche respecto a la fase preexperimental.

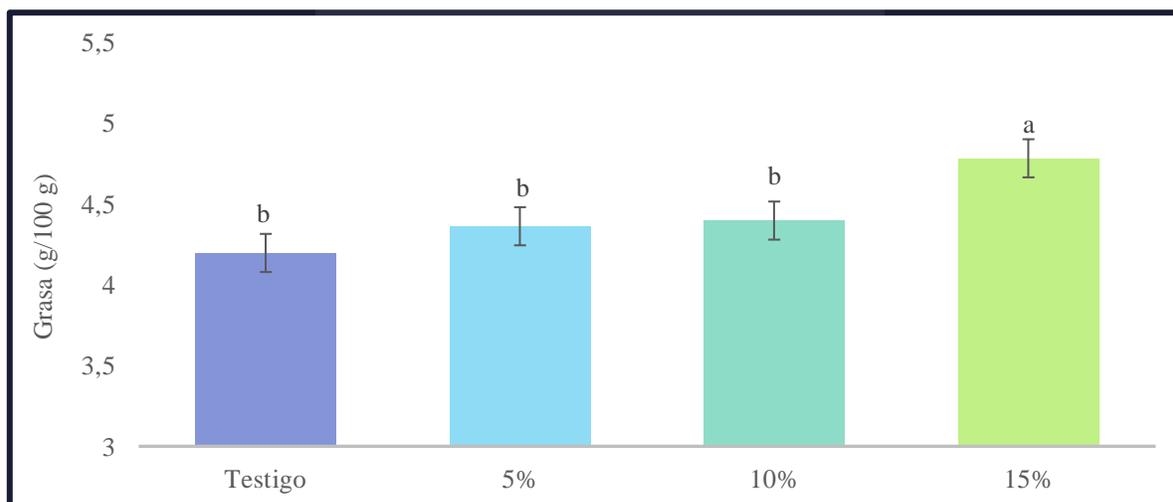
Por todo ello, se plantea la hipótesis de que el tratamiento con mayor inclusión de ensilado de orujo de uva blanca (15%) tiene un efecto más considerable en la grasa láctea.



**Figura 14.** Efecto del tratamiento en la variable grasa en M1 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

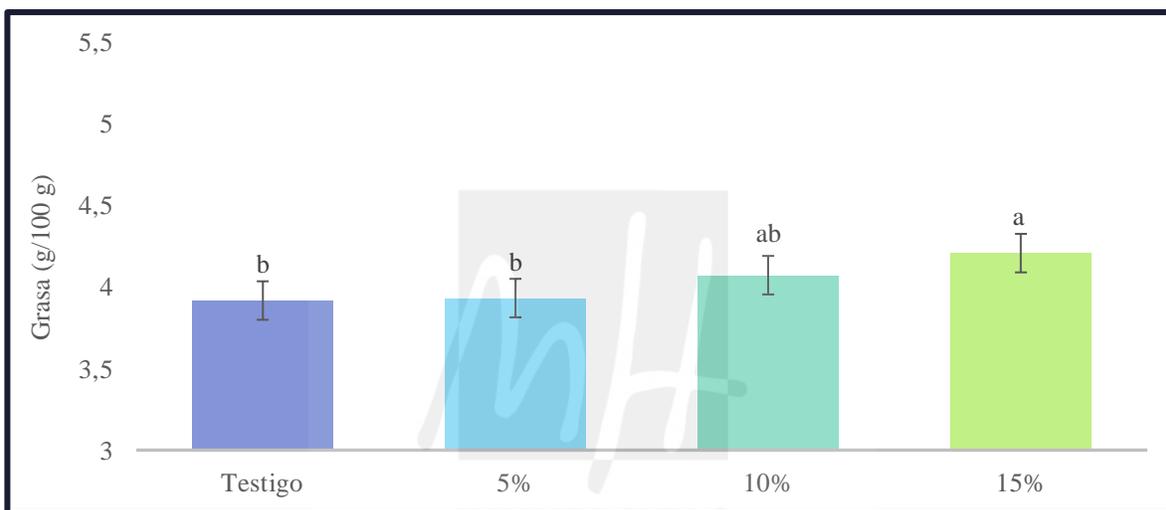
Según los resultados obtenidos en el muestro 2 (M2), se puede observar en la Figura 15, que se hallaron diferencias significativas en la concentración de grasa en la leche ( $p < 0,05$ ) entre el tratamiento del 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca y el resto de los tratamientos.

Estos resultados refuerzan la hipótesis planteada anteriormente. El tratamiento del 15% mostró un mayor efecto en la grasa láctea respecto al resto de tratamientos. El hecho de que no se encontrasen diferencias significativas entre los tratamientos testigo, 5% y 10% sugiere que estos tratamientos no afectaron de manera relevante a los niveles de grasa.



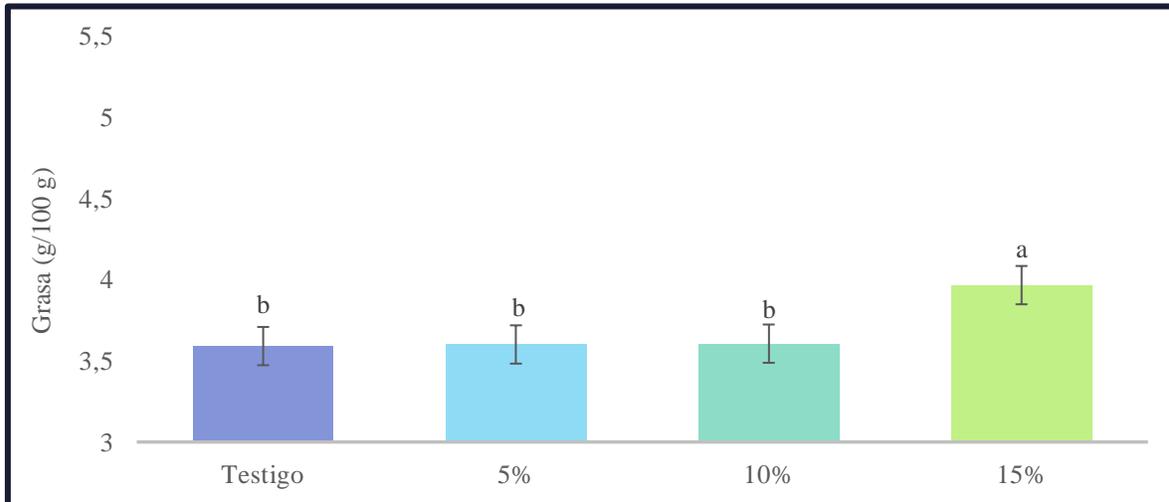
**Figura 15.** Efecto del tratamiento en la variable grasa en M2 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Como se muestra en la Figura 16, los resultados de las determinaciones realizadas en el muestreo 3 (M3), indicaron que el tratamiento con 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con los tratamientos testigo y 5%. Estos resultados continúan en la misma línea que lo planteado anteriormente. Sugieren que el tratamiento de mayor inclusión (15%) pueda tener un mayor efecto en la concentración de la materia grasa que el resto de tratamientos; sin embargo, al no hallar otras diferencias significativas entre tratamientos, se ha de considerar que los efectos son similares para este muestreo.



**Figura 16.** Efecto del tratamiento en la variable grasa en M3 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

En relación al último muestreo del experimento (M4), se puede observar en la Figura 17 diferencias significativas en los valores de grasa entre el tratamiento con 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca y el resto de los tratamientos. El tratamiento del 15 % obtuvo en M4 el valor más alto para la concentración de la grasa en la leche (3,9 g/100 g) respecto a los demás tratamientos que presentaron todos una concentración similar de 3,6 g/100 g. No obstante, todos los tratamientos mostraron su valor más bajo en este muestreo.



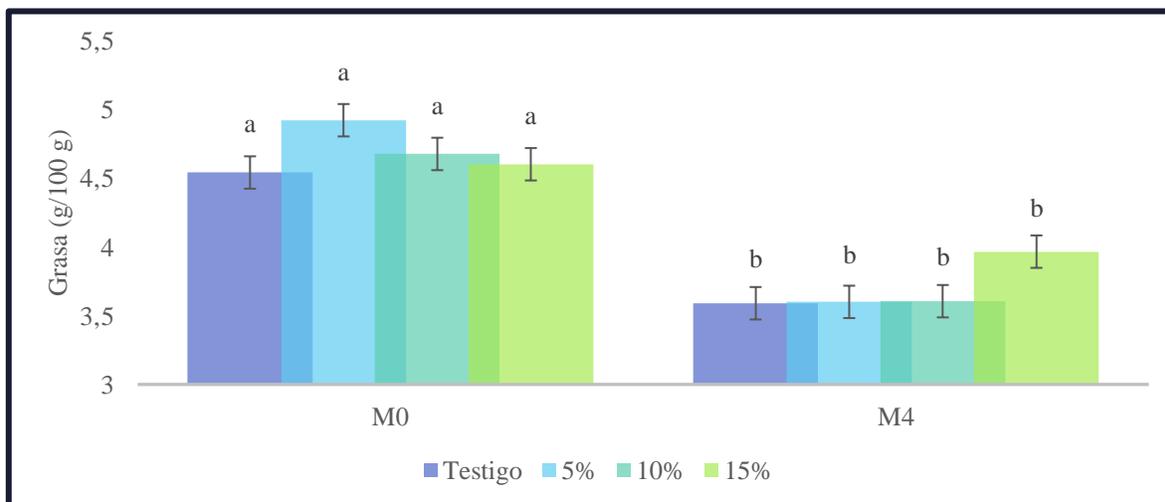
**Figura 17.** Efecto del tratamiento en la variable grasa en M4 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Considerando la evolución de la variable grasa de M0 a M4 en los diferentes tratamientos, en la Figura 18, se destaca que la concentración de grasa en todos los lotes experimentó, en términos generales, una disminución progresiva.

La disminución de la grasa de la leche en todos los tratamientos resultó ser estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Se observó que el lote testigo inició la fase experimental con 4,5 g/100 g de grasa y la finalizó con 3,6 g/100g, por lo que redujo casi un 21% la concentración de grasa en la leche. El lote con el 5% inició con 4,9 g/100 g y finalizó con 3,6 g/100 g, por lo que redujo casi un 27% la concentración de grasa en la leche. El lote con el 10% inició con 4,7 g/100 g y finalizó con 3,6 g/100 g, redujo casi un 23% la concentración de la grasa en la leche. Por último, el lote con el 15%, inició con 4,6 g/100 g y finalizó con 4 g/100 g, redujo casi un 14% la concentración de grasa en la leche. Este último resultado fue el más destacado entre todos los tratamientos.

La reducción que se fue observando con la evolución de los distintos muestreos, puede ser atribuible al estado de lactación de las cabras; cuyo efecto sobre el contenido de grasa en la leche de cabra se ha mencionado previamente en los apartados al describir la evolución de la lactación de la raza Murciano-Granadina (1.2.2) y la importancia del contenido en grasa y colesterol en la leche para esta misma especie (1.2.3).



**Figura 18.** Evolución entre muestreos M0-M4 de la variable grasa.

Para un mismo tratamiento (testigo, 5%, 10%, 15%) histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

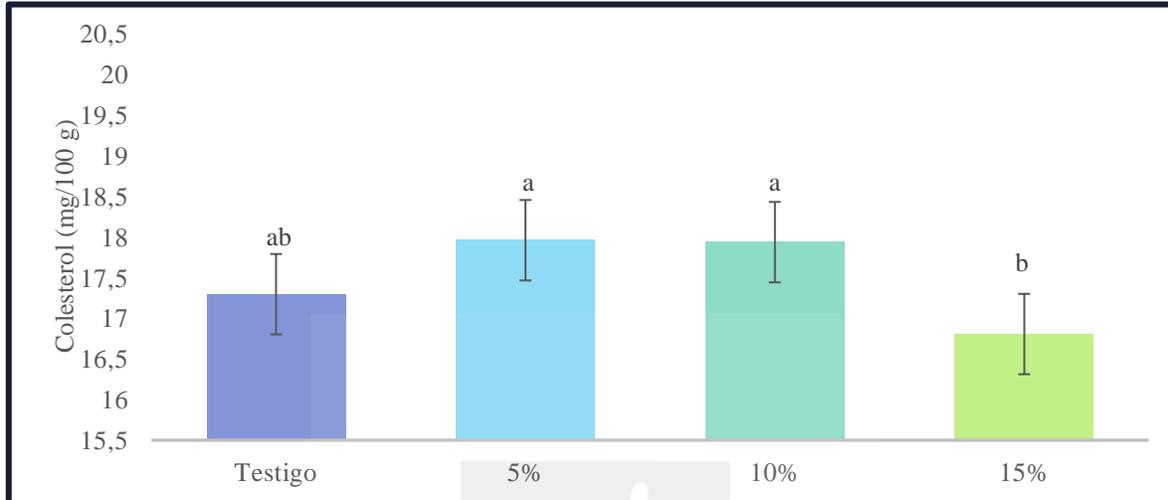
Estos resultados evidencian la validez de la hipótesis planteada. Atendiendo a la concentración de grasa obtenida para cada tratamiento, se destaca que el tratamiento con el 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca es el que obtuvo el mayor contenido en grasa; demostrando así, un efecto más suave en la disminución de la concentración de la grasa en la leche a lo largo del experimento.

## 4.2. Concentración de colesterol

Como se ha mencionado para la grasa (4.1), el grupo de sustancias liposolubles de la leche representan un 0,5% de la materia grasa total. El colesterol de la leche caprina se encuentra como colesterol libre, con una concentración media de 12,93 mg/100 mL y como colesterol esterificado, con una concentración media de 0,36 mg/ 100 mL, estando el 65,7% del libre y el 42% del esterificado asociado a los glóbulos de grasa (Nayik *et al.*, 2022). Esta relación entre el colesterol y los glóbulos de grasa sugiere que el comportamiento del primero puede llegar a estar influenciado por la grasa a la que se asocia.

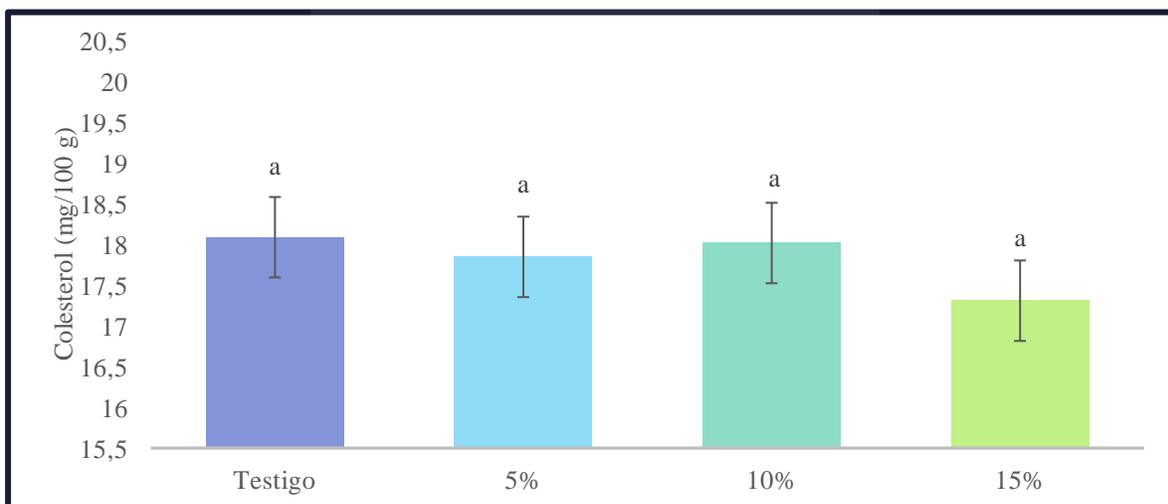
El análisis para el colesterol en M0, tal como se muestra en la Figura 19, reveló que el lote del 15% de ensilado de orujo de uva blanca presentó una concentración significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en comparación con los lotes 5% y 10%, aunque no respecto al testigo.

Del mismo modo que para la grasa, las diferencias entre los lotes antes de iniciar la fase experimental son esperadas ya que el perfil lipídico de la leche está sujeto, por ejemplo, a la influencia genética (Nussbaum *et al.*, 2024).



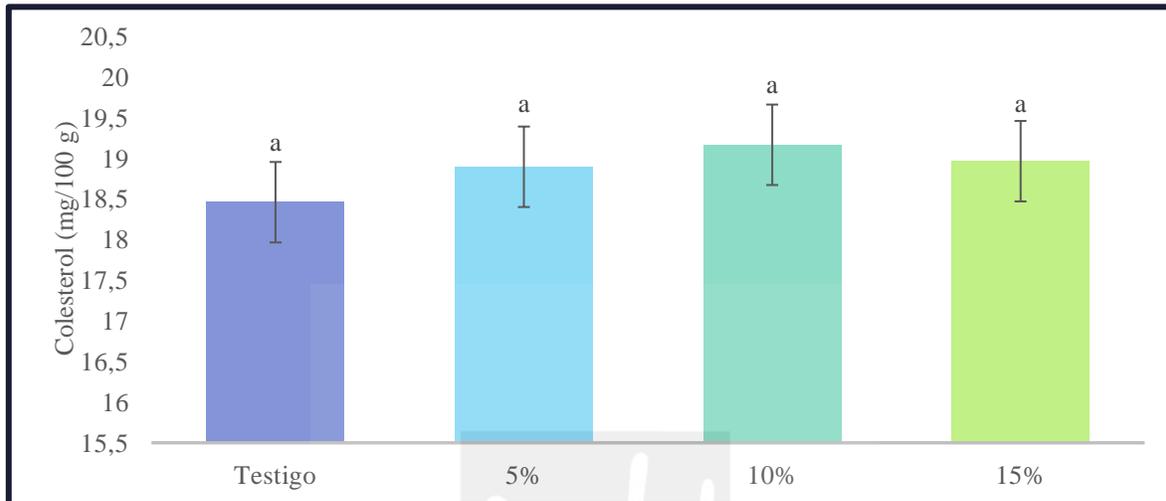
**Figura 19.** Resultados del análisis de la variable colesterol en M0 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

La Figura 20, muestra los resultados de la concentración de colesterol en M1 en los que no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ); por lo que no hubo evidencia suficiente para afirmar que existiera efecto de los tratamientos de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca sobre el contenido de colesterol en leche.



**Figura 20.** Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M1 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

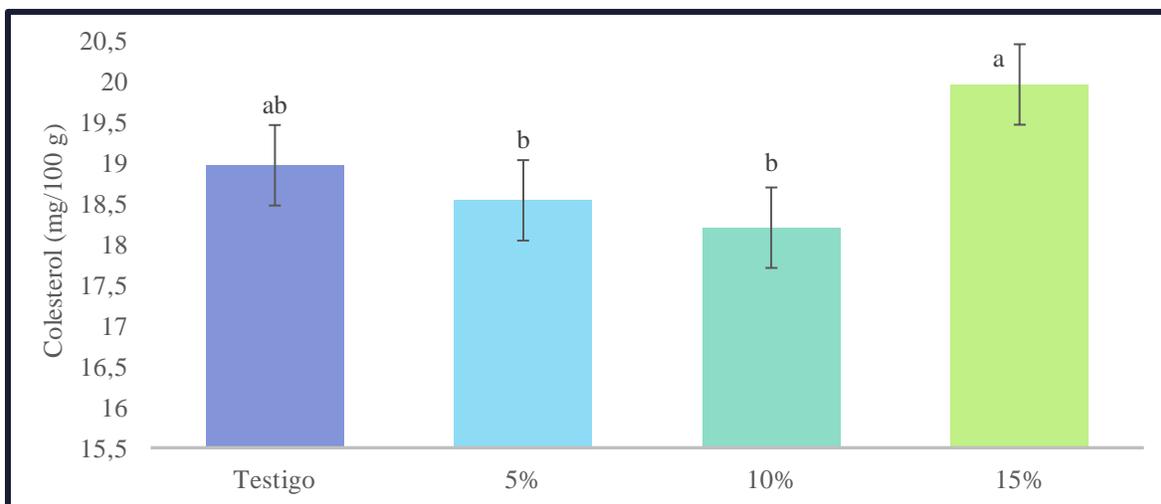
La Figura 21 muestra que, los valores de colesterol aumentaron para todos los tratamientos en M2 pero no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Los tratamientos de inclusión de ensilado no mostraron efectos relevantes sobre la concentración de colesterol en la leche.



**Figura 21.** Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M2 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

La Figura 22 muestra que en M3, fue el tratamiento del 15% el que presentó mayor concentración de colesterol (19,97 mg/100 g de leche); siendo esta diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) solo con los tratamientos con 5% y 10%. Se interpreta que, el tratamiento con un 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca, tiene mayor efecto en la producción de colesterol en la leche.

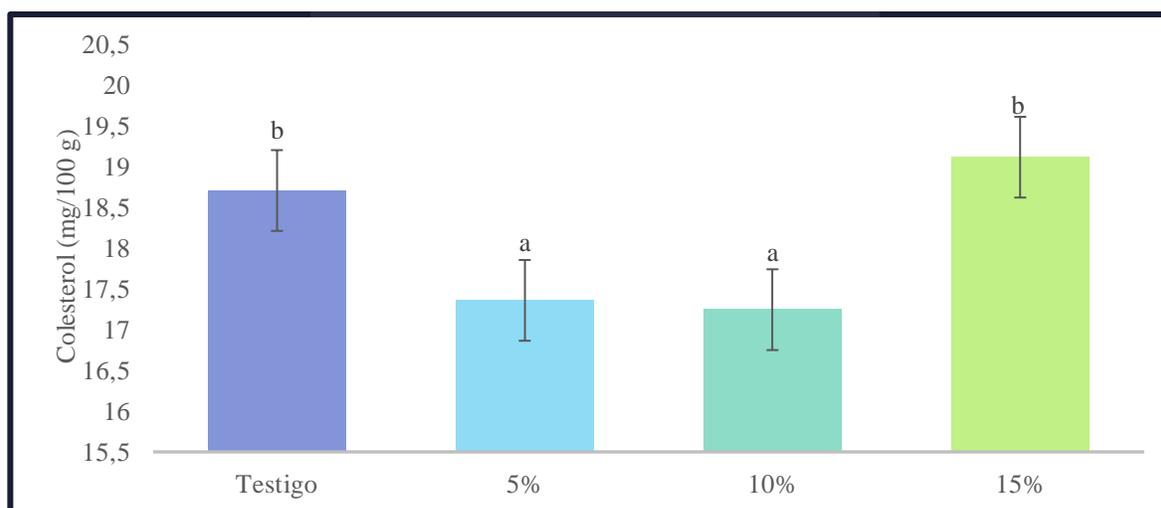
El hecho de que no se encontrasen diferencias significativas entre los lotes testigo, 5% y 10% indica que estos tratamientos no están afectando de manera relevante a los niveles de colesterol.



**Figura 22.** Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M3 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Para la concentración de colesterol en M4, en la Figura 23, se puede apreciar que no hubo diferencias significativas entre testigo y 15% ni entre 5% y 10% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca.

Respecto al tratamiento del 15%, al hallar diferencias estadísticamente significativas con los lotes 5% y 10%, pero no con el testigo, se asume que el efecto en la concentración de colesterol de la leche se debe al tratamiento. Las diferencias significativas halladas entre el lote testigo y los tratamientos con 5% y 10% apuntan a la existencia de otros factores, no dietéticos (Zheng *et al.*, 2024), que hubiesen podido incidir en los resultados.



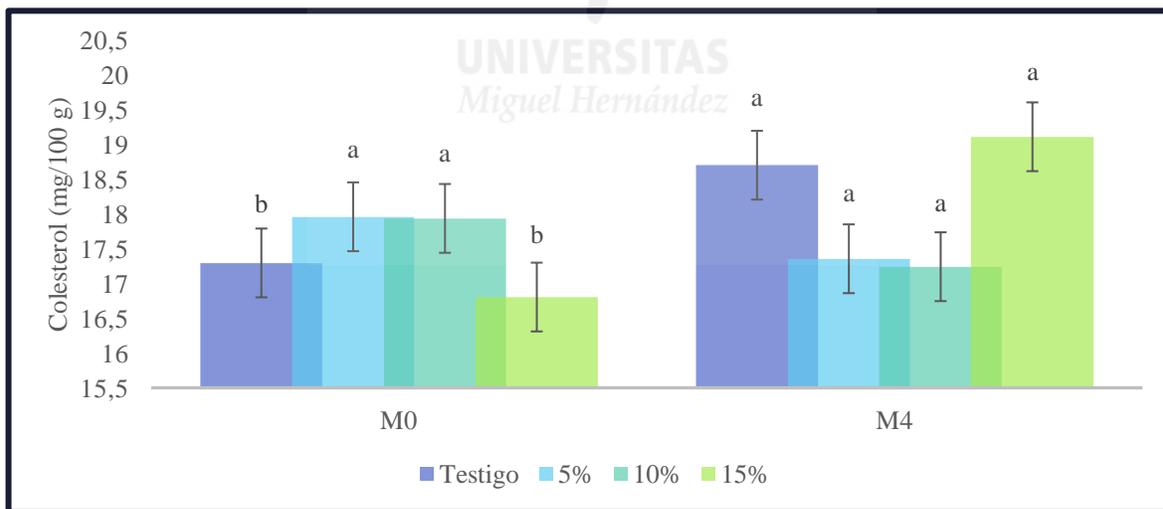
**Figura 23.** Efecto del tratamiento en la variable colesterol en M4 del experimento (Media  $\pm$ EE). Histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Considerando la evolución de la concentración de colesterol de M0 a M4 en los diferentes tratamientos, como se muestra en la Figura 24, el lote testigo inició la fase experimental con 17,3 mg/100 g de colesterol y la finalizó con 18,7 mg/100g, por lo que aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) un 8% la concentración de colesterol en la leche.

El lote con el 5% inició con 18 mg/100 g y finalizó con 17,4 mg/100 g, por lo que redujo casi un 3,5% la concentración de colesterol en la leche; y el lote con el 10% inició con 17,9 mg/100 g y finalizó con 17,2 mg/100 g, redujo casi un 4% la concentración de colesterol en la leche. Ambas reducciones en la concentración de colesterol no fueron estadísticamente significativas para estos lotes ( $p > 0,05$ ).

Por último, el lote con el 15%, inició con 16,8 mg/100 g y finalizó con 19,1 mg/100 g, aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) casi un 14% la concentración de colesterol en la leche.

No obstante, no hubo suficiente evidencia estadística para afirmar que los tratamientos, de forma general, tuviesen un efecto significativo sobre la concentración de colesterol en la leche.



**Figura 24.** Evolución entre muestreos M0-M4 de la variable colesterol.

Para un mismo tratamiento (testigo, 5%, 10%, 15%) histogramas con la misma letra indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

En base a los resultados obtenidos para la variable grasa, y teniendo en cuenta la literatura científica, estos concuerdan con lo esperado. Algunos autores han reportado también la reducción del contenido graso en la leche de rumiantes luego de la inclusión dietética de ensilado de orujo de uva (Badiiee Baghsiyah *et al.*, 2023; Moate *et al.*, 2020). Sin embargo, la mayoría de estudios que incluyen orujo de uva en las dietas de rumiantes no han reportado cambios significativos en el contenido de grasa de la leche (Bennato *et al.*, 2022; Chedea *et al.*, 2017; Ianni *et al.*, 2019; Manso *et al.*, 2016; Nudda *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2014).

Para que los resultados obtenidos puedan ser interpretados de manera más completa, hubiera sido interesante analizar y considerar, en cada muestreo, la producción de leche; ya que el volumen de esta producción está directamente relacionado con su contenido en extracto seco total de modo que cuando una cabra está produciendo mayor volumen de leche normalmente la fracción que aumenta en mayor proporción es la fracción acuosa, pero este aumento no siempre se refleja en una proporción equivalente de los sólidos (grasa, proteína, otros). Esto podría haber explicado, en parte, la disminución en el contenido de grasa observada con el transcurso de la lactación (efecto de dilución sobre los sólidos totales).

A pesar de que, el tratamiento del 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca tiene un efecto más considerable, no es de relevancia práctica ni fisiológica las diferencias observadas entre tratamientos a lo largo del experimento en el porcentaje graso ni en el contenido en colesterol en la leche.

Los resultados obtenidos para el contenido de colesterol en leche no se alinean con las expectativas previas, ya que existen múltiples factores, respaldados por la literatura científica, que justificarían una disminución tanto en el porcentaje de grasa como en la concentración de colesterol en los grupos de tratamiento (respecto al testigo).

Un ejemplo de esto es la fibra del orujo de uva, que tiene un efecto considerable en la actividad ruminal, la cual, a su vez, influye en la composición química de la leche a través de procesos bioquímicos mediados por la microbiota ruminal (Huhtanen *et al.*, 2006). Xue *et al.* (2020), informaron que la abundancia microbiana del rumen se correlacionaba negativamente con la eficiencia alimentaria y el porcentaje de grasa de la leche.

Según algunos estudios, la inclusión de orujo de uva en la dieta de rumiantes lecheros tiende a reducir los niveles de ácidos grasos saturados, mientras que incrementa los niveles de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados; lo que en teoría podría favorecer una reducción en los niveles de colesterol (Moate *et al.*, 2014). Sin embargo, otros estudios indican que la suplementación con orujo de uva no tiene un efecto significativo en los porcentajes totales de ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados (Manso *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2014). Este contraste sugiere que los efectos sobre el colesterol podrían verse modulados por factores adicionales que no fueron considerados.

Por otro lado, en el estudio de Ianni *et al.* (2019), se observó que un aumento en los compuestos fenólicos con mayor actividad antioxidante, en rumiantes suplementados con orujo de uva, se asoció con una reducción de los niveles de colesterol. Se ha demostrado que altas concentraciones de antioxidantes plasmáticos están asociadas con una menor oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (Teissedre *et al.*, 1996). Además, estudios previos han indicado una relación entre la ingesta de derivados de uva y la disminución de lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos, con un posible aumento de lipoproteínas de alta densidad (Dohadwala y Vita, 2009).

Aunque los estudios sobre los valores de grasa y colesterol en la leche de rumiantes suplementados con ensilado de orujo de uva blanca son limitados, investigaciones en otros animales, como en terneros frisonos, muestran que la suplementación con subproducto de vinificación redujo significativamente la expresión de genes relacionados con la biosíntesis de colesterol, respaldada por la disminución de los niveles de colesterol en sangre (Iannaccone *et al.*, 2018).

# 5. CONCLUSIONES

UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

El tratamiento con el 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca mostró un efecto considerable en la concentración de grasa, resultando beneficioso para la conservación del contenido en materia grasa de la leche. Sin embargo, este efecto no se extendió al colesterol. Aunque las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas, estas no son lo suficientemente relevantes en términos de la calidad nutricional de la leche.

Se concluye que, los porcentajes de inclusión (5%, 10% y 15%) de ensilado de orujo de uva blanca, no son considerables para causar diferencias negativas sobre los índices de calidad nutricional. Los efectos observados son atribuibles al estado de lactación; se plantea la necesidad de una revisión más exhaustiva de las variables involucradas así como de los mecanismos bioquímicos y fisiológicos que entran en juego.

A pesar de la escasez de estudios específicos del efecto del ensilado de orujo de uva blanca sobre los perfiles lipídicos de la leche, el potencial de los compuestos bioactivos presentes en este ofrece perspectivas positivas. Se requiere de más investigaciones para obtener mayor claridad sobre estos efectos en la grasa y el colesterol, especialmente en lo que respecta a los impactos a largo plazo.

Es importante señalar que, el reciclaje y la reutilización de subproductos como el orujo de uva se están posicionando como prácticas clave para mitigar el calentamiento global y cumplir con las normativas ambientales. La valorización de este subproducto no solo contribuye a los costes de producción y mitiga el impacto ambiental del sector, sino que también genera productos de alto valor agregado, alineándose con los principios de la economía circular.

En este contexto, la inclusión de orujo de uva en la dieta de rumiantes mediante técnicas como el ensilado emerge como una estrategia prometedora para la alimentación del sector caprino. Al adoptar estas prácticas sostenibles, se podría reducir el gasto en alimentación animal, mejorar la competitividad del sector y garantizar una mayor estabilidad en la producción láctea durante todo el año, contribuyendo a mitigar los efectos derivados de la estacionalidad de los forrajes.

# 6. BIBLIOGRAFÍA

UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*

- Airs, P. M., Ventura-Cordero, J., Gwiriri, L. C., Tinsley, J. H., Mvula, W., Lee, M. R., *et al.* (2023). Goat health and management for improved smallholders' livelihoods in central Malawi—a socioeconomic analysis of rural households. *Small Ruminant Research*, 229, 107114.
- Aranguren, A. O., Castiella, M., Larráyo, P., Ibáñez, F. C., y Hernández, P. T. (2004). Efecto de la disminución de la grasa de la leche de oveja sobre el contenido de colesterol en el queso. *Grasas y aceites*, 55(2), 122-128.
- Babu, S., & Jayaraman, S. (2020). An update on  $\beta$ -sitosterol: A potential herbal nutraceutical for diabetic management. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110702.
- Badiee Baghsiyah, M., Bashtani, M., Farhangfar, S. H., & Sarir, H. (2023). Effect of grape by-products inclusion on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk fatty acid composition in lactating Saanen goats. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 13(4), 731-742.
- Bennato, F., Ianni, A., Florio, M., Grotta, L., Pomilio, F., Saletti, M. A., & Martino, G. (2022). Nutritional properties of milk from dairy ewes fed with a diet containing grape pomace. *Foods*, 11(13), 1878.
- Benoit, M., & Mottet, A. (2023). Energy scarcity and rising cost: towards a paradigm shift for livestock. *Agricultural Systems*, 205, 103585.
- Beres, C., Costa, G. N., Cabezudo, I., da Silva-James, N. K., Teles, A. S., Cruz, A. P., *et al.* (2017). Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste management*, 68, 581-594.
- Bernardi, A., Marini, E., Tagliabue, F., Brunetti, G., Casucci, C., Rossa, Ü. B., *et al.* (2025). Organic matter evolution and microbial activity in a vineyard soil after four years of inter-row cover crop management. *Applied Soil Ecology*, 206, 105868.
- Blasi, F., Trovarelli, V., Mangiapelo, L., Ianni, F., & Cossignani, L. (2024). Grape pomace for feed enrichment to improve the quality of animal-based foods. *Foods*, 13(22), 3541.

- Bordiga, M., Travaglia, F., & Locatelli, M. (2019). Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 933-942.
- Caponio, G. R., Minervini, F., Tamma, G., Gambacorta, G., & De Angelis, M. (2023). Promising application of grape pomace and its agri-food valorization: source of bioactive molecules with beneficial effects. *Sustainability*, 15(11), 9075.
- Chedea, V. S., Pelmus, R. S., Lazar, C., Pistol, G. C., Calin, L. G., Toma, S. M., et al. (2017). Effects of a diet containing dried grape pomace on blood metabolites and milk composition of dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2516-2523.
- Cisneros-Yupanqui, M., Rizzi, C., Mihaylova, D., Deseva, I., & Lante, A. (2023). Monitoring of the use of spent grape pomace after industrial distillation as a potent antioxidant and enzymes inhibitor. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(11), 6092-6099.
- Correddu, F., Caratzu, M. F., Lunesu, M. F., Carta, S., Pulina, G., & Nudda, A. (2023). Grape, pomegranate, olive, and tomato by-products fed to dairy ruminants improve milk fatty acid profile without depressing milk production. *Foods*, 12(4), 865.
- Díaz, J. R., Fenoll, J., Fenoll, A., Romero, G., & Sendra, E. (2018). Procedimiento de fabricación de microsilos a partir de alcachofas (*Cynara scolymus* L.) para la alimentación animal. *US Patent ES2607220B1*, 10.
- Dohadwala, M. M., & Vita, J. A. (2009). Grapes and cardiovascular disease. *The Journal of nutrition*, 139(9), 1788S-1793S.
- Domínguez, R., Agregán, R., Gonçalves, A., & Lorenzo, J. M. (2016). Effect of fat replacement by olive oil on the physico-chemical properties, fatty acids, cholesterol and tocopherol content of pâté. *Grasas y Aceites*, 67(2), e133.
- Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Weisbjerg, M. R., & Nørgaard, P. (2006). Digestion and passage of fibre in ruminants. In *Ruminant physiology* (pp. 87-135). Wageningen Academic.
- Iannaccone, M., Elgendy, R., Giantin, M., Martino, C., Giansante, D., Ianni, A., et al. (2018). RNA sequencing-based whole-transcriptome analysis of friesian cattle fed with grape pomace-supplemented diet. *Animals*, 8(11), 188.

- Ianni, A., Di Maio, G., Pittia, P., Grotta, L., Perpetuini, G., Tofalo, R., *et al.* (2019). Chemical–nutritional quality and oxidative stability of milk and dairy products obtained from Friesian cows fed with a dietary supplementation of dried grape pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(7), 3635-3643.
- Jalal, H., Giammarco, M., Lanzoni, L., Akram, M. Z., Mammi, L. M., Vignola, G., *et al.* (2023). Potential of fruits and vegetable by-products as an alternative feed source for sustainable ruminant nutrition and production: a review. *Agriculture*, 13(2), 286.
- Jeon, S., Kim, H. K., Kim, H., Do, G., Jeong, T., Park, Y. B., & Choi, M. (2006). Hypocholesterolemic and antioxidative effects of naringenin and its two metabolites in high-cholesterol fed rats. *Translational Research*, 149(1), 15-21.
- Jin, Q., Neilson, A. P., Stewart, A. C., O’Keefe, S. F., Kim, Y. T., McGuire, M., *et al.* (2018). Integrated approach for the valorization of red grape pomace: Production of oil, polyphenols, and acetone–butanol–ethanol. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(12), 16279-16286.
- Khan, M. I., Bertram, H., Schmitt, A. O., Ramzan, F., & Gültas, M. (2024). Computational identification of milk trait regulation through transcription factor cooperation in Murciano-Granadina goats. *Biology*, 13(11), 929.
- Kichamu, N., Astuti, P. K., Wanjala, G., Strausz, P., Bagi, Z., & Kusza, S. (2024). A review on indigenous goats of east Africa: A case for conservation and management. *Biology*, 13(6), 419.
- Kolarič, L., & Šimko, P. (2020). Determination of cholesterol content in butter by HPLC: Up-to-date optimization, and in-house validation using reference materials. *Foods*, 9(10), 1378.
- Koluman, N. (2023). Goats and their role in climate change. *Small Ruminant Research*, 228, 107094.
- Kosińska-Cagnazzo, A., Heeger, A., Udrișard, I., Mathieu, M., Bach, B., & Andlauer, W. (2020). Phenolic compounds of grape stems and their capacity to precipitate proteins from model wine. *Journal of food science and technology*, 57, 435-443.

- Koura, B. I., Yassegoungbe, F. P., & Dossa, L. H. (2024). Production systems and strategies of peri-urban goat and sheep farmers for dry season feeding: a case study from Benin (West-Africa). *Cogent Food & Agriculture*, *10*(1), 2356934.
- Latessa, S. H., Hanley, L., & Tao, W. (2023). Characteristics and practical treatment technologies of winery wastewater: A review for wastewater management at small wineries. *Journal of environmental management*, *342*, 118343.
- Lopes, J. D. C., Madureira, J., Margaça, F. M., & Cabo Verde, S. (2025). Grape pomace: A review of its bioactive phenolic compounds, health benefits, and applications. *Molecules*, *30*(2), 362.
- Lu, C. D. (2023). The role of goats in the world: Society, science, and sustainability. *Small Ruminant Research*, *227*, 107056.
- Manso, T., Gallardo, B., Salvá, A., Guerra-Rivas, C., Mantecón, A. R., Lavín, P., & De la Fuente, M. A. (2016). Influence of dietary grape pomace combined with linseed oil on fatty acid profile and milk composition. *Journal of Dairy Science*, *99*(2), 1111-1120.
- MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024). *Caracterización del sector ovino y caprino de leche en España (datos de 2023)* [PDF]. Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. <https://acortar.link/A3rU34> (fecha de acceso: 26/02/2025).
- MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2025). <https://www.mapa.gob.es/es/> (fecha de acceso: 26/02/2025).
- Marques, A., & Teixeira, C. A. (2023). Vine and wine sustainability in a cooperative ecosystem— a review. *Agronomy*, *13*(10), 2644.
- Martínez-Gómez, Á., Andrés, M. F., Barón-Sola, Á., Díaz-Manzano, F. E., Yousef, I., Mena, I. F., *et al.* (2023). Biochar from grape pomace, a waste of vitivinicultural origin, is effective for root-knot nematode control. *Biochar*, *5*(1), 30.
- Maté, I., Vargas, M., Atarés, L., & Chiralt, A. (2024). Fractionation of winemaking grape stalks by subcritical water extraction to obtain added-value products. *Foods*, *13*(22), 3566.

- Matthews, C., Moran, F., & Jaiswal, A. K. (2021). A review on European Union's strategy for plastics in a circular economy and its impact on food safety. *Journal of cleaner production*, 283, 125263.
- Moate, P. J., Jacobs, J. L., Hixson, J. L., Deighton, M. H., Hannah, M. C., Morris, G. L., *et al.* (2020). Effects of feeding either red or white grape marc on milk production and methane emissions from early-lactation dairy cows. *Animals*, 10(6), 976.
- Moate, P. J., Williams, S. R. O., Torok, V. A., Hannah, M. C., Ribaux, B. E., Tavendale, M. H., *et al.* (2014). Grape marc reduces methane emissions when fed to dairy cows. *Journal of dairy science*, 97(8), 5073-5087.
- Mokhtari, M., Esmailzadeh, A., Roudbari, Z., Barazandeh, A., Gutierrez, J. P., & Mohebbinejad, E. (2024). Early growth performance in the Murciano-Granadina goats: Insights from genetic and phenotypic analyses. *The Journal of Agricultural Science*, 162(2), 165-172.
- Muhlack, R. A., Potumarthi, R., & Jeffery, D. W. (2018). Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products. *Waste management*, 72, 99-118.
- Moya, F., Madrid, J., Hernández, F., Peñaranda, I., Garrido, M. D., & López, M. B. (2023). Influence of dietary lipid source supplementation on milk and fresh cheese from Murciano-Granadina goats. *Animals*, 13(23), 3652.
- Navarrete-Molina, C., Meza-Herrera, C. A., De Santiago-Miramontes, A., Valenzuela-Núñez, L. M., Marin-Tinoco, R. I., Soto-Cardenas, M. A., & Sariñana-Navarrete, M. A. (2024). Dairy goat production: socioeconomic, environmental, and cultural importance across time (1970–2022) and possible scenarios (2050). *Resources*, 13(12), 177.
- Nayik, G. A., Jagdale, Y. D., Gaikwad, S. A., Devkotte, A. N., Dar, A. H., & Ansari, M. J. (2022). Nutritional profile, processing and potential products: A comparative review of goat milk. *Dairy*, 3(3), 622-647.
- Niculescu, V. C., & Ionete, R. E. (2023). An overview on management and valorisation of winery wastes. *Applied Sciences*, 13(8), 5063.

- Nie, Y., & Stürzenbaum, S. R. (2018). Proanthocyanidins of natural origin: molecular mechanisms and implications for lipid disorder and aging-associated diseases. *Advances In Nutrition, 10*(3), 464-478.
- Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., *et al.* (2023). Valorization of fruit waste for bioactive compounds and their applications in the food industry. *Foods, 12*(3), 556.
- Nudda, A., Buffa, G., Atzori, A. S., Cappai, M. G., Caboni, P., Fais, G., & Pulina, G. (2019). Small amounts of agro-industrial byproducts in dairy ewes diets affects milk production traits and hematological parameters. *Animal Feed Science and Technology, 251*, 76-85.
- Nudda, A., Correddu, F., Marzano, A., Battacone, G., Nicolussi, P., Bonelli, P., & Pulina, G. (2015). Effects of diets containing grape seed, linseed, or both on milk production traits, liver and kidney activities, and immunity of lactating dairy ewes. *Journal of dairy science, 98*(2), 1157-1166.
- Nussbaum, C., & Kim-Hellmuth, S. (2024). Unlocking the genetic influence on milk variation and its potential implication for infant health. *Cell Genomics, 4*(10), 100676.
- OIV. Base de datos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino, Dijón (Borgoña). 2025. Disponible en línea: <https://www.oiv.int/es> (consultado el 25 de enero de 2025).
- Paraskevopoulou, C., Theodoridis, A., Johnson, M., Ragkos, A., Arguile, L., Smith, L., *et al.* (2020). Sustainability assessment of goat and sheep farms: a comparison between European countries. *Sustainability, 12*(8), 3099.
- Pedauyé Ruiz, J. J. (1989). Curvas de lactación y composición de la leche en cabras Murciano-Granadinas. *Anales de veterinaria de Murcia, 5*, 3-11.
- Perra, M., Bacchetta, G., Muntoni, A., De Gioannis, G., Castangia, I., Rajha, H. N., *et al.* (2022). An outlook on modern and sustainable approaches to the management of grape pomace by integrating green processes, biotechnologies and advanced biomedical approaches. *Journal of Functional Foods, 98*, 105276.
- Perrin, A., Cournut, S., & Martin, G. (2024). Further consideration of working conditions is needed in farm resilience assessment. *Agricultural Systems, 214*, 103845.

- Rabee, AE, Abou-Souliman, I., Yousif, AI, Lamara, M., El-Sherbieny, MA, Elwakeel, EA y Sallam, AM (2025). Las variaciones en la microbiota ruminal y el genoma del huésped afectaron la eficiencia alimentaria en razas de cabras. *Frontiers in Microbiology*, *16*, 1492742.
- Ramírez-González, D., Poto, Á., Peinado, B., Almela, L., Navarro-Serna, S., & Ruiz, S. (2023). Ultrasonography of pregnancy in Murciano-Granadina goat breed: fetal growth indices and umbilical artery doppler parameters. *Animals*, *13*(4), 618.
- Rigaudière, J. P., Jouve, C., Capel, F., Patrac, V., Miguel, B., Tournadre, A., & Demaison, L. (2024). An experimental model of western diet in female Wistar rats leads to cardiac hypoxia related to a stimulated contractility. *Journal of Physiology and Biochemistry*, *80*(2), 287-302.
- Samani, S. A., PourvatanDoust, S., Savarolyia, M., Aboutalebzadeh, S., Khezri, M., Kazemi, M., *et al.* (2025). Valorization of red grape pomace for sustainable food packaging: Development of pectin/kidney bean protein based biocomposite films enriched with grape pomace polyphenols. *Food Hydrocolloids*, *160*, 110806.
- Santos, N. W., Santos, G. T. D., Silva-Kazama, D. C., Grande, P. A., Pintro, P. M., De Marchi, F. E., *et al.* (2014). Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. *Livestock Science*, *159*, 37-45.
- Santos, W. M., Gomes, A. C. G., de Caldas Nobre, M. S., de Souza Pereira, Á. M., Santos Pereira, E. V., Santos, K. M. O., *et al.* (2023). Goat milk as a natural source of bioactive compounds and strategies to enhance the amount of these beneficial components. *International Dairy Journal*, *137*, 105515.
- Schmithausen, A. J., Deeken, H. F., Gerlach, K., Trimborn, M., Weiß, K., Büscher, W., & Maack, G. C. (2022). Greenhouse gas formation during the ensiling process of grass and lucerne silage. *Journal of Environmental Management*, *304*, 114142.
- Subiria-Cueto, R., Reyes-Blas, H., Olivas-Armendáriz, I., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G. A., de la Rosa, L. A., *et al.* (2025). Grape pomace and pecan shell fortified bread: The effect of dietary fiber-phenolic compounds interaction on the in vitro accessibility of phenolic compounds and in vitro glycemic index. *Food Chemistry*, *462*, 140925.

- Teissedre, P. L., Frankel, E. N., Waterhouse, A. L., Peleg, H., & German, J. B. (1996). Inhibition of *in vitro* human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(1), 55-61.
- Teixeira, L. S., Sousa, M., Massano, F., & Borges, A. (2024). Exploring grape pomace extracts for the formulation of new bioactive multifunctional chitosan/alginate-based hydrogels for wound healing applications. *Food Bioscience*, 62, 105073.
- Toral, P. G., Monahan, F. J., Hervás, G., Frutos, P., & Moloney, A. P. (2018). Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. Challenges and opportunities. *Animal*, 12(s2), s272-s281.
- Wagh, M. S., Sowjanya, S., Nath, P. C., Chakraborty, A., Amrit, R., Mishra, B., *et al.* (2024). Valorisation of agro-industrial wastes: circular bioeconomy and biorefinery process—a sustainable symphony. *Process Safety and Environmental Protection*, 183, 708-725.
- Xue, M. Y., Sun, H. Z., Wu, X. H., Liu, J. X., & Guan, L. L. (2020). Multi-omics reveals that the rumen microbiome and its metabolome together with the host metabolome contribute to individualized dairy cow performance. *Microbiome*, 8, 1-19.
- Yang, F., Wang, Y., Zhao, S., & Wang, Y. (2020). *Lactobacillus plantarum* inoculants delay spoilage of high moisture alfalfa silages by regulating bacterial community composition. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1989.
- Zhang, D., Sun, B., Luan, Y., Zhou, X., Huang, J., Sun, Y., *et al.* (2025). Simultaneous broad-spectrum detection of over 50 mycotoxins in maize silage via liquid chromatography-tandem mass spectrometry: Method development and application. *Food Control*, 111143.
- Zheng, G., Wang, D., Mao, K., Wang, M., Wang, J., Xun, W., & Huang, S. (2024). Exploring the rumen microbiota and serum metabolite profile of Hainan black goats with different body weights before weaning. *Animals*, 14(3), 425.