

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ)

Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM)

Universidad de Zaragoza

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

Máster internacional en Nutrición Animal

Efecto de la tasa de inclusión de raspón de uva sobre los rendimientos, eficiencia y balance de nitrógeno en terneros durante su finalización

May Farah BOUHOULA

2024-2025

**CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS
MEDITERRÁNEOS**

CENTRO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA AGROALIMENTARIA DE ARAGON

**EFFECTO DE LA TASA DE INCLUSION DE RASPON DE UVA SOBRE LOS RENDIMIENTOS,
EFICIENCIA, BALANCE DE NITROGENO EN TERNEROS DURANTE SU FINALIZACION**

May Farah BOUHOULA

Este trabajo se ha realizado en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) bajo la supervisión de la **Dra. Mireia BLANCO ALIBÉS** y la **Dra. Isabel CASASÚS PUEYO**, y se ha defendido públicamente en julio de 2025.

Es con gran alegría que expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han acompañado durante mi trayectoria de dos años en este programa de máster. Su apoyo fue fundamental para completar mi trabajo.

A nivel institucional, me gustaría agradecer al Centro de Investigación y Tecnología de Aragón y en particular al Departamento de Ciencia Animal, en cuyas instalaciones se ha llevado a cabo este trabajo. Este estudio se ha desarrollado dentro del proyecto PID2021-128492OR-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE. También es necesario expresar el agradecimiento al Grupo de Investigación INPASS (A23_25R del Gobierno de Aragón).

Quiero comenzar agradeciendo a mis supervisoras, Dra. Mireia Blanco Alibés y Dra. Isabel Casasús Pueyo, por su constante orientación, dedicación y apoyo durante toda la duración de esta etapa. Su infinita paciencia para guiarme a lo largo del desarrollo de la tesis, así como su participación en la corrección de todas mis tareas, han sido fundamentales. Sus valiosas ideas y comentarios han sentado las bases sobre las cuales se ha construido esta tesis.

Mi agradecimiento se extiende también a la Dra. Margalida Joy por su asistencia y orientación en el trabajo de laboratorio, y a la Dra. Sandra Lobón Ascaso por su apoyo y ayuda durante los días de muestreo.

Mi profunda gratitud se extiende al equipo del Laboratorio de Valoración Nutritiva y Digestibilidad de CITA por su ayuda y apoyo en la realización de mi experimento. Un agradecimiento especial a Celia y Andrés por sus valiosas explicaciones, el intercambio cultural y por su constante apoyo y ánimo. Asimismo, extendo mi reconocimiento a todo el personal que trabaja en la finca experimental de La Garcipollera.

Quiero agradecer a CIHEAM y al Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ) por esta gran oportunidad de formar parte de este máster, lo cual definitivamente significa mucho para mis estudios y mi carrera. Un agradecimiento especial al Dr. Andrés Schlageter Tello, coordinador del programa de Máster Internacional en Nutrición Animal del IAMZ. Gracias por todos sus consejos, por las constructivas y enriquecedoras conversaciones que compartimos, por su constante motivación y por interesarse siempre por nuestra satisfacción y bienestar.

A mis amigos Imen, Jihen, Soumaya y Ana María, estoy muy agradecida por su apoyo, los momentos de alegría y el enriquecedor intercambio cultural.

Agradecimientos

Por último, pero no menos importante, me gustaría expresar mi profundo aprecio a mis padres, hermano, hermana y a mi prometido por su amor, apoyo y sacrificios, no solo durante este máster, sino a lo largo de toda mi vida. Muchas gracias también a toda mi familia y amigos que, de una forma u otra, estuvieron ahí para mí cuando los necesité y por desearme siempre lo mejor.

Agradecimientos.....	i
Índice.....	iv
Lista de tablas.....	vii
Lista de figuras.....	ix
Abreviaturas.....	xi
Resumen/Abstract/Resumé.....	xiii
Introducción.....	1
Revisión bibliográfica	6
1. Uso de coproductos agroindustriales en alimentación animal	5
2. Coproductos de la uva	6
2.1. Características y composición general del raspón de uva	7
2.2. Composición fenólica del raspón de uva	8
3. Metabolismo proteico de los rumiantes	10
3.1. Balance nitrogenado	11
3.2. Metabolitos plasmáticos relacionados con el uso del nitrógeno.....	12
4. Efecto de las proantocianidinas en la producción de rumiantes.....	13
5. Interés de incluir coproductos de la uva en las dietas de los rumiantes.....	14
Objetivos e hipótesis	19
Material y métodos	21
1. Localización	22
2. Dietas, animales y diseño experimental	22
3. Controles realizados	24
4. Análisis químicos.....	27
5. Cálculos	29
6. Análisis estadístico.....	31
Resultados	33
1. Rendimientos	34
2. Amoniaco ruminal y balance de nitrógeno	37
3. Metabolitos plasmáticos.....	40
4. Correlaciones entre parámetros	42

Índice

Discusión	32
1. Rendimientos	43
2. Amoníaco ruminal y balance de nitrógeno	45
3. Metabolitos plasmáticos.....	49
Conclusiones.....	42
Referencias bibliográficas	57

Tabla 1. Composición química del raspón en diferentes variedades de uva (g/100 g peso fresco).....	8
Tabla 2. Composición fenólica de los raspones de uvas de variedades autóctonas griegas tintas y blancas.	9
Tabla 3. Ingredientes de los piensos	24
Tabla 4. Composición química y contenido en proantocianidinas (PAC) de los alimentos (media \pm desviación estándar).	34
Tabla 5. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre los rendimientos globales de los terneros durante el experimento.....	35
Tabla 6. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre la ingestión de materia seca total, excreción de heces y orinade los terneros en la semana 3 y 15 de la finalización.	38
Tabla 7. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre el balance de nitrógeno (N) de los terneros en la semana 3 y 15 de la finalización.	39

Figura 1. Producción de vino de los principales países productores a nivel mundial	6
Figura 2. Coproductos que se generan durante la vinificación	7
Figura 3. Representación esquemática del racimo y el raspón de la uva	8
Figura 4. Metabolismo proteico de los rumiantes	11
Figura 5. Evolución semanal de la temperatura, humedad relativa e índice de temperatura y humedad durante el periodo del ensayo de cebo (junio–octubre 2024).....	22
Figura 6. Peso vivo de los terneros durante el ensayo según la inclusión de raspón en el pienso.	35
Figura 7. Ganancia media diaria de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso.	36
Figura 8. Ingestión de pienso de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso.	36
Figura 9. Índice de conversión de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso.	37
Figura 10. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la concentración de amoníaco ruminal en la semana 3 y 15 de la finalización.....	37
Figura 11. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la digestibilidad aparente de la materia seca y del nitrógeno	40
Figura 12. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la concentración de urea plasmática.....	40
Figura 13. Efecto la tasa de inclusión de raspón y la semana de finalización en la concentración de proteínas totales en el plasma.	41
Figura 14. Efecto de raspón durante la finalización sobre la concentración de creatinina en el plasma.....	41
Figura 15. Correlaciones entre parámetros de los rendimientos productivos y del metabolismo del nitrógeno	42

CH₄	Metano
DDGs	Granos secos de destilería con solubles
FND	Fibra neutro detergente
FAD	Fibra acido detergente
GMD	Ganancia media diaria
IC	Índice de conversión
N	Nitrógeno
MS	Materia seca
MSI	Materia seca ingerida
NH₃-N	Amoniaco
PAC	Proantocianidinas
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo
TC	Taninos condensados

La revalorización de coproductos locales como alimento para rumiantes ha ganado relevancia en el contexto de la economía circular. La utilización del raspón de uva (*Vitis vinífera L.*), que se caracteriza por un bajo contenido en proteína bruta y un alto contenido en fibra, polifenoles y proantocianidinas o taninos condensados, puede ser de interés en este sentido. Sin embargo, para su uso en el cebo de terneros es crucial evaluar cómo su inclusión, en función de la dosis consumida, puede afectar a los rendimientos productivos y al metabolismo del nitrógeno (N). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de raspón en la dieta de terneros durante la fase de finalización sobre los rendimientos productivos, el balance de N y los metabolitos plasmáticos relacionados con el metabolismo nitrogenado. Para ello, se utilizaron 24 terneros machos de la raza Parda de Montaña, alimentados a voluntad con paja de cereal y pienso con diferente contenido de raspón y paja de cereal: 0:6 (0% raspón), 3:3 (3% raspón) y 6:0 (6% raspón). Los piensos fueron formulados para ser iso-energéticos e iso-proteicos. Durante 4 meses se registró individualmente la ingestión diaria de pienso y el peso semanal de los terneros, y se calcularon la ganancia media diaria (GMD) y el índice de conversión (IC) mensuales y globales. Se llevaron a cabo dos muestreos (semana 3 y 15) de heces, orina y líquido ruminal para evaluar el ambiente ruminal y el balance de N. se calcularon la digestibilidad aparente de la materia seca y del N. Por último, se obtuvieron muestras de sangre en tres muestreos (semana -1 (basal), 3 y 15) para el análisis de la concentración de urea, proteínas totales y creatinina en el plasma. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con R. Para la mayoría de las variables se empleó un modelo mixto de medidas repetidas, donde la proporción de raspón, el mes y la interacción entre ambos fueron considerados efectos fijos, y el ternero, efecto aleatorio. Los rendimientos productivos globales se analizaron mediante un modelo lineal, en el cual la proporción de raspón fue el único efecto fijo. Los resultados obtenidos indicaron que la inclusión de raspón en la dieta de terneros no afectó a los rendimientos productivos generales, incluyendo el peso final, la GMD global, la ingestión de pienso y el IC. Sin embargo, a nivel mensual, se observó una reducción temporal de la GMD con la inclusión de raspón durante los dos primeros meses, aunque se igualó en los meses siguientes. En cuanto al ambiente ruminal, el raspón no influyó en el pH ni en la concentración de amoníaco. Respecto al balance de N, no se encontraron diferencias absolutas en la excreción (urinaria, fecal o total) ni en la retención de N; no obstante, la excreción fecal de N relativa al peso metabólico fue mayor en el grupo con 6% de raspón. La digestibilidad aparente de la materia seca no se alteró, pero la digestibilidad aparente del N fue superior con el 3% de raspón en comparación con el 6%. En cuanto a la concentración de los metabolitos

plasmáticos, la de urea se redujo con la inclusión del 6%, y las proteínas totales aumentaron con el 3% de raspón, pero la dieta no afectó a la concentración de creatinina.

Estos resultados sugieren que el raspón de uva es una alternativa prometedora para la alimentación de terneros en la finalización, ya que su inclusión no afectó a los rendimientos productivos. Sin embargo, dado que sus efectos en el metabolismo de N y en la digestibilidad aparente del N son dosis-dependientes, es necesario optimizar su nivel de inclusión para maximizar la eficiencia del cebo y garantizar la calidad de los productos obtenidos.

The valorization of local co-products as feed for ruminants has gained relevance within the framework of the circular economy. The use of grape (*Vitis vinifera L.*) stem, which is characterized by low crude protein content and high contents of fiber, polyphenols, and proanthocyanidins (condensed tannins), may be of interest in this context. However, for its use in beef cattle finishing diets, it is crucial to evaluate how its inclusion, depending on the consumed dose, can affect animal performance and nitrogen (N) metabolism. The aim of this study was to evaluate the effect of including grape stem in the diet of young bulls during the finishing phase on performance, N balance, and plasma metabolites related to N metabolism. To this end, 24 male young bulls of the Parda de Montaña breed were fed on an ad libitum basis cereal straw and concentrates with different proportion of grape stem and cereal straw: 0:6 (0% stem), 3:3 (3% stem), and 6:0 (6% stem). The concentrates were formulated to be isoenergetic and isoproteic. For four months, individual daily concentrate intake and weekly body weight of the animals were recorded. Monthly and overall average daily gain (ADG) and feed conversion ratio were calculated. Two samplings (weeks 3 and 15) of feces, urine, and ruminal fluid were performed to assess rumen environment (pH and ammonia concentration) and N balance. The apparent digestibility of dry matter and N was calculated. Additionally, blood samples were collected in three weeks (-1 (baseline), 3, and 15) to analyze plasma concentrations of urea, total proteins, and creatinine. Statistical analyses were performed using R. For most variables, a mixed model for repeated measures was used, where the proportion of grape stem, the month/sampling, and their interaction were considered fixed effects, and the animal was the random effect. Overall performance was analyzed using a linear model with the proportion of grape stem as fixed effect. The results showed that including grape stem in the concentrate did not affect overall performance, including final weight, ADG, feed intake, and FCR. However, a temporary reduction in ADG was observed during the first two months with stem inclusion, although gains did not differ in the following months. Regarding the rumen environment, grape stem inclusion had no effect on either pH or ammonia concentration. Regarding the N balance, no differences were found in absolute nitrogen excretion (urinary, fecal, or total) or retention; however, fecal N excretion relative to metabolic weight was higher in the 6% stem group. Apparent dry matter digestibility was unaffected, but apparent N digestibility was higher with 3% grape stem compared to 6%. Grape stem inclusion reduced plasma urea concentrations when included at 6%, while it increased total protein concentration at 3% inclusion, but did not affect creatinine concentration.

These results suggest that grape stem is a promising alternative feed to be included in beef finishing diets, as it did not compromise the performance during finishing. However, as the effects observed in N metabolism and apparent N digestibility were dose-dependent, further research is warranted to optimize the inclusion rate in order to maximize efficiency and guarantee product quality.

La revalorisation des coproduits locaux comme aliment pour ruminants a gagné en importance dans le contexte de l'économie circulaire. L'utilisation du rafle de raisin (*Vitis vinifera* L.), caractérisé par une faible teneur en protéines brutes et une teneur élevée en fibres, polyphénols et proanthocyanidines ou tanins condensés, peut s'avérer intéressante à cet égard. Cependant, pour son utilisation dans l'engraissement des veaux, il est crucial d'évaluer comment son inclusion, en fonction de la dose consommée, peut affecter les performances zootechniques et le métabolisme de l'azote (N).

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de l'inclusion de rafle dans le régime alimentaire de veaux pendant la phase de finition sur les performances productives, le bilan azoté et les métabolites plasmatiques liés au métabolisme de l'azote. Pour cela, 24 veaux mâles de race Parada de Montaña ont été utilisés. Ils ont été nourris à volonté avec de la paille de céréales et des aliments concentrés contenant différents niveaux de rafle et de paille : 0:6 (0 % rafle), 3:3 (3 % rafle) et 6 :0 (6 % rafle). Les aliments ont été formulés pour être isoénergétiques et isoprotéiques.

Pendant 4 mois, la consommation quotidienne individuelle de concentré et le poids hebdomadaire des veaux ont été enregistrés. Le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de conversion (IC) ont été calculés mensuellement et globalement. Deux campagnes d'échantillonnage (semaines 3 et 15) ont été menées pour recueillir des fèces, de l'urine et du liquide ruminal, afin d'évaluer l'environnement ruminal et le bilan azoté. La digestibilité apparente de la matière sèche et de l'azote a été calculée. Enfin, des échantillons de sang ont été prélevés à trois moments (semaine -1 [basale], semaine 3 et semaine 15) pour analyser la concentration d'urée, de protéines totales et de créatinine dans le plasma.

Les données obtenues ont été analysées statistiquement avec R. Pour la plupart des variables, un modèle mixte pour mesures répétées a été utilisé, dans lequel la proportion de rafle, le mois, et leur interaction ont été considérés comme effets fixes, et le veau comme effet aléatoire. Les performances productives globales ont été analysées à l'aide d'un modèle linéaire dans lequel la proportion de rafle était l'unique effet fixe.

Les résultats ont indiqué que l'inclusion de rafle dans le régime des veaux n'a pas affecté les performances productives globales, y compris le poids final, le GMQ global, la consommation de concentré et l'indice de conversion. Toutefois, à l'échelle mensuelle, une réduction temporaire du GMQ a été observée pendant les deux premiers mois avec l'inclusion de rafle, avant un retour à la normale les mois suivants.

Concernant l'environnement ruminal, la rafle n'a pas influencé le pH ni la concentration d'ammoniac. En ce qui concerne le bilan azoté, aucune différence significative n'a été observée dans l'excrétion (urinaire, fécale ou totale) ni dans la rétention de l'azote ; cependant, l'excrétion fécale d'azote rapportée au poids métabolique a été plus élevée dans le groupe avec 6 % de rafle. La digestibilité apparente de la matière sèche n'a pas été altérée, mais la digestibilité apparente de l'azote était meilleure avec 3 % de rafle comparativement à 6 %.

Quant à la concentration des métabolites plasmatiques, celle de l'urée a diminué avec l'inclusion de 6 % de rafle, et celle des protéines totales a augmenté avec 3 % de rafle, tandis que la concentration de créatinine n'a pas été affectée par le régime.

Ces résultats suggèrent que le rafle de raisin est une alternative prometteuse pour l'alimentation des veaux en phase de finition, puisque son inclusion n'a pas nui aux performances productives. Toutefois, étant donné que ses effets sur le métabolisme azoté et la digestibilité apparente de l'azote dépendent de la dose, il est nécessaire d'optimiser son niveau d'inclusion afin de maximiser l'efficacité de l'engraissement et garantir la qualité des produits obtenus.

Introducción

El cebo de terneros constituye una de las actividades ganaderas más relevantes en Aragón, donde su valor económico representa el 16,4% de la producción final ganadera, que a su vez supone el 68% de la producción final agraria regional (CESA, 2024). Con más de 300.000 plazas de cebo (MAPA, 2024a) el vacuno aragonés contribuye a que España ocupe el tercer lugar en importancia económica del sector en la Unión Europea (4.641 millones de euros en 2024), solo por detrás de Francia y Alemania (MAPA, 2025).

El modelo de cebo en España se basa en el engorde intensivo de terneros destetados que provienen tanto de explotaciones de vacas lecheras como de vacas nodrizas, y son de origen nacional e importados (MAPA, 2024a). Esta fase se desarrolla en cebaderos sin acceso a pastos, donde los animales se alimentan con paja y piensos concentrados, a base fundamentalmente de cereales con alto contenido en almidón y concentración energética. En estas condiciones, la dependencia de piensos comprados es uno de los principales retos para la sostenibilidad de la producción nacional de carne de vacuno (Muñoz-Ulecia et al., 2023), aunque no el único.

A escala global, la ganadería es responsable del 14,5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero de origen humano anuales. Esta actividad influye en el cambio climático porque genera emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso y metano (CH₄) en procesos directos como la fermentación entérica y el manejo del estiércol e indirectamente por la producción de alimentos para el ganado y el cambio del uso de la tierra, entre otros (Cheng et al., 2022). Sin embargo, a pesar del cuestionado papel de los alimentos de origen animal en la dieta humana y de su huella medioambiental (Willett et al., 2019) una gestión ganadera sostenible, circular y eficiente puede cubrir la demanda de productos de origen animal para una población mundial creciente y, al mismo tiempo, reducir la huella ambiental de su producción (Adesogan et al., 2020).

España se posiciona como el principal productor de piensos para la alimentación animal en la Unión Europea, con más de 30 millones de toneladas anuales en 2022. El sector porcino lidera la producción, representando casi la mitad del volumen total, seguido por el sector bovino y la avicultura (CESFAC, 2023). Sin embargo, la creciente demanda de materias primas como los cereales y los concentrados proteicos, el alza de los costes energéticos y la incierta situación política y comercial a escala global han provocado un aumento de los costes. Al tratarse de un sector muy dependiente de las importaciones, es necesario diseñar estrategias que permitan reducir la dependencia europea de la proteína importada (Rauw et al., 2023) de acuerdo con la Estrategia de Autonomía Alimentaria de la Unión Europea (2023).

Entre estas estrategias destacan los enfoques de bioeconomía circular que integran la producción ganadera con la agroindustria y mejoran la eficiencia de ambos sectores, reduciendo el consumo de recursos limitados, promoviendo la reutilización sostenible de los residuos y optimizando el uso de materiales y energía (FAO, 2024). En particular, en el área mediterránea ha aumentado el interés por el uso de subproductos o coproductos agroindustriales locales. Aunque su uso puede estar limitado por la estacionalidad y la necesidad de transportarlos y procesarlos (Halmemies-Beauchet-Filleau et al., 2018), su valor nutricional y su alto contenido en compuestos bioactivos (Correddu et al., 2020) puede hacer interesante su inclusión en las dietas y eliminar el problema de la gestión de residuos en las industrias. En el caso de la industria del vino, del que España es el tercer productor mundial, en el proceso de cosecha y vinificado se generan diversos coproductos, algunos de los cuales tienen usos en la industria alimentaria o farmacéutica cuando se extraen sus compuestos antioxidantes (Melo et al., 2015). Entre los coproductos generados, está el raspón que es la parte leñosa del racimo que une las bayas a la rama principal (Hanušovský et al., 2020). Es un residuo fibroso sin utilidad aparente desde el punto de vista económico porque no se han escalado métodos de utilización apropiados para su aprovechamiento económico (Ahmad et al., 2020). En la práctica, el raspón suele eliminarse mediante compostaje a pesar de que tiene un uso potencial en la alimentación animal por su elevada cantidad de fibra y compuestos fenólicos (Dilek et al., 2024) y en industria cosmética y farmacéutica (Leal et al., 2020). De hecho, apenas existen trabajos sobre su uso como ingrediente para los piensos, especialmente de rumiantes, que serían las especies más adecuados para valorizar recursos de carácter fibroso (Van Hal et al., 2019). En este contexto, surge la pregunta de cómo podría incorporarse el raspón de uva en la dieta de terneros de cebo, y qué impacto podría tener en aspectos clave como los rendimientos productivos y el balance de nitrógeno (N).

Revisión bibliográfica

1. Uso de coproductos agroindustriales en alimentación animal

La industria alimentaria es uno de los sectores más importantes de la economía, siendo la primera rama del sector industrial (25,7% del sector manufacturero) y contribuyendo el 2,3% del Producto Interior Bruto español (MAPA, 2024a). Sin embargo, en el proceso de producción de alimentos se generan también grandes cantidades de residuos que pueden ocasionar pérdidas económicas significativas y contribuir de manera considerable a la contaminación ambiental, por lo que la Directiva 2008/98/CE regula su gestión, priorizando la reutilización. En este sentido, los residuos agroindustriales contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos que constituyen un recurso de gran valor (Preciado-Saldaña et al., 2022).

España, como líder en la producción y exportación de frutas y hortalizas en Europa, contribuye significativamente a este panorama. En 2021, España produjo más de 29 millones de toneladas, valoradas en 15.100 millones de euros, lo que representa casi el 50% de la producción vegetal total (MAPA, 2023). Este sector genera también un volumen considerable de coproductos, que pueden oscilar entre el 12% y el 63% del material procesado, dependiendo de la materia prima y el método empleado (Alfonso et al., 2010).

En este contexto, el aprovechamiento de coproductos agroindustriales en la alimentación animal ofrece una alternativa para reducir el impacto ambiental de la cadena de producción de alimentos. Estos coproductos no solo permiten disminuir los costes de alimentación y la huella ambiental de la producción (González-Martínez et al., 2024; Salami et al., 2019) sino también mejorar la calidad y sostenibilidad de los productos animales (Correddu et al., 2020; Vasta et al., 2008). Sin embargo, es fundamental establecer la dosis adecuada en las dietas, dado que los residuos de frutas y vegetales varían significativamente en su composición química (Vastolo et al., 2022).

Un estudio de coproductos de origen agroindustrial disponibles en España los agrupó para ser incluidos en la dieta de rumiantes como fuente de proteína, energía o fibra menos digestible según su composición química y fermentación *in vitro* (García-Rodríguez et al., 2019). Un ejemplo relevante de coproducto agroindustrial es el orujo de aceituna, generado durante la extracción del aceite de oliva (Esquível & Bernardo-Gil, 1993). Este coproducto está compuesto por restos de pulpa, pieles y huesos de las aceitunas, aunque para su uso en alimentación animal suele procesarse para eliminar total o parcialmente los huesos (Carro, 2023). El orujo destaca por su alto contenido en fibra y su aporte energético, gracias a su contenido en grasa. Aunque se utiliza principalmente en rumiantes de baja producción, estudios han demostrado que puede

incluirse en la dieta de ovejas gestantes y lactantes sin efectos negativos sobre la producción de leche ni el desarrollo fetal (Aguilera et al., 1992). De forma similar, la pulpa de tomate es un coproducto fibroso que se puede utilizar en las dietas de rumiantes sin afectar negativamente su rendimiento, e incluso mejorando la calidad de la carne y la leche al incrementar su contenido en ácidos grasos poliinsaturados (Carro et al., 2022).

2. Coproductos de la uva

A nivel mundial, la industria vinícola genera una gran cantidad de coproductos que, en su mayoría, están infrautilizados, representando un importante desafío y, al mismo tiempo, una oportunidad económica significativa (Dávila et al., 2017). En 2024, España fue el país con mayor superficie dedicada al cultivo de uva para vinificación (930.000 ha; 13%) seguida de Francia (783.000 ha, 11%), China (753.000 ha; 10,6%) e Italia (728.000 ha; 10,3%). A nivel productivo, Italia, Francia, y España, fueron los mayores productores a nivel mundial (Figura 1;(OIV, 2024))

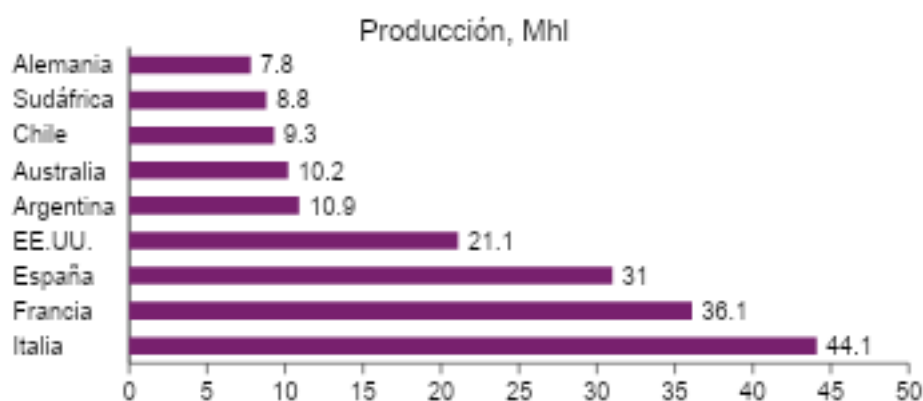


Figura 1. Producción de vino de los principales países productores a nivel mundial (OIV, 2024)

España produce una gran cantidad de coproductos derivados de esta actividad. Uno de los coproductos que se generan es el raspón de uva o escobajo, que se obtiene al inicio de la vinificación, tras el despalillado (Figura 2). Además, puede obtenerse tras la separación de los componentes del orujo de uva, compuesto además por las pieles, la pulpa y las semillas que permanecen tras el prensado de las uvas (MAPA, 2024b). El orujo de uva está compuesto principalmente por pieles (~50%), semillas (~25%) y raspones (~25%) (Moutinho et al., 2023).

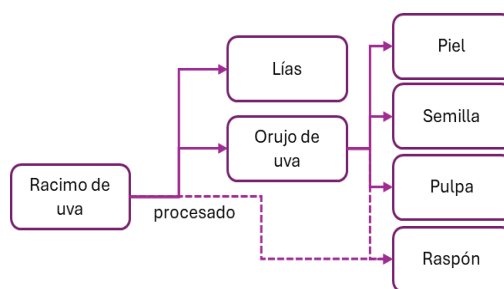


Figura 2. Coproductos que se generan durante la vinificación

Las *semillas de uva* contienen una alta proporción de compuestos fenólicos, alcanzando entre el 60% y el 70% del total de extractables. Debido a que en el proceso de prensado solo se extrae una parte reducida de estos compuestos (Castellanos-Gallo et al., 2022; González-Manzano et al., 2004), su potencial como fuente de antioxidantes naturales ha captado la atención del sector industrial (Kojic et al., 2013). La *piel u hollejo* contiene entre un 30% y un 35% de compuestos fenólicos y es también una materia prima de valor (Castellanos-Gallo et al., 2022). Ambos coproductos pueden ser aprovechados de manera eficiente en la elaboración de productos alimentarios, nutracéuticos y cosméticos, en la producción de biocombustibles y en la alimentación animal. Estas aplicaciones no solo aportan valor económico, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental al reducir los residuos generados por la industria vitivinícola (Fontana et al., 2017). Finalmente, durante el proceso de obtención de mosto a partir de 100 kg de uvas se producen aproximadamente 6,3 kg de *raspón*, cuyo alto contenido de lignina limita su uso en la industria alimentaria (Grishin et al., 2024). Este coproducto se ha transformado en un ingrediente natural con gran potencial en la industria cosmética gracias a su elevado contenido en compuestos fenólicos (Serra et al., 2023). Si bien existen otras alternativas de valorización, como su uso como fertilizante (Dilek et al., 2024), su aprovechamiento en la alimentación animal se considera una opción interesante (Ahmad et al., 2020). En efecto, frente a prácticas como el compostaje o el vertido directo en el campo, su incorporación en la dieta animal permite una reducción del impacto ambiental.

2.1. Características y composición general del raspón de uva

Los raspones de uva son las estructuras resistentes que conectan el tronco de la vid con los racimos de uvas, proporcionando soporte a las bayas (Figura 3). Una vez retiradas las uvas, los tallos restantes del racimo están compuestos únicamente por el raquis (eje central), el pedúnculo (tallo que une el racimo a la vid) y los pedicelos (pequeños tallos que conectan cada baya al raquis (Hanušovský et al., 2020). Además de su función estructural, son fundamentales para la planta, ya que transportan agua y nutrientes a todas las uvas del racimo (Blackford et al., 2021).



Figura 3. Representación esquemática del racimo y el raspón de la uva (Serra et al., 2023)

El raspón se caracteriza por un elevado contenido de agua, que puede representar entre el 55 % y el 80 % de su peso total, y por una composición química compleja y heterogénea, rica en componentes estructurales (Hashizume et al., 1998). Entre estos, la celulosa es el biopolímero predominante, con valores que oscilan entre el 12% y el 38% sobre materia seca, seguida por las hemicelulosas y la lignina, que pueden alcanzar entre 13% y 47% (Cruz et al., 2004; Llobera y Cañellas, 2008). Esta riqueza estructural convierte al raspón en un recurso de gran interés para su valorización (Dilek et al., 2024). Cabe destacar que su composición química puede variar considerablemente en función de la variedad de uva utilizada (González-Centeno et al., 2010; Tabla 1).

Tabla 1. Composición química del raspón en diferentes variedades de uva (g/100 g peso fresco)

	Humedad	Fibra	Azúcares solubles	Proteína	Cenizas
Cabernet S.	65,8±0,1	23,9±1,5	3,1±0,1	2,0±0,3	3,7±0,2
Callet	66,3±0,2	25,5±1,3	3,1±0,2	2,8±0,1	2,4±0,2
Manto					
Negro	59,7±0,3	30±1,3	2,9±0,2	2,7±0,2	2,8±0,1
Merlot	61,5±0,5	28,8±1,2	2,9±0,2	2,2±0,2	4,3±0,2
Tempranillo	56,8±0,3	34,8±1,2	2,2±0,2	2,1± 0,2	4,3± 0,1

Fuente: González-Centeno et al. (2010)

2.2. Composición fenólica del raspón de uva

El raspón de uva presenta una alta concentración de compuestos fenólicos (Alonso et al., 2002; Souquet et al., 2000). Dichos compuestos se clasifican en dos categorías principales: flavonoides y no flavonoides. Entre los compuestos no flavonoides se incluyen los ácidos fenólicos, los estilbenos y los taninos hidrolizables (Blackford et al., 2021). Por otro lado, los flavonoides, como los flavan-3-oles, catequina y epicatequina, pueden polimerizarse para formar proantocianidinas (PAC) (Rauf et al., 2019). Las proantocianidinas representan una de las clases más abundantes de compuestos fenólicos en las plantas (Naumann et al., 2017). En particular, los coproductos de la uva, incluido el raspón, contiene seis PAC, cinco flavonoles, tres antocianinas, dos ácidos hidroxicinámicos y una astilibina (Barros et al., 2014; Souza Da Costa et al., 2022).

Los vinos blancos y tintos se elaboran a partir de diversas variedades de uva, y numerosos estudios han demostrado que la composición fenólica está estrechamente ligada a la variedad de uva utilizada, ya que cada cultivar presenta un perfil particular de estos compuestos (Mosele et al., 2023). Esto se debe en parte a la concentración inicial de compuestos fenólicos en las bayas y también a las características de la matriz que afectan la extracción de estos compuestos durante el proceso de vinificación (Chedea et al., 2018; Ferreyra et al., 2023). En este contexto, se ha evaluado la variabilidad entre cultivares comparando variedades tintas y blancas de La Rioja (España), observándose que los raspones contienen elevadas concentraciones de flavan-3-oles, lignanos y estilbenos, siendo las variedades Garnacha y Tempranillo, ambas tintas, las que presentan los niveles más altos (Mosele et al., 2023). Otro factor que afecta al contenido en compuestos fenólicos del raspón es el proceso de la vinificación (Mosele et al., 2023; Souza Da Costa et al., 2022).

Por otro lado, Anastasiadi et al. (2012) compararon la composición fenólica de los raspones de dos variedades autóctonas griegas (Tabla 2) y hallaron que, aunque las variedades tintas presentan generalmente mayores concentraciones de flavanoles y PAC, algunas variedades blancas sobresalen en compuestos fenólicos específicos como el ácido gálico, el resveratrol trans y la ϵ -viniferina, lo que resalta el diferente potencial de cada tipo de uva según el perfil fenólico deseado.

Tabla 2. Composición fenólica de los raspones de uvas de variedades autóctonas griegas tintas y blancas.

	Variedades tintas (mg/kg MS)			Variedades blancas (mg/kg MS)		
	Mandialaria 2010	Mavrotragan o 2010	Voidomato 2010	Asyrtiko 2010	Aidani 2010	Athiri 2010
Ácido gálico	70,4	90	278	454	105	146
(+) Catequina	1691	1027	712	1858	737	462
(-) Epicatequina	94,6	64,4	189	27,9	58	12,3
Proantocianidina B3	993	243	138	646	215	193
Proantocianidina B2	46,4	44,3		165	36	66,2
Galato de epicatequina	71,3	88	64,9	86	53,9	64,7
Ácido caftárico trans	41,1	78,4	53,9	146	136	6,1
Resveratrol trans	176	96,5	174	178	124	115
ϵ -Viniferina	282	235	414	253	174	499

Los signos (+) y (-) indican la dirección de la rotación óptica: (+) = dextrógiro, (-) = levógiro
Fuente: Anastasiadi et al. (2012)

3. Metabolismo proteico de los rumiantes

El metabolismo proteico abarca todos los procesos asociados con la utilización de los compuestos proteicos. Entre todos los procesos del metabolismo proteico, lo que puede impactar más la eficiencia alimenticia es el “turnover” proteico, que representa la renovación, es decir, la síntesis y degradación continua de las proteínas corporales (Guarnido-Lopez, 2022). Durante la fase de finalización en bovinos de engorde (400-600 kg), al aumentar el peso corporal, la proporción de proteína bruta (PB) retenida respecto a los requerimientos totales se reduce del 30 al 15%, ya que una mayor parte del peso ganado corresponde a la acumulación de lípidos. Por ello, se espera que la demanda proteica en la dieta se reduzca con la madurez del animal, a menos que también disminuya la eficiencia con la que se convierte la PB en los distintos usos metabólicos (Owens et al., 2014).

En el rumen, las proteínas alimentarias son degradadas por los microorganismos, que las transforman en aminoácidos y péptidos (García et al., 2014). Algunos aminoácidos son absorbidos directamente, mientras que otros son utilizados por microbios para producir proteínas microbianas. Luego, estas proteínas son digeridas en el intestino delgado, donde proporcionan aminoácidos que serán absorbidos y utilizados para la síntesis de proteínas corporales. Una parte del nitrógeno (N) proveniente de las proteínas no degradadas o del amoníaco ($\text{NH}_3\text{-N}$, producido durante la degradación de las proteínas) es absorbida y transportada al hígado, donde se convierte en urea. Este proceso, denominado ureogénesis, permite reducir la toxicidad del $\text{NH}_3\text{-N}$, que es peligroso para el sistema nervioso central (Kristensen et al., 2010; Lobley et al., 1995). Además, la urea se difunde o es transportada hacia otros fluidos corporales y secreciones, como la leche y la saliva; a través de esta última llega al rumen, donde sirve como fuente de N para la síntesis de proteínas microbianas (Lapierre y Lobley, 2001).

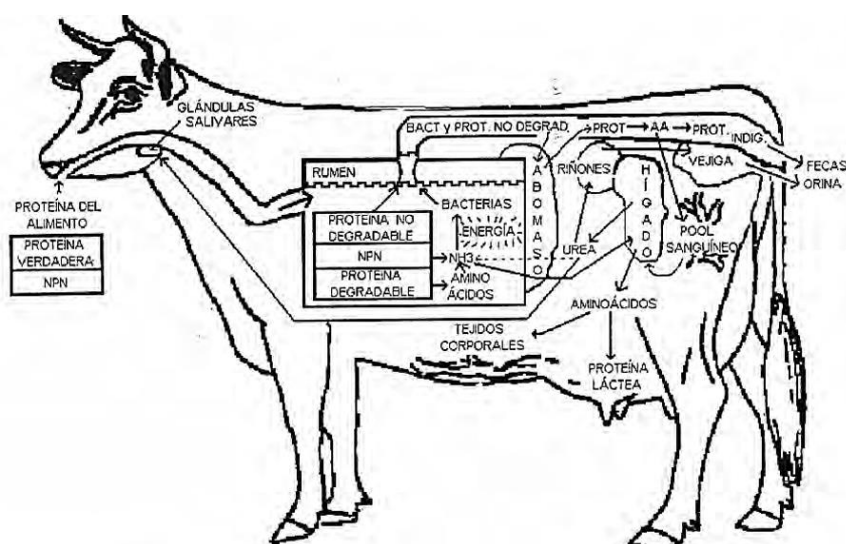


Figura 4. Metabolismo proteico de los rumiantes (Loerch, 1998)

3.1. Balance nitrogenado

El estudio del balance de N es un método clásico *in vivo* (Owen, 1967) que permite calcular la retención o movilización de N en el organismo al restar las excreciones de N en heces y orina del N ingerido (Spanghero y Kowalski, 2021). La cantidad de N ingerido se determina a partir de la cantidad de los alimentos consumidos y del contenido de N de dichos alimentos (Brody, 1999). Para calcular la excreción de N es necesario medir la cantidad excretada en la orina y en las heces. El N excretado en la orina es más contaminante que el N fecal porque se encuentra principalmente en forma de urea, una molécula muy soluble y rápidamente transformada en $\text{NH}_3\text{-N}$ (Castillo et al., 2000). Este $\text{NH}_3\text{-N}$ puede volatilizarse fácilmente a la atmósfera contribuyendo a la contaminación del aire (emisiones de gases de efecto invernadero como N_2O). La urea de la orina puede también nitrificarse, generando nitrato (NO_3) que por lixiviado puede contaminar el agua (Hristov et al., 2019). En cambio, el N fecal está mayoritariamente asociado a la materia orgánica, siendo menos disponible y más lentamente mineralizado (Muck y Teenhuis, 1982).

El balance de N en los rumiantes puede verse afectado por pérdidas derivadas de los procesos metabólicos, las cuales pueden intensificarse según la cantidad y el tipo de dieta suministrada, así como el estado productivo del animal. A pesar de una ingesta elevada, la síntesis hepática de urea, originada principalmente a partir de aminoácidos y $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal puede exceder el N digestible absorbido. Si no existieran mecanismos de reciclaje eficientes para recuperar parte de este N de la urea sintetizada, el balance nitrogenado podría volverse negativo, comprometiendo la eficiencia en la utilización del N alimentario (Lapierre y Lobley, 2001).

3.2. Metabolitos plasmáticos relacionados con el uso del nitrógeno

En rumiantes, la urea y las proteínas totales en el plasma reflejan diferentes aspectos del metabolismo nitrogenado. La urea es un producto del metabolismo de las proteínas, indicando el exceso de N que el animal no puede usar y que debe excretar. Por otro lado, las proteínas totales en la sangre incluyen tanto las proteínas sintetizadas a partir de la dieta como las proteínas movilizadas de los distintos depósitos corporales.

La urea en sangre constituye el principal producto final del metabolismo del N en rumiantes antes de su excreción (Spek et al., 2013). En rumiantes sanos, la concentración de urea en sangre es un indicador importante de la relación entre las proteínas y la energía en la dieta. Cuando existe un exceso de N en relación con la energía disponible en el rumen, la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal aumenta. Este $\text{NH}_3\text{-N}$ no utilizado es absorbido a través de la pared del rumen hacia la sangre portal y transportado al hígado, donde se convierte en urea (Roseler et al., 1993). Además, el hígado produce urea a partir del $\text{NH}_3\text{-N}$ derivado de la desaminación de aminoácidos provenientes de la digestión postruminal y del recambio proteico sistémico. El aumento de la urea plasmática indica una mayor detoxificación de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el hígado (Law et al., 2009), la urea circula por la sangre hasta los riñones, donde se excreta con la orina, o puede difundirse nuevamente al rumen a través de la saliva (Hammond Andrew, 1998).

La concentración de proteínas totales en el plasma sanguíneo bovino se utiliza como un parámetro en el control de la salud y la nutrición animal (Gutierrez et al., 2018). Las proteínas plasmáticas, principalmente la albúmina y las globulinas, son indicadoras del estado metabólico del animal y de su capacidad para sintetizar proteínas. Estas moléculas participan también en funciones clave como la regulación de la presión osmótica sanguínea, el equilibrio ácido-base, el transporte de diversas sustancias y el funcionamiento del sistema inmunológico (Carrillo-Muro et al., 2024). Al igual que la concentración de urea, la concentración de proteínas totales en sangre puede aumentar con el incremento del contenido proteico en la dieta, pero no siempre es así. En algunos casos, el aumento de proteínas plasmáticas refleja una mayor absorción intestinal de proteínas, especialmente cuando la dieta es rica en proteínas y no existe una limitación de carbohidratos fermentables (Law et al., 2009). No obstante, un aporte excesivo de proteína en la dieta puede tener efectos negativos sobre la salud del animal y generar impactos ambientales desfavorables (Luo et al., 2025).

La creatinina sérica es una sustancia nitrogenada no proteica, formada a partir del metabolismo muscular de la creatina y la fosfocreatina (Gregory et al., 2004). Es un producto

de descomposición de la fosfocreatina, un compuesto de almacenamiento de energía en el músculo, y se ha propuesto como un marcador de la masa muscular en el ganado bovino (Istasse et al., 1990). Algunos estudios han encontrado una asociación positiva entre la eficiencia alimentaria y la concentración plasmática de creatinina, sugiriendo que animales más eficientes podrían tener mayor masa muscular (Cantalapiedra-Hijar et al., 2018; Lawrence et al., 2012).

4. Efecto de las proantocianidinas en la producción de rumiantes

Las PAC pueden unirse a las proteínas de la dieta a través de enlaces de hidrógeno, lo que da lugar a la formación de complejos tanino-proteína que son estables en el rumen (pH 5,0–7,0) y resistentes a la degradación microbiana (Makkar, 2003). Además de esta protección directa de la proteína dietética, las PAC pueden actuar sobre la microbiota ruminal, reduciendo la actividad de las enzimas microbianas y ralentizando el crecimiento de las bacterias proteolíticas (Abarghuei et al., 2010; Gao & Zhao, 2022). Estas acciones conjuntas reducen la proteólisis ruminal, lo que limita la liberación de $\text{NH}_3\text{-N}$, disminuyendo su absorción a través de la pared ruminal y, en consecuencia, su conversión en urea en el hígado y su excreción por la orina (Gao et al., 2024). Paralelamente, las proteínas no degradadas en el rumen llegan al intestino delgado, donde se digieren y absorben en forma de aminoácidos, lo que mejora el aprovechamiento del N por parte del animal (Makkar, 2003). Este desplazamiento del sitio de digestión de la proteína modifica la partición del N dietético, favoreciendo una menor excreción urinaria y un aumento del N excretado por vía fecal, lo que refleja una utilización más eficiente del N y un posible beneficio ambiental (Aguerre et al., 2016; Ebert et al., 2017). El N excretado por la orina se considera más perjudicial para el medio ambiente que el presente en las heces, especialmente por su mayor contribución a la volatilización de $\text{NH}_3\text{-N}$. Por tanto, reducir la proporción de N urinario y aumentar la fracción fecal mediante las PAC podría contribuir a minimizar la emisión de $\text{NH}_3\text{-N}$ y disminuir la contaminación ambiental (Corredu, 2013).

Además, las PAC pueden reducir la disponibilidad de carbohidratos estructurales fermentables en el rumen, contribuyendo a disminuir la producción de metano (CH_4) por parte de las bacterias metanogénicas (Carvalho Costa et al., 2020). Estos efectos varían según el tipo de TC y su proporción en la dieta. En las dietas con un contenido moderado de TC (inferior a 50 g/kg de MS) se observó la disminución de la producción de CH_4 (Min et al., 2020).

Las PAC mejoran el estado anti oxidativo de los animales y la estabilidad oxidativa de sus productos (Soldado et al., 2021). A dosis alta, las PAC pueden provocar algunos problemas anti nutricionales para los rumiantes debido a su propiedad astringente, que reduce el consumo

de alimento y, en consecuencia, el rendimiento animal (Frutos et al., 2004; Oliveira y Berchielli, 2007). No obstante, los rumiantes pueden desarrollar mecanismos de tolerancia, como la adaptación progresiva de la microbiota ruminal a los compuestos fenólicos y la secreción de proteínas salivales capaces de unirse a las PAC y mitigar su impacto negativo (Naumann et al., 2017). Entre las respuestas beneficiosas de los animales a las PAC se han observado mejoras en el crecimiento, la producción de leche y lana, así como en la fertilidad, además de una disminución en las emisiones de CH₄ y en la volatilización de NH₃-N a partir de las heces o la orina (Mueller-Harvey et al., 2019). Sin embargo, los efectos de las PAC son dependientes de la especie animal que los ingiere, el tipo de PAC, la dosis, la dieta y la estructura química (Naumann et al., 2017; Smith et al., 2005).

En vacuno, la adición de PAC no tuvo impacto sobre la ganancia de peso, el consumo de alimento ni la eficiencia alimentaria (Avila et al., 2020; Ebert et al., 2017; Orzuna-Orzuna et al., 2021). No obstante, causó una disminución en la concentración de N amoniacal en el rumen (Fonseca et al., 2024), en las emisiones de CH₄, así como en la excreción urinaria de N y la digestibilidad de la MS (Aguerre et al., 2016). También se observó un aumento en las concentraciones de propionato ruminal y butirato, así como en la excreción fecal de N (Orzuna-Orzuna et al., 2021). Por otro lado, en el estudio de Avila et al. (2020) la concentración de N amoniacal ruminal no se vio afectada por las PAC.

En dietas para corderos, la inclusión de PAC provenientes de *Acacia mearnsii* provocó efectos positivos cuando se utilizaron en niveles moderados, observándose un aumento en la ingesta de MS, proteína y otros nutrientes, así como en la retención de N, el peso final, la ganancia media diaria (GMD) y la eficiencia alimenticia. No obstante, también se registró una disminución en la digestibilidad de la MS y la proteína bruta (PB), así como en la excreción urinaria y fecal de N y en los niveles de N ureico en sangre, sin afectar los niveles de creatinina ni de proteína total (da Silva Aguiar et al., 2023; Méndez-Ortiz et al., 2018). En ovejas, las PAC de esparceta (*Onobrychis viciifolia*) no tuvieron efecto sobre la ingesta, el peso corporal ni la producción de leche, pero sí se redujo la concentración de urea en el plasma (Baila et al., 2022). Un estudio de Correddu et al. (2020) demostró que las PAC reducen la concentración de NH₃-N en el rumen y de N-ureico en sangre.

5. Interés de incluir coproductos de la uva en las dietas de los rumiantes

La mayoría de los estudios sobre el uso de coproductos de uva en la alimentación de rumiantes se centran en el orujo de uva o en los extractos de pepitas de uva en corderos, mientras

que existe una información limitada sobre los efectos de las pepitas o los raspones sin procesar. La incorporación de ingredientes a base de coproductos de uva ha demostrado reducir los impactos ambientales de la producción de piensos para animales, principalmente debido a la disminución en el uso de otros ingredientes (Blasi et al., 2024; Dilek et al., 2024).

Por su aporte de compuestos secundarios (Spanghero et al., 2009) pueden reducir la degradabilidad ruminal de la proteína y prevenir el timpanismo en dietas ricas en concentrados (Mangan, 1988), mientras que sus altos niveles de antioxidantes previenen daños tisulares y mejoran el metabolismo oxidativo (Mavrommatis et al., 2021).

En relación con el impacto sobre los rendimientos, en terneros alimentados con dietas intensivas durante 90 días, la inclusión de 150 g/kg de orujo de uva como fuente fibrosa alternativa al salvado de trigo incrementó la GMD sin aumentar ni la ingestión ni la eficiencia (Tayengwa et al., 2020). Caetano et al. (2019) estudiaron el efecto de la inclusión de 300 g/kg ensilado de orujo de uva molido reemplazando cascarilla durante 41 días, encontrando similares GMD entre tratamientos, pero con una mayor ingestión y una reducción de la digestibilidad de la dieta, que dieron lugar a un aumento del índice de conversión de alimentos. Li et al. (2024) estudiaron la tasa de inclusión de orujo de uva (0%, 10%, 20%) durante 129 días en la dieta de terneros encontrando una menor GMD y eficiencia con la inclusión del 20% con respecto a los otros dos. La inclusión de 65 mg/kg de extracto de semilla de uva en la dieta de terneros durante 35 días incrementó la GMD y la ingestión de los terneros en condiciones de estrés térmico (Chen et al., 2019). Además, los efectos pueden depender de la raza o genotipo estudiado. En este sentido, Giannico et al. (2025) estudiaron el efecto de la inclusión de orujo de uva (0% vs. 20%) en la dieta de terneros de raza Podolica y en dos cruces (Limusin x Podolica y Marchigiana x Podolica) desde los 10 meses hasta alcanzar el peso de 600 kg. La inclusión de orujo de uva no afectó a las GMD ni la duración del cebo, pero incrementó la ingestión de MS en los terneros Podolica y Limusin x Podolica pero no a los Marchigiana x Podolica incrementando el índice de conversión en los tres grupos. Por otro lado, Molosse et al. (2023) encontraron en terneros castrados alimentados con una dieta 60% concentrado:40% ensilado de maíz que la inclusión del 10% de orujo de uva ensilado durante 121 días no afectó ninguno de los parámetros de rendimiento, pero cuando se incluyó desecado, redujo la ingestión de MS e incrementó el índice de conversión (IC).

Como se ha indicado, existen menos estudios sobre el impacto sobre los rendimientos del uso de coproductos de la uva distintos al orujo y con resultados variables. Ma et al. (2023) estudiaron la inclusión de extracto de semilla de uva en la dieta de terneros destetados durante

60 días encontrando que la inclusión de extracto de semilla de uva no afectó a la ingestión, incrementó la GMD y tendió a reducir el índice de conversión. En corderos, algunos trabajos han mostrado efectos positivos sobre el rendimiento animal, como un mayor crecimiento con harina de residuos de uva (Molosse et al., 2021) o extracto de pepitas (Mu et al., 2020). Sin embargo, otros estudios no observaron mejoras significativas en estos parámetros con el uso de extractos o pepitas de uva (Amaral et al., 2019; Giller et al., 2021; Wang et al., 2021).

En cuanto al balance de N, Li et al. (2024) estudiaron la inclusión de distintas tasas de orujo de uva (0%, 10%, 20%) reemplazando silo de maíz observando que la inclusión de orujo de uva en la dieta de terneros provocó una disminución lineal en la excreción de N urinario sin afectar la excreción fecal de N ni a su retención. Sin embargo, Tayengwa et al. (2021) evaluaron los efectos de la inclusión de 150 g/kg de orujo de uva como fuente fibrosa alternativa al salvado de trigo en terneros. A los 21 días, los terneros no presentaron alteraciones en la digestibilidad de la MS, pero la inclusión del orujo de uva incrementó la ingestión de N, excreción de N fecal y retención de N, junto con una mayor eficiencia en la utilización del N mientras que el N urinario permaneció similar. Igualmente, en el estudio de Ream et al. (2021) se observó que la alimentación con orujo de uva también condujo a un aumento en la excreción de N fecal, lo que sugiere una unión irreversible del N dietético por las PAC a lo largo del tracto gastrointestinal. Como se ha indicado, este cambio hacia la excreción fecal, en lugar de urinaria, es beneficioso desde una perspectiva ambiental, ya que la mineralización del N fecal es mucho más lenta que la del N urinario, lo que ayuda a reducir las emisiones de N reactivo, como el $\text{NH}_3\text{-N}$, limitando su volatilización y contaminación (Corredu, 2013). Además, este cambio incrementa el valor del estiércol como fertilizante para la producción agrícola (Ream et al., 2021). En un metaanálisis de estudios de corderos, Bahrapour et al. (2025) no encontraron asociación entre la ingesta de orujo de uva, la ingestión de N, excreción de N (fecal y urinario) y su retención.

La digestibilidad aparente de la MS y la PB no se vio afectada por la inclusión de 150 g/kg de orujo de uva en la dieta de terneros tras 21 días de adaptación (Tayengwa et al., 2021). Li et al. (2024) tampoco encontraron efecto de la inclusión de orujo de uva desecado (0%, 10% y 20%) en la digestibilidad aparente de MS y PB. Lo mismo ocurrió con Molosse et al. (2023), quienes no encontraron efectos sobre la digestibilidad de la materia seca (MS) y la proteína bruta (PB) al incluir un 10% de orujo de uva ensilado ni un 10% de orujo de uva deshidratado. Sin embargo, Vinyard et al. (2021) encontraron una evolución cuadrática de la inclusión de orujo de uva desecado (0%, 15% y 30%) en la digestibilidad aparente de la MS y de PB. Caetano et al. (2019) encontraron una reducción en la digestibilidad aparente de la MS al incorporar 300

g/kg de orujo de uva. Cuando se añadió extracto de semilla de uva a la dieta de terneros destetados, Ma et al. (2023) encontraron un incremento de la digestibilidad aparente de MS y una tendencia en la de PB. Wang et al. (2021) observaron que la inclusión de pepitas de uva en la dieta de corderos no afectó la digestibilidad de MS y PB.

En cuanto al efecto sobre la fermentación ruminal, los resultados de los estudios son dispares. Tayengwa et al. (2021) utilizando orujo de uva en distintas proporciones en vacuno de cebo encontraron una disminución en la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal al incluir únicamente un 15% de orujo de uva como fuente fibrosa alternativa, lo que concuerda con los hallazgos de Vinyard et al. (2021), quienes también observaron una disminución en los niveles de $\text{NH}_3\text{-N}$ con una inclusión del 15% de orujo, aunque a mayores niveles (30%) la concentración tendió a aumentar. Teng et al. (2025) encontraron que la inclusión de orujo de uva (15% y 20%) incrementó el $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal con respecto a una dieta control. Correddu et al. (2015) reportaron un aumento de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el rumen tras la suplementación con pepitas de uva, sin cambios en las proporciones de ácidos grasos volátiles. Por su parte, Abarghueti et al. (2010), al comparar una dieta con orujo de uva (762 g/kg MS) frente a una dieta forrajera, encontraron que el orujo redujo las concentraciones de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el rumen. La inclusión de extracto de semilla de uva en la dieta de terneros destetados no afectó al $\text{NH}_3\text{-N}$ (Ma et al., 2023). En cuanto al pH ruminal, varios autores como Tayengwa et al. (2021); Li et al. (2024) y Molosse et al. (2023) no reportaron efectos significativos tras la inclusión de coproductos de la uva en la dieta. En contraste, Teng et al. (2025) observaron un aumento del pH ruminal al incorporar orujo de uva en niveles del 15% y 20%. Por otro lado, Wang et al. (2021) encontraron que la adición de pepitas de uva en la dieta de corderos provocó una disminución del pH ruminal, asociada a una reducción en la relación acetato:propionato.

Diversos estudios han evaluado los efectos de la inclusión de orujo de uva en la dieta de rumiantes, observando mejoras en el aprovechamiento de la proteína y la salud general de los animales, aunque con ciertas discrepancias entre estudios en función del tipo de animal y el nivel de inclusión. En cuanto a los metabolitos plasmáticos, en novillas de carne cruzadas, Vinyard et al. (2021) describen un efecto cuadrático en las concentraciones de N ureico plasmático, que disminuyó con una inclusión moderada de orujo de uva (hasta el 15%), lo que indicaría una mejor retención y utilización del N, pero tendió a aumentar con una inclusión del 30%. En el estudio de Chedea et al. (2017) la incorporación de un 15% de orujo de uva seco en la dieta de vacas lecheras resultó en un aumento significativo de las proteínas totales en el plasma sanguíneo, sin afectar negativamente a la composición de la leche. Por otro lado,

Molosse et al. (2023) evaluaron la inclusión del 10% de orujo de uva ensilado y deshidratado en la dieta de terneros castrados encontrando un incremento en las concentraciones de proteínas totales en sangre, sin cambios significativos en las concentraciones de urea plasmática. En corderos, Molosse et al. (2021) no encontraron diferencias en las concentraciones plasmáticas de proteínas totales ni de urea con la suplementación de harina de residuo de uva. En un metaanálisis realizado con estudios en corderos, Bahrapour et al. (2025) afirmaron que la incorporación de orujo de uva en la dieta reduce la concentración de N ureico en sangre, pero no afecta a la concentración de proteínas totales.

Finalmente, no se han encontrado estudios relativos al uso de raspón en cebo de rumiantes, aunque sí hay trabajos recientes relativos a su uso en dietas de conejos (San Martin et al., 2025), donde una inclusión hasta el 10% de la dieta no afectó a los rendimientos. De manera similar, Costa-Silva et al. (2022) encontraron que la inclusión de raspón (5% y 10%) no afectó a los rendimientos. San Martin et al. (2023) analizaron in vitro el efecto de diferentes tratamientos de hidrólisis con el fin de mejorar su digestibilidad de cara a su potencial uso por rumiantes, pero en la actualidad no hay estudios relativos a su uso in vivo, lo cual es el objetivo del presente trabajo

Objetivos e hipótesis

En el contexto actual de una producción animal orientada hacia la sostenibilidad resulta fundamental buscar estrategias nutricionales que permitan reducir el impacto ambiental sin comprometer la eficiencia productiva. Entre estas estrategias, el aprovechamiento de coproductos agroindustriales como el raspón de uva se presenta como una alternativa prometedora para la alimentación de rumiantes, gracias a su contenido en compuestos bioactivos con potencial para mejorar el metabolismo nitrogenado y reducir las emisiones contaminantes procedentes del metabolismo nitrogenado y de las excreciones. En la actualidad, no existe apenas información sobre la utilización del raspón en las dietas animales, pero la existente con otros coproductos de la uva (orujo, extracto de semillas) y otras fuentes de PAC muestra resultados variables influenciados por la forma de inclusión, las dosis utilizadas o la especie y tipo de animal. Los efectos sobre el rendimiento productivo no son concluyentes y dependen de numerosos factores. Sin embargo, muchos de los estudios muestran que las PAC pueden disminuir la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal y con ello la excreción urinaria de N aumentando al mismo tiempo la excreción fecal de N, lo que podría tener implicaciones positivas a nivel ambiental. Por otro lado, la composición química del raspón es diferente de los otros coproductos de la uva, siendo especialmente más fibroso; sus PAC difieren en cierta medida de las de otros coproductos de la uva, por lo que los resultados obtenidos con los otros coproductos no son directamente extrapolables.

Por todo ello, el **objetivo general** de este trabajo es evaluar la viabilidad de la inclusión de distintas dosis de raspón de uva (0%, 3% y 6%) en el pienso de terneros durante la fase de finalización del cebo. Los objetivos parciales son:

- Evaluar el efecto sobre los rendimientos productivos
- Estudiar el impacto sobre el metabolismo nitrogenado

En el presente trabajo se plantea la **hipótesis** de que la inclusión de raspón de uva en la dieta de terneros en cebo no compromete negativamente su rendimiento productivo y puede contribuir a una mejor eficiencia en la utilización del N de la dieta. En particular, se espera que el raspón promueva un desplazamiento de la excreción nitrogenada desde la orina hacia las heces, lo que supondría una reducción en la emisión de compuestos volátiles como el $\text{NH}_3\text{-N}$, y, por tanto, una menor carga contaminante.

Material y métodos

Todos los procedimientos y muestreos realizados durante el ensayo cumplen los principios éticos de protección de los animales utilizados para experimentación requeridos en el CITA, se adaptan a la normativa vigente (Real Decreto 53/2013) y han sido aprobados por el Comité Ético de Experimentación Animal del CITA (Referencia 2021-11).

1. Localización

El trabajo se llevó a cabo en instalaciones del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). El cebo de los terneros se desarrolló en la Finca Experimental de la Garcipollera (42° 37'N, 0° 30' O, 945 m sobre el nivel del mar (m s.n.m.)), que está situada en Bescós de la Garcipollera (Huesca), mientras que los análisis de las muestras se realizaron en la sede de Montañana (Zaragoza, 41° 42' N, 0° 49' O, 216 m s.n.m.).

A continuación, se presentan las condiciones meteorológicas registradas en la Finca Experimental de La Garcipollera durante el periodo de realización del ensayo de cebo (junio a octubre de 2024), incluyendo la temperatura máxima (T^a), media y mínima, la humedad relativa (HR) media y el índice de temperatura y humedad (THI) (figura5), calculado según la fórmula del NRC (1971): $THI = (1.8 \times T^a + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times HR) \times (1.8 \times T^a - 26)]$.

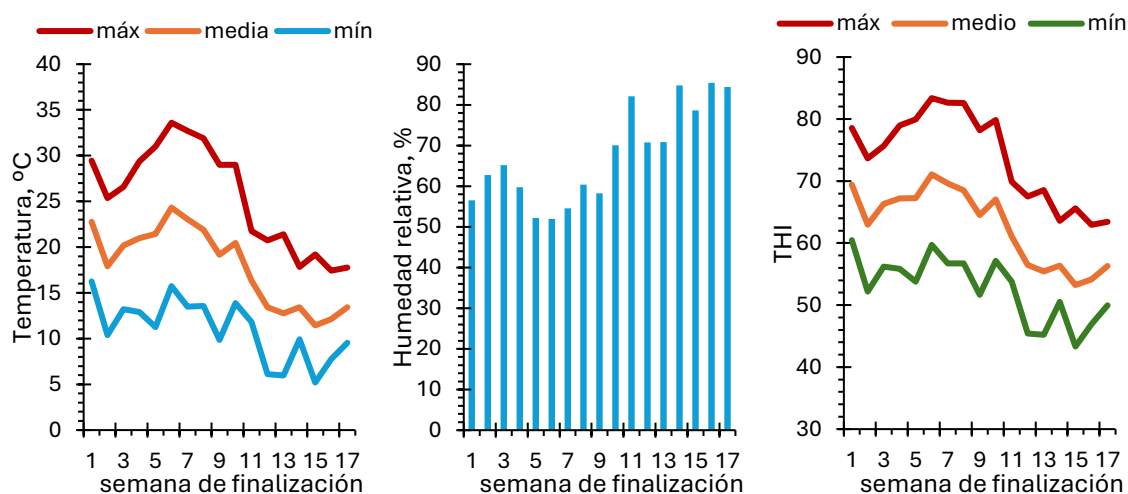


Figura 5. Evolución semanal de la temperatura, humedad relativa e índice de temperatura y humedad (por sus siglas en inglés: THI) durante el periodo del ensayo de cebo (junio–octubre 2024).

2. Dietas, animales y diseño experimental

En septiembre de 2023 se recibieron 4 toneladas de raspón de vid de una mezcla de variedades (blanco, garnacha y tempranillo) procedentes de la destilería San Valero (Cariñena, Zaragoza). Se extendieron sobre una gran superficie hormigonada y se secaron al sol, volteándolas diariamente, durante 10 días. Una vez seco, se tomaron muestras y se determinó

el contenido en proteína bruta [PB, 7% materia seca (MS)], fibras [fibra neutro detergente, FND: 31% MS, fibra ácido detergente, FAD: 26% MS, y lignina: 8% MS], polifenoles [70 mg equivalentes (eq.) ácido tánico/g MS] y PAC [totales: 136 g eq. PAC raspón/kg MS; libres: 57 g eq. PAC raspón/kg MS, ligados a proteína: 62 g eq. PAC raspón/kg MS; ligados a fibra: 17,3 g eq. PAC raspón/kg MS] de dicho raspón. Dada esta composición química, se eligió utilizar paja para sustituir el raspón en los piensos que se utilizarían posteriormente para el cebo y modificar lo mínimo posible el resto de los ingredientes. Una vez seco, el raspón y paja de cereal se molieron en el Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza según su recomendación con molino de martillos con tamiz de 2,5 cm.



Foto 1. Raspón desecándose al sol



Foto 2. Raspón molido



Foto 3. Paja molida

En el ensayo se utilizaron 24 terneros machos de raza Parda de Montaña procedentes del rebaño experimental de la Garcipollera. Tras el destete (162 d de edad, 173 kg de peso vivo), los terneros se trasladaron a una nave de estabulación abierta, con ventilación natural. En ella se alojaron conjuntamente en un corral con cama de viruta de madera, equipados con dos estaciones de alimentación DELPRO (DELPRO Herd Management 5.3, DeLaval) para la distribución automática de concentrado de forma individual, comederos para el suministro de paja en grupo y bebederos.



Foto 4. Terneros de la raza parda de Montaña

La fase pre-experimental consistió en dos meses durante los cuales los animales recibieron un pienso convencional de cebo (1,02 unidad forrajera carne (UFC)/kg, 12,4% proteína bruta (PB), ambos sobre materia fresca (MF)) y se adaptaron a las instalaciones y al sistema de distribución de pienso.

Los terneros recibieron a voluntad uno de los tres piensos granulados con distinta proporción de raspón (0%, 3% y 6%) en sustitución de la paja durante los 4 meses de la finalización, desde junio a octubre de 2024. Los piensos se formularon para que fueran iso-energéticos (1,04 UFC/kg de materia fresca (MF)) e iso-proteicos (11,2% PB en MF) intentando modificar lo mínimo posible el resto de los ingredientes (Tabla 3). Además, los terneros dispusieron de paja a voluntad como fuente de fibra larga y agua a libre disposición. Al inicio del ensayo, los animales se asignaron aleatoriamente a tres grupos equilibrados por peso y edad.

Tabla 3. Ingredientes de los piensos

%	0% Raspón	3% Raspón	6% Raspón
Maíz	51,76	51,74	51,84
Trigo	14,93	14,93	14,93
DDGs nacional ¹	7,96	7,96	7,96
Paja	5,97	2,99	0,00
Raspón	0,00	2,99	5,97
Cebada	4,98	4,98	4,98
Cascarilla de soja	3,85	5,32	6,82
Aceite de palma	2,78	2,21	1,60
Tercerillas	2,38	2,41	2,13
Soja 44%	1,80	0,78	0,00
Carbonato cálcico	1,02	1,00	0,99
Melaza de caña	1,00	1,00	1,00
Sal de mina	0,40	0,41	0,41
Urea	0,31	0,41	0,50
Complemento vitamínico-mineral	0,30	0,30	0,30
Tampón	0,30	0,30	0,30
Bicarbonato sódico	0,30	0,30	0,30

¹: Granos secos de destilería con solubles

3. Controles realizados

Diariamente se registró la ingestión individual de pienso de manera automática mediante estaciones automáticas DELPRO. El consumo de paja se estimó conjuntamente para todos los animales al estar alojados en un único corral. Para ello, se pesaron las pacas de paja al ser aportadas y se anotaron los días de duración de dicha paca. Se tomaron muestras quincenales de los piensos y la paja para determinar la composición química de los alimentos.

Semanalmente se pesaron los terneros a las 8:00 en una báscula digital, con una precisión de 0,5 kg. A partir de estos datos, se estimó la ganancia media diaria (GMD) por regresión lineal del peso sobre la fecha y el Índice de Conversión (IC) del pienso calculado como la cantidad de pienso consumido dividida entre la ganancia de peso ($IC = \text{ingestión diaria de pienso} /$

GMD). Se calcularon las ingestiones, GMD e IC tanto de manera global como mensualmente, para estudiar su evolución en el tiempo.



Foto 5. Pesaje de terneros

Se estudió el balance de N y la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal en la segunda semana de julio, tras haber consumido los terneros los piensos experimentales durante 3 semanas y la primera semana de octubre, tras 15 semanas. Para cada uno de los balances se tomaron muestras individuales de alimentos, heces y orina y muestras de líquido ruminal para determinar el $\text{NH}_3\text{-N}$. Las instalaciones no permitían la recolección individual total de heces y orina, por lo que se tomaron muestras puntuales de ambas para estimar de manera indirecta la producción total. Con el fin de determinar su composición química, se obtuvieron muestras por duplicado de los tres piensos y de la paja en los mismos periodos en los que se realizaron los muestreos para el balance de nitrógeno.

A primera hora de la mañana se colocaron los terneros de 3 en 3 en una manga de manejo para la recolección de muestras puntuales de orina y heces. La recogida de orina se realizó por estimulación del prepucio, las muestras se filtraron para eliminar pelos y residuos. Se tomaron submuestras para la determinación de la creatinina y el N, añadiendo a ésta último ácido sulfúrico al 20% para reducir la volatilización. Posteriormente se congelaron y se almacenaron a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ hasta los análisis respectivos.



Foto 6. Recolección de orina y muestreo

Se recogieron muestras de heces mediante estimulación y extracción directa del recto en 3 días consecutivos, tras la extracción de la orina o a primera hora de la mañana los días que no se obtenía muestra de orina. Cada día se recogieron 50 g y se desecaron en estufa a 60°C . A

partir de las 3 muestras diarias se obtuvo una muestra compuesta. Las heces desecadas se molieron y almacenaron a temperatura ambiente hasta las determinaciones de N y las cenizas insolubles en ácido (AIA).



Foto 7. Recolección y muestreo de heces

Los terneros se inmovilizaron en un potro de contención para obtener líquido ruminal del saco ventral del rumen utilizando una sonda esofágica conectada a una bomba de vacío. Se realizaron dos extracciones de 200 ml de líquido ruminal, eliminando el líquido obtenido en la primera para evitar una posible contaminación por saliva que pudo haber quedado en el interior de la sonda al atravesar la boca y el esófago de los animales. El líquido de la segunda extracción se filtró con una gasa quesera. Se le midió el pH con un pH metro portátil (Testo 205, Testo AG, Alemania) y se subdividió en distintas alícuotas. Dos de ellas (2 ml) se acidificaron (0,8 ml de ácido clorhídrico 0,5 N) para el análisis de $\text{NH}_3\text{-N}$. Las alícuotas se congelaron en la propia explotación, conservándose en la misma condición (-20°C) a su llegada al laboratorio. Previo a su análisis, las muestras se descongelaron y se centrifugaron ($13.800 \times g - 30 \text{ min}$) con el fin de eliminar los residuos sólidos y obtener un sobrenadante claro para su evaluación.



Foto 8. Extracción de líquido ruminal y muestreo

Se obtuvieron muestras de sangre una semana antes del inicio de la finalización (-1; basal), la semana 3 y la semana 15 para la determinación de urea, creatinina y proteínas totales en el plasma. A primera hora en el muestreo basal y tras la obtención de las muestras de orina

y heces en las semanas 3 y 15 se extrajo sangre de la vena coccígea utilizando tubos de vacío con EDTA (BD Vacutainer Becton-Dickenson and Company, Plymouth, Reino Unido). Tras la extracción, las muestras de sangre se centrifugaron a 3000 rpm durante 5 minutos en refrigeración para separar el plasma y se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis el día posterior.



Foto 9. Extracción de sangre y muestreo

4. Análisis químicos

Las muestras de alimentos y heces se secaron en una estufa con ventilación forzada a 60°C hasta que alcanzaron peso constante. Luego, se trituraron con un molino de cuchillas equipado con una malla de 1 mm de diámetro y se almacenaron para su análisis. En el caso de los análisis de N, se empleó un molino Retsch ZM200 con una criba de 0,2 mm.

Los análisis químicos se realizaron por duplicado siguiendo métodos oficiales. Se determinó la MS (método 934.01) y el contenido de cenizas (método 942.05) siguiendo los protocolos establecidos por la *AOAC* (2000). El contenido de N en alimentos, heces y orina se cuantificó mediante el método de Dumas (método 968.06, *AOAC*, 1999) con un analizador de N modelo NA 2100 (CE Instrumentos, Thermoquest SA, Barcelona, España). Los contenidos de FND, FAD y lignina ácido detergente (LAD) se determinaron según el método de Van Soest et al. (1991) utilizando un aparato de digestión (Ankom 2000 con 65rpm de agitación, ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EE.UU.). La determinación de FND se hizo con amilasa termoestable. La lignina se analizó en los residuos de FAD por solubilización de la celulosa con ácido sulfúrico. Todos los valores se corrigieron con el contenido de cenizas. El extracto etéreo (EE) se evaluó mediante el método Am 5-04 (*AOCS*, 2005) utilizando un extractor ANKOM XT10 (Ankom Technology Corporation) con hidrólisis ácida.

La determinación del contenido de proantocianidinas (PAC) se realizó siguiendo el método de Terrill et al. (1992). Para ello, se pesaron 0,1 g de las muestras molidas a 0.2 mm y se extrajeron secuencialmente las fracciones de PAC libres, ligadas a proteína y ligadas a fibra.

Las PAC libres se extrajeron utilizando una solución acuosa de acetona al 70% (v:v) con ácido ascórbico (1 g/l) a la que se añadió dietiléter en proporción 2:1, se tomó el sobrenadante tras centrifugación. A continuación, se extrajeron los PAC ligadas a proteína del pellet resultante mediante ebullición con una solución de 10 mmol TRIS, 10 g/l de dodecilsulfato sódico, 50 g/l de 2-mercaptoetanol a pH 8. Tras recuperar el sobrenadante, el pellet resultante se utilizó para determinar los ligados a fibra añadiendo 1 ml de la solución de TRIS anteriormente descrita. La cuantificación de los PAC extraídos se realizó mediante el método colorimétrico de Grabber et al. (2013) del butanol:HCl (butanol:acetona:HCl:agua, 42:50:5:3, v:v:v:v). El estándar de referencia utilizado para la cuantificación de las muestras se obtuvo de PAC de raspón según el método descrito por Wolfe et al.(2008). Brevemente, la extracción se realizó mediante una solución acuosa de acetona al 70% (v:v) y se purificó mediante Sephadex LH-20 (Cytiva, Uppsala, Suecia). Las muestras y los estándares se midieron en un espectrofotómetro Helios β (Thermo Fisher Scientific, USA) a 550 nm.

El contenido de AIA en los piensos, la paja y las heces se analizó según un procedimiento estándar (Boletín Oficial del Estado, 1995) basado en el método de Shrivastava y Talapatra (1962). Se utilizaron 10 g de alimentos y 5 g de heces. Los residuos obtenidos tras la determinación del contenido en cenizas se hidrolizaron con 75 ml de HCl 3 N y se hirvieron durante 15 minutos. Luego, las muestras se filtraron a través de un papel filtro libre de cenizas (1004 150, Whatman) y los residuos se lavaron con 50 ml de agua destilada caliente. Los filtros con los residuos se secaron a 103°C durante 2 horas y luego se calcinaron a 550°C durante 3 horas. El crisol y su contenido se dejaron en un desecador para enfriarse a temperatura ambiente y luego se pesaron para calcular el contenido de AIA.

La concentración de creatinina en orina se determinó mediante cromatografía líquida ultrarrápida acoplada a espectrometría de masas, utilizando el método descrito por Kim et al.(2025). las muestras se centrifugaron a 20.800 g durante 10 minutos a 4 °C y se filtraron mediante una membrana de 0,45 μ m. Posteriormente, se diluyeron 1.000 veces. A cada muestra diluida se le añadieron 10 μ L de agua y 10 μ L de una solución estándar interna (creatinina-d3), y la mezcla se inyectó en el sistema LC-MS/MS. El análisis se realizó con un sistema Shimadzu Nexera X2 y una columna UPLC Acquity HSS T3 (2,1 mm \times 100 mm, 1,8 μ m, Waters, Milford, MA, USA) y una columna de protección Acquity UPLC HSS T3 VanGuard Pre-Column (1,8 μ m, Waters). La temperatura se fijó en 40 °C. Se utilizaron fases móviles de ácido fórmico al 0,2% en agua (fase A) y acetonitrilo (fase B), con un gradiente de elución adecuado. La detección se llevó a cabo en modo de ionización positiva mediante espectrometría de masas en

tándem (MS/MS), utilizando monitorización de reacciones múltiples (MRM) para la identificación y cuantificación de la creatinina.

El contenido de NH₃-N en el líquido ruminal se determinó con la reacción de Berthelot (Chaney y Marbach, 1962) en un espectrofotómetro (Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, EE.UU.).

El análisis de las concentraciones plasmáticas de proteína total, urea en plasma y creatinina se realizó con un analizador automático (BA 400 LED TECHNOLOGY, BioSystems S.A., Barcelona, España). Los protocolos y reactivos para los análisis de proteína total, urea y creatinina fueron proporcionados por el fabricante del analizador. La proteína total se determinó mediante el método Biuret, basado en la formación de un complejo coloreado con iones cúpricos en medio alcalino. La urea fue analizada utilizando una técnica enzimática cinética espectrofotométrica que mide la disminución de absorbancia producida por la conversión enzimática de la urea. La creatinina, por su parte, se cuantificó mediante un método enzimático específico.

5. Cálculos

Para calcular la ingestión de paja (MSI_{paja}) se determinó primero el porcentaje de paja sobre la dieta consumida en semana previa a cada uno de los muestreos. Para ello se utilizaron las ingestiones totales de pienso registradas de manera individual (MSI_{pienso}) y de paja registrada en grupo (MSI_{paja}).

$$\% \text{ paja de la dieta} = \frac{MSI_{paja}}{MSI_{paja} + MSI_{pienso}}$$

Posteriormente se estimó la ingestión de MS de paja de cada ternero en cada uno de los dos periodos de estudio, considerando la ingestión individual de pienso y la estimación del porcentaje de paja en la dieta.

$$MSI_{paja} = \frac{MSI_{pienso} \times \% \text{ paja dieta}}{(1 - \% \text{ paja dieta})}$$

El balance de N se calculó como la diferencia entre el N ingerido y el N total excretado (fecal y urinario). La cantidad de N ingerido se calculó sumando la ingestión promedio de pienso y paja durante los dos días previos al muestreo multiplicados por sus respectivos contenidos en N.

$$N_{ingerido} (g/d) = (MSI_{pienso} \times N_{pienso} + MSI_{paja} \times N_{paja}) \times 10$$

expresándose los datos de MSI en kg/d y el contenido de N en%

La cantidad total de N excretado se calculó a partir de la cantidad de N excretado en las heces y el excretado en la orina. Para el cálculo de excreción de N en las heces, se calculó en primer lugar la excreción fecal total utilizando el contenido de cenizas insolubles en ácido (AIA) como marcador interno (Monteils, 2002) con la siguiente fórmula:

$$Heces_{excretadas} (kg MS/d) = \frac{MSI_{pienso} \times AIA_{pienso} + MSI_{paja} \times AIA_{paja}}{AIA_{heces}},$$

expresando la MSI en kg/d y el contenido de AIA en%

La cantidad de N excretado en las heces se calculó multiplicando la cantidad de heces excretadas por el porcentaje de N en las heces con la fórmula:

$$N_{heces} (g/d) = (heces_{excretadas} \times N_{heces}) \times 10$$

expresando las heces excretadas en kg/d y el N en%

Para estimar la cantidad de N de la orina se calculó en primer lugar la orina excretada diariamente. Para ello se utilizó la concentración de creatinina en la orina, la producción diaria de creatinina, que se estima en 883 μ mol por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) (X. B. Chen et al., 1992), y la densidad de la orina estimada en 1,03 kg/l (Spanghero et al., 2009). La fórmula de cálculo de la orina excretada utilizada fue la siguiente:

$$Orina_{excretada} (kg/d) = \frac{883 \times PV^{0,75}}{[creatinina]_{orina}} \times 1,03$$

expresándose el PV en kg y la concentración de creatinina en la orina en μ mol/l.

La cantidad de N excretado en la orina se calculó multiplicando la cantidad de orina excretada por el porcentaje de N de la orina.

$$N_{orina} (g/d) = Orina_{excretada} \times N_{orina} \times 10$$

expresándose la cantidad de orina excretada en kg/d y el contenido de N en%

La cantidad total de N excretado se obtuvo de la suma del N excretado en las heces y en la orina:

$$N_{excretado total} (g/d) = N_{heces} + N_{orina}$$

Se calculó también el N ingerido, N excretado en heces, orina y total y N retenido en base al peso metabólico (g/ kg PV^{0.75})

A partir de los datos de ingestión total de la dieta, excreción de heces y contenidos en N de los alimentos y heces se calcularon la digestibilidad aparente de la MS y del N con las siguientes formulas:

$$\text{Digestibilidad aparente de la MS (\%)} = \frac{(MSI_{dieta} - Heces_{excretadas}) \times 100}{MSI_{dieta}}$$

Expresando la materia seca ingerida y las heces excretadas en kg MS/d

$$\text{Digestibilidad aparente del N (\%)} = \frac{(N_{ingerido} - N_{heces}) \times 100}{N_{ingerido}}$$

Expresando el N ingerido y excretado en las heces en g/d

Por último, se calculó la GMD de los 15 días previos a ambos muestreos para estudiar su correlación con los parámetros del balance de N.

6. Análisis estadístico

Para los análisis estadísticos se ha usado el programa R studio versión 4.4.2 usando las librerías lm, lme, eemeans, corrplot, Matrix, lme4, lmerTest, multcomView, dplyr, ggplot2, tidyverse, gridExtra y RColorBrewer. En primer lugar, se comprobó la normalidad de los residuos mediante métodos gráficos, como el histograma y el gráfico Q-Q (*qqnorm*), así como mediante la prueba de Shapiro-Wilk (*shapiro.test*). Los rendimientos productivos globales (ingestión diaria de pienso, GMD, IC) se analizaron con unos modelos lineales generalizados mediante análisis de varianza incluyendo la tasa de inclusión de raspón (0%, 3% y 6%) como efecto fijo.

Para los análisis del PV, ingestión y excreción, digestibilidad aparente, contenido de NH₃-N en el rumen, pH ruminal, balance de N y las concentraciones plasmáticas de metabolitos y los parámetros mensuales de ingestión, GMD e IC se utilizaron modelos mixtos lineales para medidas repetidas. En ellos se consideraron como efectos fijos la tasa de inclusión de raspón, el muestreo/mes y su interacción, y como efecto aleatorio el animal. Se empleó una estructura autorregresiva de primer orden con varianzas heterogéneas para cada muestreo/mes para modelizar el error residual heterogéneo. Los grados de libertad se ajustaron con la corrección de Kenward-Roger.

Para todos los parámetros se obtuvieron las medias mínimo-cuadráticas y se compararon utilizando la corrección de Tukey. Se estudiaron las correlaciones entre los parámetros mediante las correlaciones de Pearson. Se consideraron diferencias significativas cuando el P-valor era inferior a 0,05 y tendencias cuando el *P*-valor era igual o mayor a 0,05 e inferior a 0,10.

Resultados

Los datos de un ternero del lote 0% raspón debieron ser eliminados del ensayo porque presentó un problema de salud no relacionado con el ensayo a partir de mediados de agosto hasta el final del ensayo.

En la Tabla 4 se presenta la composición química de los piensos y la paja. Se observó una ligera disminución en la FND y FAD a medida que aumentó la proporción de raspón. A diferencia de las otras fracciones, la lignina mostró un aumento claro y progresivo con la inclusión de raspón, mientras que la proteína bruta se mantuvo estable. El contenido total de PAC en los piensos se incrementó con la inclusión de raspón.

Tabla 4. Composición química y contenido en proantocianidinas (PAC) de los alimentos (media \pm desviación estándar).

	Piensos			paja
	raspón 0%	raspón 3%	raspón 6%	
n	13	13	13	9
Materia seca (MS; g/kg)	898 \pm 11,2	890 \pm 7,9	894 \pm 10,7	937 \pm 21,5
Cenizas (g/kg MS)	53 \pm 4	50 \pm 2	50 \pm 1,7	41 \pm 5,6
FND ¹ (g/kg MS)	188 \pm 15,4	181 \pm 14	175 \pm 15,3	855 \pm 11
FAD ² (g/kg MS)	54 \pm 6,8	52,15 \pm 8,31	51 \pm 9,96	472 \pm 18
Lignina (g/kg MS)	1,2 \pm 1,52	2,2 \pm 2,45	4,9 \pm 2,96	49 \pm 10,1
Proteína bruta (g/kg MS)	140 \pm 4,8	140 \pm 7	136 \pm 4,8	23 \pm 9,3
Extracto etéreo (g/kg MS)	70 \pm 6,70	70 \pm 3,3	65 \pm 3,3	
PAC, g eq raspón/kg MS				
Libres	0,2 \pm 0,11	0,4 \pm 1,19	0,6 \pm 0,20	0,1 \pm 0,07
Ligadas a proteína	1,1 \pm 0,34	2,5 \pm 1,11	4,3 \pm 0,60	1,1 \pm 0,43
Ligadas a fibra	0,7 \pm 0,20	1,1 \pm 0,42	1,4 \pm 0,30	1,2 \pm 0,10
Totales	1,9 \pm 0,46	4,1 \pm 1,65	6,3 \pm 0,99	2,3 \pm 0,47

¹fibra neutro detergente ² fibra ácido detergente

1. Rendimientos

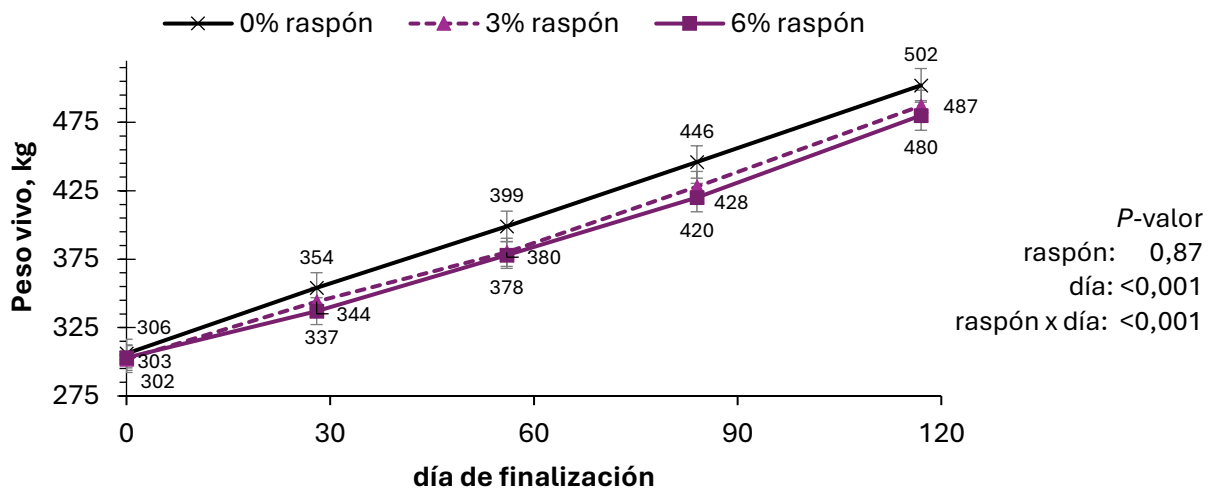
En la Tabla 5 se presentan los parámetros globales de los rendimientos de los terneros durante los cuatro meses que duró el experimento. La tasa de inclusión de raspón no tuvo efecto sobre el peso inicial ($P=0,96$), el peso final ($P=0,45$), la ingestión de pienso ($P=0,57$), la GMD ($P=0,15$) y el índice de conversión (IC) ($P=0,56$). La ingestión global de paja fue de $1,57 \pm 0,131$ kg MS/d.

Tabla 5. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre los rendimientos globales de los terneros durante el experimento.

	raspón 0%	raspón 3%	raspón 6%	e.e. ¹	P-valor
n	7	8	9		
Peso inicial, kg	306	303	303	9,6	0,96
Peso final, kg	502	487	480	12,3	0,45
Ganancia media diaria, kg/d	1,686	1,582	1,537	0,0522	0,15
Ingestión de pienso, kg MS/d	7,76	7,47	7,35	0,270	0,57
Índice de conversión, kg/kg	4,80	4,71	4,61	0,120	0,56

¹ error estándar ponderado

Cuando se evaluó el efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre el peso vivo mensual de los terneros, se observó un incremento progresivo con el tiempo (Figura 6). A pesar de la interacción, el peso de los terneros fue similar en cada uno de los meses independientemente de la inclusión de raspón ($P>0,05$).

**Figura 6.** Peso vivo de los terneros durante el ensayo según la inclusión de raspón en el pienso. Las barras verticales indican el error estándar.

La GMD se vio afectada por la interacción entre el raspón y el mes ($P=0,009$; Figura 7). Los terneros que recibieron el pienso sin raspón (0%) presentaron mayor GMD que los que recibieron pienso 6% raspón el primer mes ($P=0,002$) y mayor que los del 3% raspón en el segundo mes ($P=0,04$), pero posteriormente no hubo diferencias.

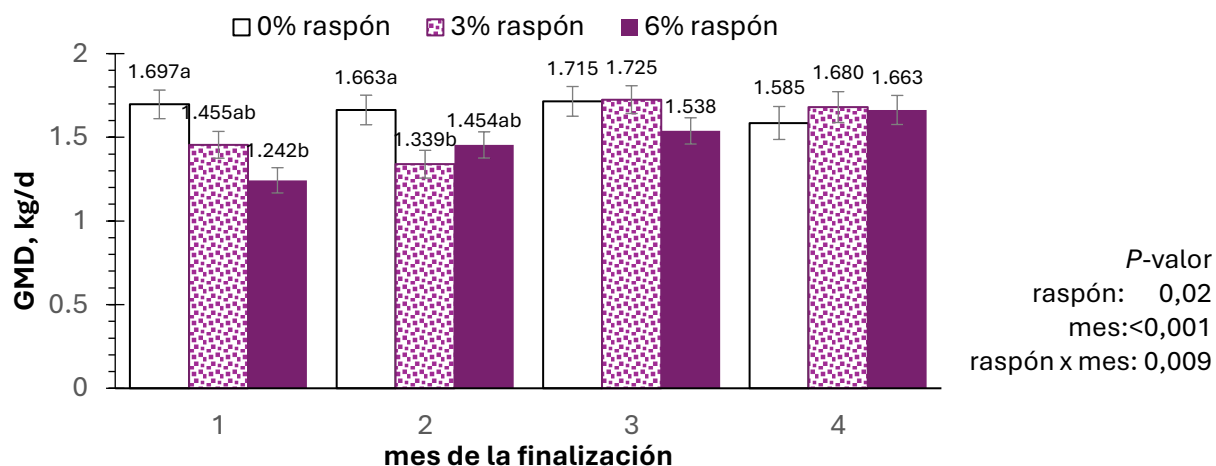


Figura 7. Ganancia media diaria (GMD) de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso. En un mes, medias con distinta letra (a, b) son diferentes debido al raspón ($P < 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar

La ingestión de pienso también se vio afectada por la interacción entre la tasa de inclusión del raspón y el mes ($P = 0,009$) aunque no hubo diferencias en los meses debidos a la inclusión de raspón ($P > 0,05$; Figura 8). La ingestión del pienso se incrementó del primer al segundo mes ($P = 0,005$) y del segundo al tercer mes ($P = 0,02$) pero en distinta magnitud dependiendo de la inclusión de raspón, pero sin una pauta clara. El mayor incremento entre el primer mes y el segundo se dio para el pienso 6% raspón mientras que entre el segundo y tercer mes el máximo incremento se dio para el pienso 3% raspón.

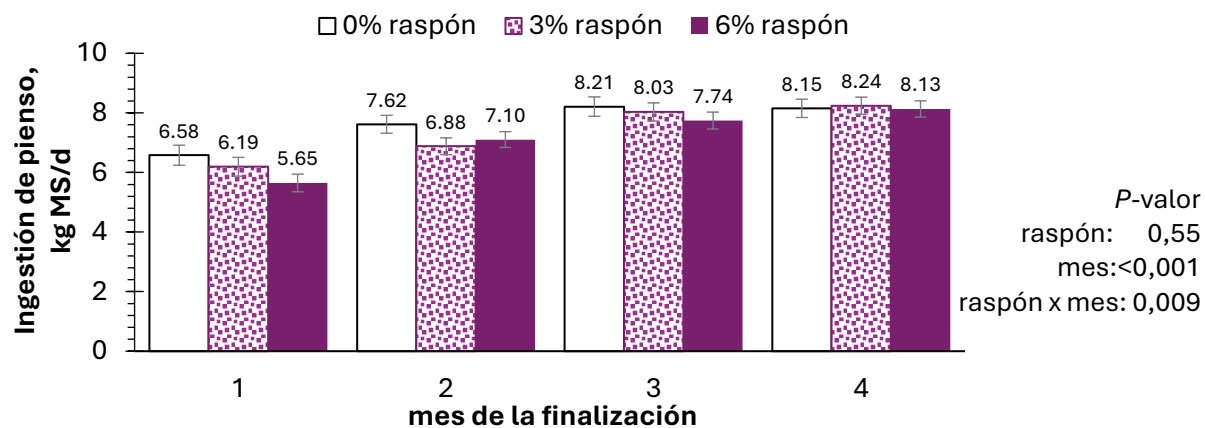


Figura 8. Ingestión de pienso de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso. MS: materia seca. Las barras verticales indican el error estándar

El índice de conversión solo se vio afectado por el mes ($P = 0,002$, Figura 9), siendo inferior en el primer mes que en los siguientes (4,29, 4,94, 4,88, 5,05 kg/kg, para los meses 1, 2, 3 y 4, respectivamente).

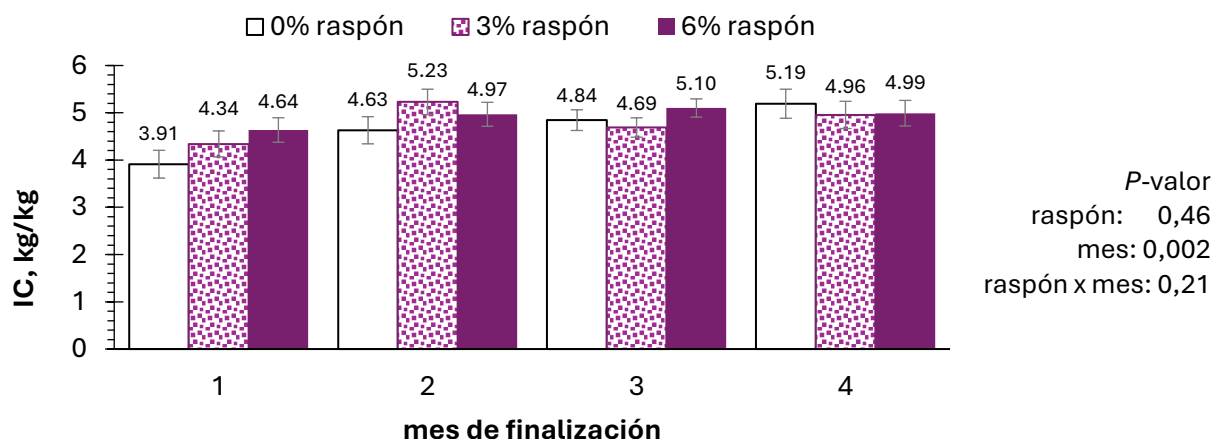


Figura 9. Índice de conversión (IC) de los terneros según la tasa de inclusión de raspón en el pienso. Las barras verticales indican el error estándar

2. Amoníaco ruminal y balance de nitrógeno

El pH no se vio afectado por la tasa de inclusión de raspón (raspón 0%: 6,15; raspón 3%: 6,44 y raspón 6%: 6,42; $P=0,50$) y tendió a ser menor en la semana 3 que en la semana 15 (6,12 vs. 6,56, respectivamente, $P=0,05$). La concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ no se vio afectada por la inclusión del raspón ($P>0,05$) pero sí de la semana ($P=0,04$), con un incremento en el contenido entre la semana 3 y la 15 ($P<0,04$; Figura 10).

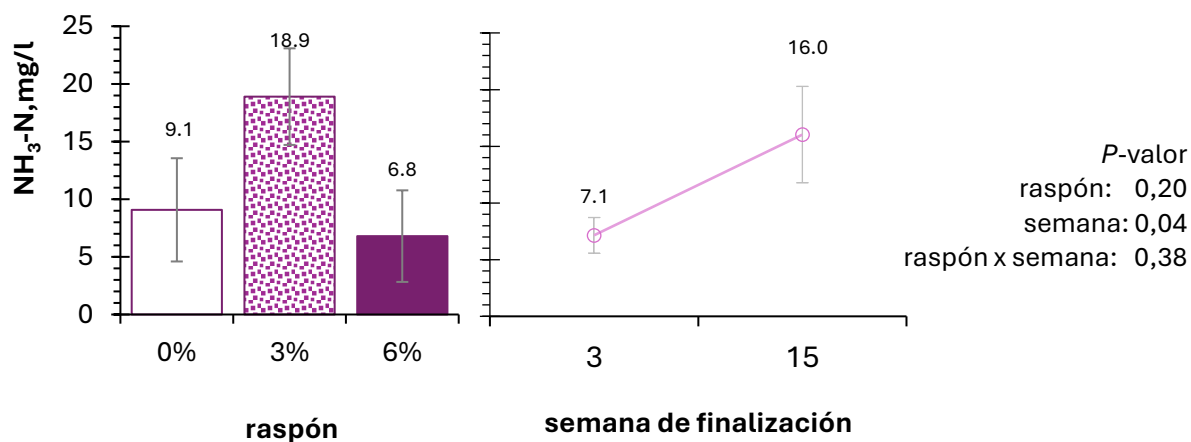


Figura 10. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la concentración de amoníaco ($\text{NH}_3\text{-N}$) ruminal en la semana 3 y 15 de la finalización. Las barras verticales indican el error estándar.

Para el cálculo del balance de N, se calculó en primer lugar la ingestión de pienso y paja en la semana previa a cada muestreo y la excreción total de heces y orina en cada uno de los muestreos (Tabla 6). La interacción entre la inclusión de raspón y la semana tendió a afectar a la ingestión de pienso y de paja ($P<0,10$), ya que los terneros del raspón 0% presentaron mayor ingestión que los del raspón 3% en la semana 3 y no hubo diferencias posteriormente. La ingestión total únicamente se vio afectado por la semana ($P<0,001$), incrementándose entre

ambas semanas (8.80 y 9.99 kg MS/d en las semanas 3 y 17 respectivamente, $P=0,009$). La excreción no se vio afectada ni por el raspón ni por la semana ($P>0,05$).

Tabla 6. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre la ingestión de materia seca total, excreción de heces y orina de los terneros en la semana 3 y 15 de la finalización.

	Pienso			e.e. ¹	P-valor		
	raspón 0%	raspón 3%	raspón 6%		raspón	semana	raspón × semana
Ingestión, kg MS/d							
Pienso					0,22	<0,001	0,06
Semana 3	8,33a	7,50ab	6,70b	0,370			
Semana 15	8,54	8,41	8,40	0,368			
Paja					0,17	<0,001	0,096
Semana 3	1,36a	1,09b	1,22ab	0,060			
Semana 15	1,63	1,60	1,60	0,070			
Total, kg MS/d					0,35	0,009	0,28
Semana 3	9,68	8,16	8,57	0,482			
Semana 15	9,89	10,10	9,99	0,437			
Excreción							
Heces, kg MS/d					0,44	0,38	0,25
Semana 3	4,34	3,40	3,60	0,400			
Semana 15	3,48	3,26	3,79	0,321			
Orina, kg/d					0,56	0,12	0,48
Semana 3	7,05	9,42	13,79	3,880			
Semana 15	4,47	8,82	6,55	2,843			

¹ error estándar ponderado; En una fila, letras diferentes (a, b) indican diferencias debidas a la inclusión de raspón ($P<0,05$).

En la Tabla 7 se presentan los datos referentes al balance de N. La ingestión de N se vio afectada por la interacción entre la inclusión de raspón y la semana ($P=0,002$), al presentar los terneros del raspón 3% menor ingestión de N que los que recibieron el de raspón 0% ($P<0,01$), pero la ingestión fue similar en la semana 15. La excreción fecal de N no se vio afectada ni por el raspón ni por la semana ($P>0,05$). Sin embargo, al expresar la excreción fecal de N por kg de peso metabólico se observó un efecto de la inclusión de raspón, siendo el grupo con 6% de inclusión el que presentó una mayor excreción de N en comparación con los grupos con 3% y 0% ($P\leq 0,05$). No se observaron diferencias en la excreción N urinaria, la excreción total de N ni en la retención de N ($P>0,05$), ni en términos absolutos ni en relación con el peso metabólico.

Tabla 7. Efecto de la tasa de inclusión de raspón sobre el balance de nitrógeno (N) de los terneros en la semana 3 y 15 de la finalización.

	Pienso			e.e. ¹	P-valor		
	raspón 0%	raspón 3%	raspón 6%		raspón	semana	raspón × semana
En términos absolutos, g/d							
Ingestión de N					0,14	<0,001	0,002
Semana 3	190a	143b	162ab	8,2			
Semana 15	190	197	187	8,4			
Excreción de N fecal					0,27	0,20	0,38
Semana 3	93	73	87	9,8			
Semana 15	74	71	85	6,7			
Excreción de N urinario					0,16	0,50	0,68
Semana 3	26	32	29	9,0			
Semana 15	34	39	27	4,1			
Excreción de N total					0,96	0,56	0,69
Semana 3	120	106	117	13,9			
Semana 15	108	110	112	8,2			
Retención de N					0,31	<0,001	0,16
Semana 3	70	39	45	11,8			
Semana 15	82	87	75	5,8			
En relación con el peso metabólico, g/kg PV ^{0,75}							
Ingestión de N					0,19	0,04	0,001
Semana 3	2,38a	1,84b	2,12ab	0,097			
Semana 15	1,85y	1,97xy	2,08x	0,069			
Excreción de N fecal					0,02	0,006	0,29
Semana 3	1,17	0,94	1,14	0,120			
Semana 15	0,72b	0,71b	0,95a	0,063			
Excreción de N urinario					0,14	0,45	0,72
Semana 3	0,34	0,39	0,39	0,113			
Semana 15	0,33	0,39	0,27	0,038			
Excreción de N total					0,29	0,001	0,64
Semana 3	1,50	1,34	1,52	0,168			
Semana 15	1,05	1,10	1,22	0,077			
Retención de N					0,84	<0,05	0,16
Semana 3	0,88	0,51	0,60	0,158			
Semana 15	0,80	0,87	0,87	0,058			

¹ error estándar ponderado. En una fila, letras diferentes (a, b) (x, y) indican diferencias debidas al raspón ($P<0,05$) y ($P<0,10$) respectivamente

La digestibilidad aparente de la MS y del N en las semanas 3 y 15 se presentan en la Figura 11. La digestibilidad aparente de MS de la dieta solo se vio afectada por la semana ($P=0,002$), incrementándose entre la semana 3 y 15. Sin embargo, la digestibilidad aparente del N se vio afectada por la inclusión de raspón ($P=0,02$), presentando el pienso con 3% de raspón mayor porcentaje que el pienso con 6% de raspón. La digestibilidad del N también se incrementó entre la semana 3 y la 15 ($P=0,001$).

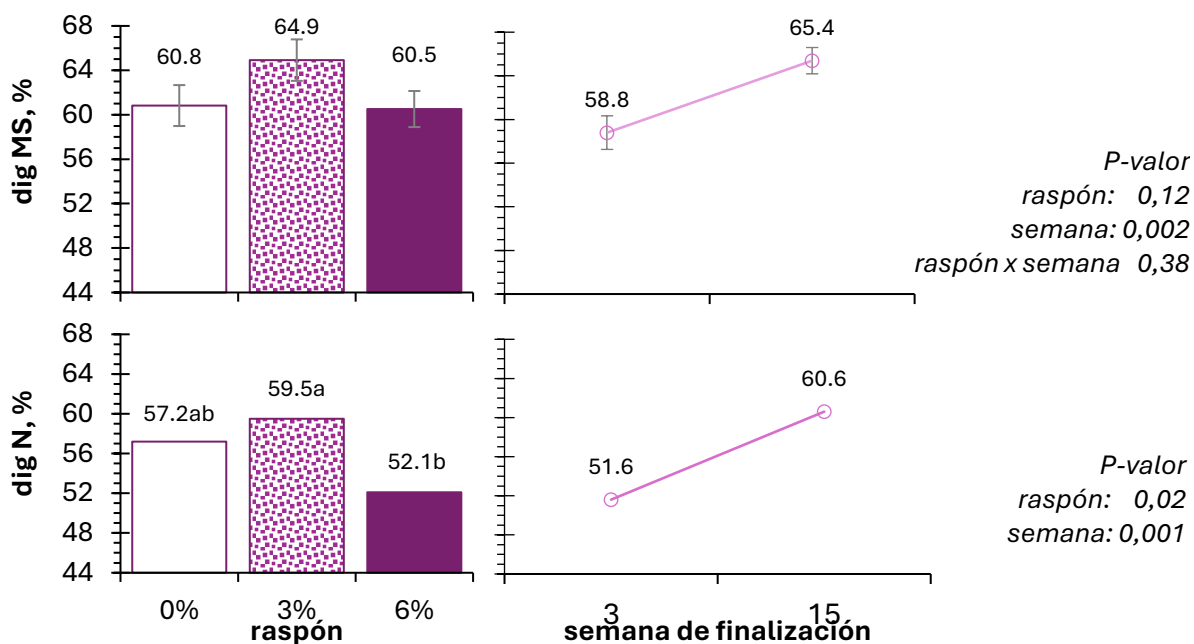


Figura 11. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la digestibilidad aparente de la materia seca (dig MS) y del nitrógeno (dig N). En un parámetro, letras diferentes (a, b) indican diferencias debidas a la inclusión de raspón ($P < 0,05$). Las líneas verticales representan el error estándar en el parámetro que tuvo distribución normal de residuos sin transformar

3. Metabolitos plasmáticos

La concentración plasmática de urea se vio afectada por la interacción entre la inclusión de raspón y la semana ($P < 0,05$; Figura 12), ya que la tasa de inclusión de raspón no afectó la concentración en el muestreo basal (semana -1) pero si en los siguientes muestreos. En la semana 3 de la finalización, los terneros que ingirieron el pienso 0% raspón presentaron mayor urea plasmática que los que ingirieron el pienso 6% raspón ($P = 0,02$). En la semana 15, los terneros que recibían el pienso con 0% y 3% raspón presentaron mayor concentración plasmática de urea que los del 6% raspón ($P = 0,02$).

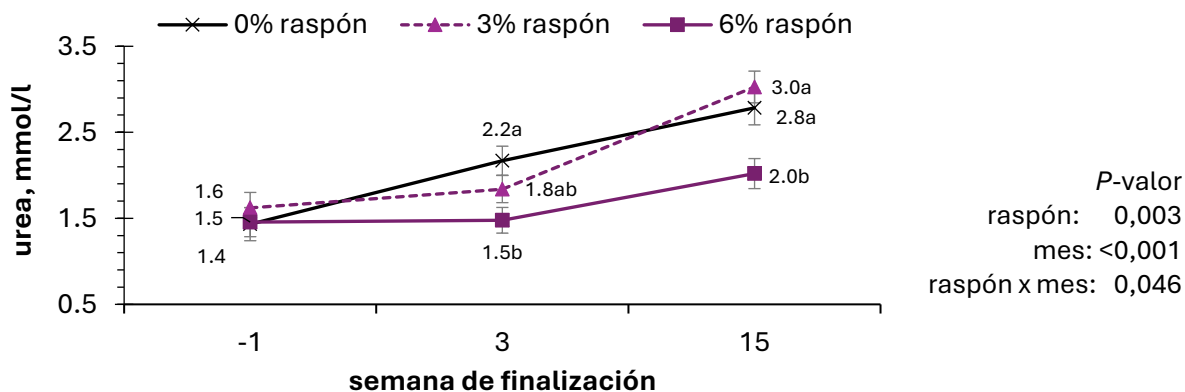


Figura 12. Efecto de la inclusión de raspón durante la finalización en la concentración de urea plasmática. En una semana, letras distintas (a, b) indican diferencias debidas a la inclusión de raspón en el pienso ($P < 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar.

La concentración de proteínas totales en el plasma se vio afectada por la tasa de inclusión de raspón ($P=0,04$) y por la semana ($P=0,002$) (Figura 13). La inclusión del 3% raspón incrementó las proteínas totales en comparación con el 0% raspón ($P=0,03$). Entre el primer y el segundo muestreo no hubo diferencia en la concentración de proteínas ($P=0,81$) pero la concentración se incrementó en la semana 15 ($P<0,05$).

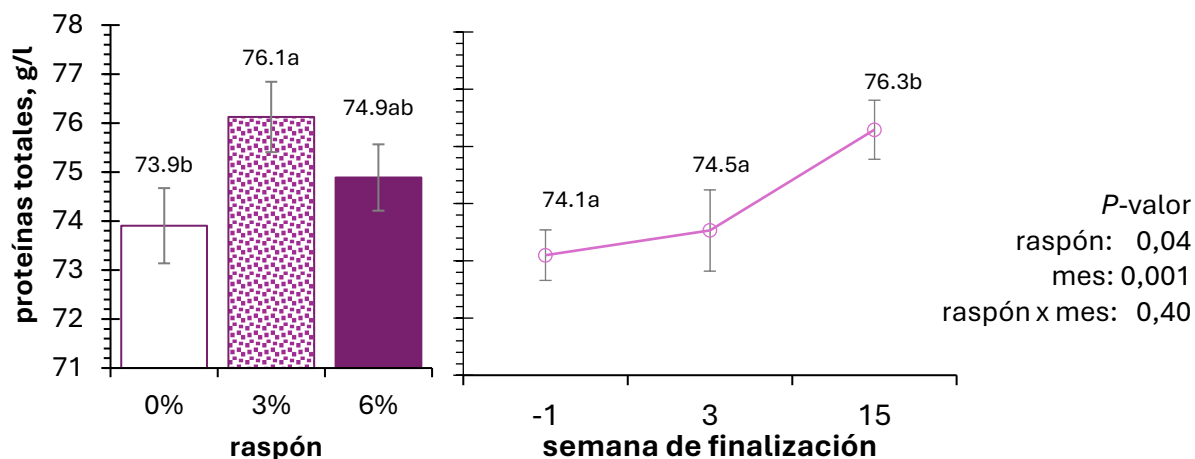


Figura 13. Efecto la tasa de inclusión de raspón y la semana de finalización en la concentración de proteínas totales en el plasma. Letras diferentes (a, b) indican diferencias debidas a la inclusión de raspón ($P<0,05$). Las barras verticales indican el error estándar.

La interacción entre la tasa de inclusión de raspón y la semana tuvo efecto sobre la concentración de creatinina ($P=0,01$, Figura 139). Sin embargo, la inclusión de raspón no afectó a las concentraciones de creatinina en ningún muestreo ($P>0,05$). Con respecto al efecto de la semana, la creatinina no se modificó entre el muestreo basal y la tercera semana de la finalización, pero se incrementó en la semana 15 en todos los terneros ($P<0,001$).

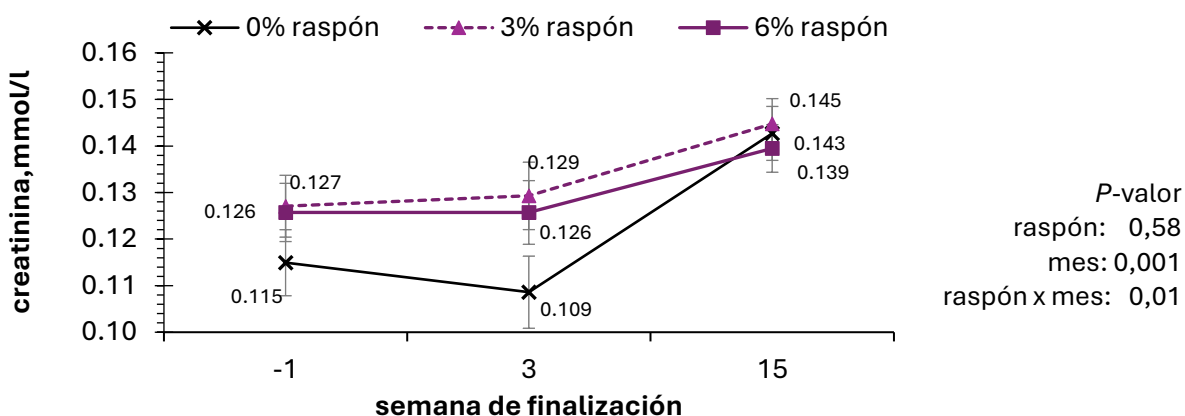


Figura 14. Efecto de raspón durante la finalización sobre la concentración de creatinina en el plasma. Las barras verticales indican el error estándar.

4. Correlaciones entre parámetros

El análisis de correlaciones reveló relaciones destacadas entre los parámetros productivos, de ingesta y metabólicos (Figura 15). Se observaron fuertes correlaciones positivas entre la MSI y la ingestión de N ($P<0,001$), y relaciones negativas moderadas entre la MSI y la digestibilidad de la MS ($P<0,001$) y del N ($P=0,005$); ambas a su vez estuvieron estrechamente correlacionadas entre sí ($P<0,001$). La digestibilidad de MS y N mostró una fuerte correlación negativa con la excreción de N fecal ($P<0,001$), y ambas se relacionaron positivamente con el N retenido ($P\leq 0,003$). Con respecto a los metabolitos plasmáticos, la urea presentó una correlación positiva moderada con el peso vivo ($P<0,001$), y más baja con la concentración de amoníaco ruminal ($P=0,03$) y la digestibilidad de la MS ($P=0,04$) y el N ($P=0,003$).

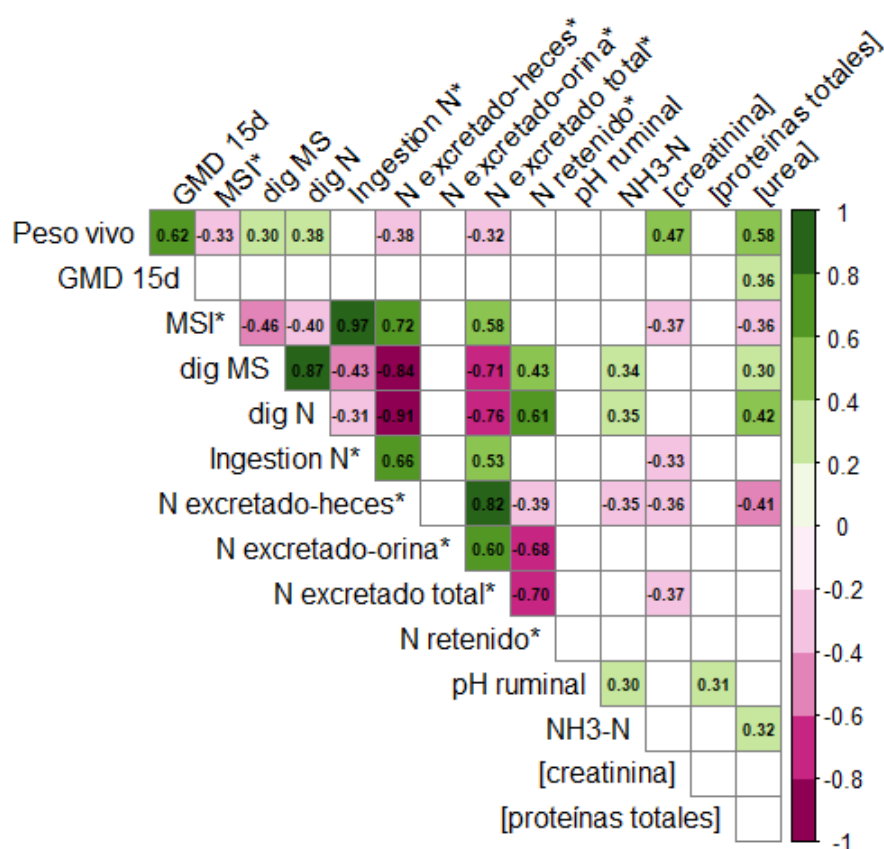


Figura 15. Correlaciones entre parámetros de los rendimientos productivos y del metabolismo del nitrógeno (N). Se muestran las correlaciones significativas ($P<0,05$). En las celdas se presenta el valor de r . MS: materia seca; N: nitrógeno; * expresado en $\text{g/kg PV}^{0.75}$; MSI: materia seca ingerida; dig: digestibilidad aparente.

Discusión

1. Rendimientos

Inicialmente se ideó utilizar el raspón en la dieta de los terneros en sustitución de ingredientes que pueden destinarse al consumo humano, como los granos de cereal. Sin embargo, las diferencias en composición química entre ambos tipos de ingredientes iban a dificultar la formulación de piensos iso-energéticos e iso-proteicos. Por lo tanto, no sería posible atribuir los efectos únicamente a la presencia del raspón, sino que podrían ser también debidos a cambios en la energía y/o proteína disponible. Dada la naturaleza fibrosa del raspón y su bajo contenido en PB se consideró más apropiado combinarlo con el uso de paja molida en el pienso, a pesar de que no es un ingrediente habitual en los concentrados. Se intentó modificar lo mínimo posible el resto de los ingredientes para obtener piensos lo más parecidos posible, siendo conscientes de que no es posible que sean idénticos en todos los componentes de la composición química. Se obtuvieron piensos bastante similares en cuanto a FND, FAD y PB, pero la lignina se incrementó con la tasa de inclusión de raspón, al igual que se ha encontrado estudios con orujo de la uva (Caetano et al., 2019; Vinyard et al., 2021; Molosse et al. 2023).

En cuanto a las dosis incluidas en el pienso, es conveniente destacar que la incorporación máxima de raspón se limitó al 6%, estableciendo así los niveles de inclusión en el pienso de los terneros (0%, 3% y 6%) basándonos en diversos aspectos. En primer lugar, se tuvo en cuenta el contenido de PAC totales determinado en el raspón (136 g eq. TC raspón/kg MS). En segundo lugar, se consideraron los resultados de un estudio *in vitro* previo con inclusión de raspón hasta el 9% en el cual se encontró un efecto lineal de la tasa de raspón sobre la producción de gas y NH₃-N sin afectar a la degradabilidad de la MS y producción total de ácidos grasos volátiles y un efecto cuadrático sobre las proporciones de algunos de ellos (Baila et al., 2024); y en tercer lugar por razones tecnológicas, destinadas a evitar problemas durante la fabricación del concentrado granulado. Así que, de no haber limitaciones tecnológicas podría plantearse una dosis mayor de raspón en el pienso tal y como se ha hecho incorporando un 10% de raspón en piensos para conejos (San Martín et al., 2024).

Es importante destacar que el contenido final de PAC en los piensos resultó ser más bajo de lo esperado teniendo en cuenta el contenido de PAC totales determinado en el raspón; por ejemplo, en el pienso con 6% de raspón, se detectaron 6,3 g eq. TC raspón/kg MS de PAC totales, mientras que teóricamente se esperaría alrededor del 8,2 g eq. TC raspón/kg MS. Esta diferencia se puede atribuir a posibles pérdidas de PAC durante la fabricación, probablemente

debido al calor u otros procedimientos, tal y como se ha observado al secar piel de orujo de uva a partir de 100 °C (Larrauri et al., 1997).

Los rendimientos globales de los terneros a lo largo del periodo de cebo no se vieron afectados por la tasa de inclusión de raspón en los piensos, aunque sí se observaron algunas diferencias entre dietas cuando los datos se analizaron mensualmente. De manera similar a lo encontrado en los rendimientos globales del presente trabajo, el único estudio sobre el uso del raspón en dietas animales encontró que la incorporación del 10% al pienso de conejos no provocó efectos sobre los rendimientos productivos (San Martín et al., 2025).

A pesar de las ligeras diferencias en la composición química de los piensos, no se observaron efectos sobre la ingestión de pienso probablemente porque la inclusión de PAC en el pienso fue reducida para afectar a dicho parámetro, lo cual coincide con lo reportado por otros autores en estudios realizados con distintas fuentes de PAC en ganado vacuno (Avila et al., 2020; Liu et al., 2013; Mezzomo et al., 2011; Rivera-Méndez et al. 2017; Śliwiński et al., 2004). Esta ausencia de efecto podría explicarse por el bajo contenido de PAC en las dietas, que no superó el 2%, un umbral por debajo del cual, según dichos autores, no se esperaría una alteración en la ingestión. Sin embargo, niveles elevados de PAC, superiores al 5%, en la dieta pueden reducir el consumo de alimento en los rumiantes. Este efecto suele atribuirse a una menor palatabilidad del alimento y depende tanto de la cantidad de PAC ingerida como de su origen, estructura química y peso molecular (Grainger et al., 2009).

En dietas que contenían orujo de uva aportado de diferentes maneras y dosis existen algunas discrepancias entre estudios en cuanto a su impacto sobre la ingestión. Estas diferencias pueden deberse a que los efectos varían en función del nivel de inclusión del coproducto, de sus características y del tipo de animal al cual se aporta (Molosse et al., 2023). Al igual que en el presente trabajo con el raspón, no hubo cambios en la ingestión en dietas basadas en ensilados con inclusiones entre el 10% y 15% de orujo ensilado o desecado al sustituir salvado de trigo o ensilado de triticale (Molosse et al. 2023; Ream et al. (2021). En cambio, se han encontrado incrementos de la ingestión en terneros con la inclusión de 150 g/kg de orujo desecado en la dieta de terneros reemplazando salvado de trigo y la inclusión de 300 g/kg de ensilado de orujo molido reemplazando granulado forrajero (Tayengwa et al., 2020, 2021; Caetano et al., 2019), atribuyéndose a una mayor palatabilidad. De hecho, la mayor ingestión de las dietas con orujo de uva podría estar relacionada con su aroma y sabor característicos, así como con una mejor palatabilidad cuando se incluye en niveles bajos (Wadhwa y Bakshi, 2013). En ovino también

se ha observado incremento de la ingestión con coproductos de la uva (Guerra-Rivas et al., 2016; Zaho et al., 2018).

Por otro lado, Vinyard et al. (2021) observaron una evolución cuadrática en la ingestión incrementándose con la inclusión del 15% de orujo de uva y disminuyendo con la inclusión del 30%, lo que indicaría que niveles moderados de inclusión pueden mejorar el consumo, mientras que niveles más altos lo reducen. Los autores lo atribuyeron a su contenido en lignina, que reduce la velocidad de paso de la digesta e incrementa el contenido digestivo. Además, podría haber una menor palatabilidad, provocada por la sensación de astringencia que generan las PAC al unirse a las proteínas salivales, lo que produce una sensación desagradable de sequedad y aspereza (Jerónimo et al., 2010). Otro factor que puede explicar las diferencias entre estudios es el efecto puede ser la raza. Así el aporte de 20% de orujo de uva desecado incrementó la ingestión en terneros puros de raza Podolica y en los del cruce Limusin x Podolica pero no en los del cruce Marchinina x Podolica (Giannico et al., 2025), atribuyéndose también el efecto a la mejora de la palatabilidad.

En nuestro ensayo no se observaron efectos significativos de la tasa de inclusión de raspón sobre los pesos, el índice de conversión o la GMD global. No obstante, durante el primer y segundo mes, la GMD fue ligeramente menor en los grupos con 6% y 3% de raspón en el pienso, respectivamente, lo que podría deberse a una fase de adaptación fisiológica y microbiana del animal, más que a un efecto negativo directo de las PAC. El hecho de que este efecto no se haya mantenido en el tiempo refuerza la hipótesis de una adaptación progresiva del rumen al contenido fenólico de la dieta. Además, esta disminución podría estar relacionada también con el efecto de la temperatura, ya que ambos meses transcurrieron durante el periodo de verano. De hecho, durante las nueve semanas del ensayo, se registraron valores elevados del índice de temperatura y humedad (THI), con máximos de hasta 83, mínimos de 52 y una media semanal que osciló entre 63 y 71. Estos niveles pueden haber generado cierto estrés térmico (Kim et al., 2021) que habría afectado negativamente el rendimiento animal. Lo que concuerda con el estudio de (Tao et al., 2012) que han reportado una reducción de ganancia de peso de terneras lecheras bajo condiciones de estrés térmico.

La ausencia de efecto del raspón en los rendimientos productivos del presente estudio coincide parcialmente con lo encontrado por Molosse et al. (2023), donde con la inclusión de 10% de orujo de uva ensilado no se vieron afectados los pesos, GMD e índice de conversión, pero la en forma desecada los afectó negativamente atribuyéndose a problemas en la fermentación ruminal. Teng et al. (2025) utilizaron niveles de inclusión de hasta el 20% de orujo

de uva durante un periodo de 60 días, sin observar diferencias significativas en el peso final ni en el IC. No obstante, sí registraron una mejora en la GMD, lo que respalda la hipótesis de que el orujo de uva, utilizado en proporciones moderadas, puede contribuir positivamente al rendimiento animal. El aporte de 20% de orujo de uva desecado no afectó a los pesos y GMD, pero empeoró el IC (Giannico et al., 2025).

En otros trabajos se describen diferencias en distintos sentidos, lo que indica que los efectos del orujo pueden variar en función del nivel de inclusión y del tipo de dieta empleada. Por un lado, Tayengwa et al. (2020) reportaron que la inclusión de 15% de orujo de uva mejoró tanto la GMD como el peso final, sin afectar el IC. Por otro, Caetano et al. (2019) observaron una reducción del peso final y un aumento en el IC en terneros castrados alimentados con un 30% de orujo de uva ensilado. En este caso, la discrepancia con nuestros resultados podría explicarse por el uso de un nivel de inclusión mucho más elevado y una alta concentración de PAC (31,2 g/kg MS (3%)), lo que probablemente afectó negativamente la digestibilidad y la utilización de los nutrientes.

En conjunto, estos resultados sugieren que la inclusión moderada de raspón no compromete el rendimiento productivo y puede utilizarse como una fuente alternativa de fibra en dietas de cebo intensivo de ganado vacuno, siempre que se controle el contenido de PAC y se mantenga un balance nutricional adecuado.

2. Amoniaco ruminal y balance de nitrógeno

La mayoría de los parámetros implicados en el balance de N no se vieron afectados por la inclusión de raspón en la dieta, aunque en algunos casos se observaron diferencias entre dietas en solo uno de los muestreos (consumo de pienso y de paja e ingestión de N en la semana previa al muestreo). Por el contrario, el momento de muestreo afectó a diversos indicadores, observándose un incremento en el consumo total de alimento, la digestibilidad de la MS, la concentración ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$ y la retención de N de la semana 3 a la 15.

Con respecto a la ingestión en la semana previa al muestreo, la inclusión de 6% de raspón en el pienso no afectó a la ingestión total de MS, pero sí tendió a afectar al consumo de pienso y de paja durante la semana 3, con valores superiores en el grupo 0% raspón. Como consecuencia, la ingestión de N fue mayor en este grupo en la semana 3, tanto en términos absolutos como en términos relativos al peso metabólico. Nuestros resultados no coinciden con los de Vinyard et al. (2021), quienes encontraron que la ingestión de N no se vio afectada al incluir orujo de uva al 15% y 30% con contenidos de taninos del 0,83% y 1,65%,

respectivamente. En nuestro ensayo, el efecto negativo de la inclusión de raspón sobre el consumo de pienso y de N observado en la semana 3 (inicio de julio) pero no en la semana 15 (inicio de octubre) podría estar relacionado con las condiciones meteorológicas durante el primer muestreo. En la semana 3 se dieron temperaturas más altas y menor humedad relativa y consecuentemente mayor THI que en la semana 15. Aunque este valor medio no superó el umbral de estrés térmico (THI: 70–73) descrito por Kim et al. (2021), durante el día se alcanzaron puntualmente valores de hasta 77 puntos lo que indica que hubo momentos de estrés térmico entre leve y moderado. Estas condiciones podrían haber desencadenado la disminución observada en la ingestión MS y de N con la inclusión del 3% de raspón en el pienso en la semana 3, dado que el estrés térmico, incluso en niveles leves, puede reducir el consumo de alimento como mecanismo de adaptación fisiológica. Esto coincide con los estudios de Gao et al. (2017), Kim et al. (2021) y Tao et al. (2012), que han reportado una reducción en la ingestión de MS bajo condiciones de estrés térmico. Por el contrario, en la semana 15, cuando las condiciones ambientales eran más templadas y el THI se mantuvo por debajo del umbral de estrés, se observó un aumento en la ingestión de N con la inclusión del 6% de raspón. Esto sugiere que el efecto de la inclusión del coproducto estuvo condicionado no solo por el nivel de inclusión, sino también por las condiciones ambientales en cada momento del experimento.

La ausencia de efecto de la inclusión de raspón en las dietas sobre el pH y la concentración ruminales de $\text{NH}_3\text{-N}$ coincide con los resultados de Gerlach et al. (2018), quienes no detectaron cambios en los niveles de $\text{NH}_3\text{-N}$ en rumen al suplementar vacas lecheras con 0,9% y 3% de PAC de *Acacia mearnsii*. Tampoco lo hicieron Ávila et al. (2020b) con inclusión de PAC de *Acacia mearnsii* (0,5% a 2%) ni con proporciones entre 7,5 % y 27 % de orujo de uva en la dieta (Moate et al., 2014; Pauletto et al., 2020; Li et al. (2024). Como en nuestro estudio, esto sugiere que la degradación ruminal de las proteínas no se vio alterada significativamente. Por el contrario, Ream et al. (2021) y Tayengwa et al. (2021) observaron que la inclusión del 15% de orujo de uva ensilado o deshidratado produjo una reducción significativa en la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$. Estas diferencias en los resultados podrían atribuirse principalmente a la composición de la dieta basal o al nivel de ingestión de los alimentos. Por un lado, el efecto de las PAC puede variar significativamente según la dieta que los animales consumen, ya que una dieta rica en proteínas o con otros compuestos podría modular afectar su impacto. En este sentido, Molosse et al. (2023) afirmaron en su trabajo que los efectos sobre la fermentación podrían variar según el ratio forraje:concentrado. Según Tayengwa et al. (2021) la reducción de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal con la inclusión de orujo de uva se debe al efecto de las PAC sobre el

metabolismo ruminal. Las PAC se unen a una parte de las proteínas en el rumen, reduciendo la actividad de las enzimas microbianas y ralentizando el crecimiento de las bacterias proteolíticas y finalmente disminuye la producción de $\text{NH}_3\text{-N}$ (Abarghuei et al., 2010; Gao y Zhao, 2022). Por otro lado, las variaciones en la ingestión total de MS y sus componentes entre los distintos estudios implican que la cantidad absoluta de PAC ingerida podría diferir, incluso con porcentajes similares en la dieta.

En nuestro estudio, la inclusión de raspón de uva no tuvo un efecto significativo sobre la excreción total de heces y de orina, y tampoco con la excreción fecal ni urinaria de N en términos absolutos. Sin embargo, al expresarla en valores relativos al peso metabólico, en la semana 15 la excreción fecal de N fue mayor con inclusión del 6% de raspón en el pienso. Diversos estudios han abordado el impacto de las PAC de la dieta sobre la utilización del N y las rutas de eliminación de este a través de las heces o la orina, con resultados dispares. Entre ellos, Ream et al. (2021) observaron que la inclusión del 15% de orujo de uva ensilado o deshidratado, con un contenido menor de PAC (0,5%), produjo una reducción significativa en la excreción urinaria de N, probablemente debido a una menor degradación proteica en el rumen inducida por las PAC. Sin embargo, dichos autores no encontraron efectos sobre la fecal o total, lo que coincide con la falta de cambios totales observada en nuestro estudio. De manera similar, Li et al. (2024) investigaron la sustitución progresiva (0 %, 10 % y 20 %) del ensilado de maíz por orujo de uva deshidratado, observando una disminución lineal en la excreción urinaria de N a medida que aumentaba el nivel de inclusión, pero sin detectar variaciones en la excreción fecal. Sin embargo, Vinyard et al. (2021) encontraron que la excreción total de N mostró un cambio cuadrático, disminuyendo con el 15% y aumentando con el 30%, debido principalmente a un aumento en la excreción fecal de N. En su caso, la excreción urinaria de N no presentó cambios significativos, lo que se atribuye a que la concentración de amoníaco ruminal no disminuyó, aspecto que coincide con nuestra ausencia de efecto en la excreción urinaria, pero en su estudio indican una mayor excreción fecal de N ligado a la fibra. De forma similar, Greenwood et al. (2012) reportaron un aumento del 22% en el N fecal con la inclusión de 17,2% de orujo de uva sin cambios en la excreción urinaria. También Tayengwa et al. (2021) encontraron un incremento de ingestión de N y excreción de N fecal sin efectos en el N urinario en terneros castrados alimentados con 15% de orujo de uva desecado.

La literatura indica que la reducción de la degradación ruminal puede deberse a la formación de complejos entre las proteínas dietéticas y las proteasas microbianas del rumen, así como a la inhibición del crecimiento y la actividad microbiana provocada por la presencia

de PAC (Vasta et al 2019). Por un lado, las PAC modifican el metabolismo de N en el rumen como se ha explicado anteriormente. Como consecuencia, la inclusión de PAC en la dieta puede modificar las rutas del N, favoreciendo su excreción por vía fecal en lugar de urinaria (Grainger et al., 2009), como apuntarían nuestros resultados.

En el presente estudio, la digestibilidad aparente de la MS no se vio afectada por la inclusión de raspón en la dieta, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Molosse et al. (2023), Tayengwa et al. (2021) y Li et al. (2024), en dietas con un 10%, 20% y 30% de orujo de uva, respectivamente, que seleccionaron este coproducto específicamente por su contenido en PAC. Avila et al. (2020) también reportaron resultados similares al emplear hasta 2% de PAC de *Acacia mearnsii*, lo que podría explicarse porque estos niveles no alteraron significativamente el microbiota ruminal ni la degradación del alimento. Sin embargo, según Vinyard et al. (2021) a niveles superiores a 15% de orujo de uva, la digestibilidad ruminal puede verse afectada negativamente por el orujo de uva. En este sentido, utilizando una dieta con 30% de orujo de uva ensilado que contenía 3,12% de PAC en la ración total, Caetano et al. (2019) registraron una menor digestibilidad de la materia seca en terneros castrados. Según Abarghuei et al. (2010), la inclusión de 762 g/kg MS de orujo de uva en la dieta de ovejas afectó negativamente la digestibilidad de la materia orgánica. Este efecto se atribuyó más al contenido de lignina en el orujo que a la presencia de PAC.

En nuestro estudio, la inclusión del 6% de raspón de uva en el pienso provocó una disminución significativa en la digestibilidad aparente del N, lo que sugiere un efecto negativo a niveles elevados de inclusión que no se observó con un 3% de raspón. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Fonseca et al. (2024), quienes observaron una menor digestibilidad del N en animales tratados con piel de cacahuete granulada rica en PAC (6,4 %) en comparación con los animales que recibían una dieta control, y con los de Grainger et al. (2009) al suministrar dietas con PAC de acacia en vacuno de leche. De manera similar, Nascimento et al. (2021) reportaron una tendencia lineal decreciente en la digestibilidad de N al aumentar los niveles de PAC (2,5%, 5% y 7,5%) en el ensilado de yuca ofrecido a cabras. Esto refuerza la hipótesis de que dosis elevadas de PAC pueden reducir la digestibilidad de las proteínas, interfiriendo en la fermentación ruminal tal y como se ha explicado anteriormente. No obstante, estos efectos no se observaron en el estudio de Molosse et al. (2023), quienes no encontraron diferencias en la digestibilidad de N al incluir un 10% de orujo de uva deshidratado o ensilado en la dieta. Esto podría deberse a que la inclusión en su estudio fuera insuficiente para ejercer un efecto significativo sobre la digestibilidad, o por efecto del tipo de coproducto,

contenido de PAC o el animal utilizado. De hecho, Tayengwa et al. (2021) al incluir 15% de orujo de uva desecado no encontraron efecto en la digestibilidad aparente respecto a la dieta control, pero encontraron una reducción con respecto a la inclusión de pulpa de cítrico. Esto último lo justificaron por una mayor ingestión que pudo causar una mayor velocidad de paso por el tracto gastrointestinal reduciendo la absorción de nutrientes. En conjunto, niveles moderados a altos de ingredientes ricos en compuestos fenólicos pueden comprometer la digestibilidad proteica, especialmente cuando se superan ciertos umbrales de inclusión en la dieta, como se observa en nuestro caso con 6% de raspón de uva.

Finalmente, con respecto a la retención de N, ésta no se vio afectada por la inclusión de raspón en la dieta en términos absolutos ni relativos al peso metabólico. Nuestros resultados coinciden con los de Li et al. (2024), que al incluir 0%, 10% y 20% de orujo de uva deshidratado en la dieta observaron un diferente reparto del N excretado entre las heces y la orina sin afectar a la retención total de N.

La utilización de compuestos bioactivos presentes en coproductos del vino ha mostrado reducir la producción de N amoniacal en el rumen, favoreciendo así una mejor utilización de los aminoácidos de la dieta en rumiantes (Francisco et al., 2018; Sparkes et al., 2009; Surai, 2014). Además, se considera que el N excretado por la orina es más perjudicial para el medioambiente que el N fecal, especialmente por su contribución a la volatilización del $\text{NH}_3\text{-N}$. Por ello, estrategias que promuevan el desplazamiento del N urinario hacia las heces, como la inclusión de coproductos ricos en PAC pueden resultar beneficiosas para mitigar la contaminación ambiental (Corredu, 2013; Ream et al., 2021). Dado que el N fecal se mineraliza a un ritmo más lento que el urinario, su predominancia en la excreción representa una ventaja desde el punto de vista medioambiental, ya que limita la liberación de compuestos nitrogenados reactivos y mejora el valor fertilizante del estiércol en los sistemas agrícolas. Además, el N presente en las heces se encuentra mayoritariamente en forma orgánica, caracterizada por su baja volatilidad. En contraste, el N urinario se elimina principalmente en forma de urea, la cual se transforma rápidamente en nitratos (NO_3^-) y óxidos de nitrógeno (N_2O) a través de procesos de nitrificación en el suelo, lo que incrementa significativamente el riesgo de contaminación ambiental (Gao y Zhao, 2022).

3. Metabolitos plasmáticos

Los compuestos plasmáticos relacionados con el metabolismo proteico se vieron afectados en distinta medida por la inclusión de raspón en las dietas y el momento de muestreo.

Con respecto a la urea plasmática, los valores obtenidos en nuestro estudio fueron originalmente expresados en mmol/l siguiendo las recomendaciones del Sistema Internacional de Unidades, pero para una mejor comparación con la bibliografía se discutirán en términos de mg/dl. Para ello, utilizamos como referencia el rango de 15–19 mg/dl propuesto por Vendramini et al. (2015) para un balance óptimo de N, el cual es crucial para una síntesis microbiana eficaz y para evitar excesos o deficiencias proteicas. En el muestreo basal (semana -1), la concentración de urea plasmática promedio fue de 9,01 mg/dl y en el muestreo de la semana 3 aumentó a 11,01 mg/dl, ambos por debajo del rango óptimo definido con anterioridad. Estos bajos valores iniciales pueden explicarse por una ingesta reducida de MS y N (165 g/d) durante los picos de calor en julio (elevado THI), lo que limita el N disponible en el rumen y reduce la producción de NH₃-N, que al absorberse y metabolizarse se convierte en urea. En cambio, en la semana 15 (principios de octubre) la urea plasmática alcanzó 17,22 mg/dl, ubicándose dentro del rango recomendado, coincidiendo con un incremento en la ingesta de N (191,3 g/d) y proteína degradable y una mayor concentración de NH₃-N ruminal.

Al abordar el efecto del raspón, tras el muestreo basal en el que lógicamente no hubo diferencias, se observó que su inclusión al 6% en el pienso redujo significativamente la urea plasmática en las semanas 3 y 15. En la bibliografía se describen efectos dispares al respecto del efecto de la inclusión de PAC en la dieta sobre este metabolito. Nuestros hallazgos concuerdan con los resultados de Costa et al. (2021) quienes reportaron una disminución de la urea plasmática con la inclusión de niveles crecientes (2%, 4%, 6% y 8%) de PAC provenientes de *Acacia mearnsii*. Sin embargo, la inclusión del 10% de orujo de uva en la dieta de terneros castrados no afectó a la urea plasmática (Molosse et al., 2023), posiblemente debido que la cantidad incluida no fue suficiente para modificarla. Finalmente, Vinyard et al. (2021) encontraron en novillas un que la urea plasmática fue mayor con el 30% de inclusión de orujo seco que el 0% y 15%. Así mismo, Chedea et al. (2017) encontraron un incremento en la urea plasmática con la inclusión del 15% de orujo de uva en la dieta de vacas lecheras. En ambos casos, el aumento de la urea podría deberse a que el proceso de secado térmico del orujo puede reducir la actividad biológica de los compuestos polifenólicos, bien por su inactivación o por alterar su asociación con nutrientes como la fibra y las proteínas (Makkar & Singh, 1995). Esto reduciría la eficacia de las PAC en limitar la actividad microbiana y de las enzimáticas proteolíticas, lo que favorecería una mayor liberación de NH₃-N.

Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que las dietas con PAC reducen la degradación proteica en el rumen, disminuyendo así la liberación excesiva de NH₃-N, que se correlaciona

con la urea plasmática (McMahon et al., 2000). Sin embargo, no observamos diferencias significativas en la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal, que presentó una correlación baja con la concentración plasmática de urea. Esto podría indicar un uso más eficiente del N o un posible aumento del reciclaje de urea desde la sangre hacia el rumen, donde serviría como fuente de N para la síntesis de proteínas microbianas (Lapierre y Lobley, 2001). Por otro lado, los resultados de Teng et al. (2025) aportan una perspectiva diferente: en su estudio con ganado de carne, la inclusión del 15% y 20% de orujo de uva incrementó la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal sin afectar la urea plasmática. Esto sugiere que la concentración de urea en sangre no depende exclusivamente del $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal, ya que podría también estar relacionada con un aumento en la desaminación de aminoácidos derivados del músculo esquelético, lo que indicaría una mayor movilización de proteínas corporales (Jorritsma et al., 2003).

En cuanto a las proteínas totales, la inclusión del 3% raspón incrementó su concentración en comparación con el 0% raspón, con valores intermedios en el pienso con 6% raspón. Estos hallazgos concuerdan con los observados por Molosse et al. (2023), quienes encontraron que incorporar un 10% de orujo de uva, tanto ensilado como deshidratado, incrementaba las proteínas totales debido a una elevación de la fracción de globulinas. En el mismo sentido, en el estudio de Teng et al. (2025) en bovinos de carne las proteínas totales aumentaron al incrementar los niveles de orujo de uva (15% y 20%). Sin embargo, según Chedea et al. (2017) la inclusión del 15% de orujo de uva deshidratado en vacas lecheras provocó una ligera disminución en las proteínas totales, que coincidiría con los resultados observados en nuestro ensayo en el pienso con mayor inclusión de raspón (6%). Esto podría explicarse por su mayor contenido en polifenoles totales y lignina, ya que según indican O'Connell y Fox (2001), su elevada presencia en los residuos de uva podría ser responsable de la menor digestibilidad de N. Aunque en este trabajo no encontramos correlación significativa entre la digestibilidad de N y la concentración de proteínas totales en el plasma, parece que al nivel de inclusión del 3% de raspón, tanto la digestibilidad de N como la concentración de proteínas fueron óptimas, lo que sugiere que una cantidad moderada de raspón podría mejorar la digestibilidad sin los efectos negativos que supone una inclusión mayor.

Finalmente, en nuestro estudio, la creatinina no presentó diferencias notables entre los diferentes tratamientos de raspón. Este resultado concuerda con lo reportado por Chedea et al. (2017) al incluir un 15% de orujo de uva deshidratado en la dieta de vacas lecheras y por s.Costa et al.(2021) con inclusión de diferentes niveles de PAC (2%,4%,6%,8%) provenientes de *Acacia mearnsii* en la dieta de corderos. Esto refuerza la idea de que, incluso en presencia de

niveles elevados de PAC, como en los estudios mencionados, o de concentraciones moderadas como las aportadas por el raspón en nuestra investigación (4,1g 6,3g eq. TC raspón/kg MS de PAC totales en el 3% y 6% raspón, respectivamente), los valores de creatinina plasmática permanecen estables. Esto sugiere que dicha variable no se ve influenciada ni por la dieta ni por el catabolismo proteico, siempre que la función renal no se vea comprometida (Gregory et al., 2004).

Conclusiones

A partir de los resultados del presente trabajo en el que se ha evaluado distintas dosis de inclusión de raspón de vid en el pienso de cebo de terneros, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. La inclusión de raspón sustituyendo a la paja en el pienso no afectó a su **composición química**, exceptuando el contenido de lignina y proantocianidinas totales, que se incrementaron con la dosis de raspón.
2. La inclusión de raspón no afectó los **rendimientos productivos generales**, incluyendo el peso, la ganancia media diaria global, la ingestión de pienso y el índice de conversión. A **escala mensual**, la inclusión de raspón redujo en distinta medida la ganancia media diaria en los dos primeros meses, si bien el crecimiento se igualó entre dietas en los dos meses posteriores.
3. La inclusión de raspón no tuvo efecto sobre el **pH ruminal** ni sobre la concentración de **NH₃-N** en el rumen.
4. No se observaron diferencias entre dietas en la **excreción urinaria, fecal o total de N** ni en la **retención de N** en términos **absolutos**. Sin embargo, en términos **relativos** al peso metabólico la **excreción de N fecal** fue mayor en los terneros del pienso 6% de raspón en comparación con el resto.
5. Aunque la inclusión de raspón no afectó a la **digestibilidad aparente de la materia seca** de la dieta, la **digestibilidad aparente del N** del pienso con 3% de raspón fue mayor que la del pienso con 6% de raspón.
6. En cuanto a los **metabolitos plasmáticos** relacionados con el metabolismo del N, la inclusión de raspón no afectó a la concentración de creatinina, pero sí a la de urea (que se redujo con un 6% de raspón) y a la de proteínas totales, mayor con un 3% de raspón.

En síntesis, la inclusión de raspón en el pienso de cebo de terneros se podría recomendar hasta el 6%, ya que no impactó negativamente el rendimiento global. Los efectos observados en el metabolismo del N y en la digestibilidad del N apuntan a un cambio en el aprovechamiento ruminal de la proteína y en las vías de excreción del N no retenido. De cara a optimizar el uso del raspón en la alimentación de los terneros es necesario profundizar en el estudio del impacto del tipo de procesado y la dosis, así como del efecto sobre la calidad de la canal y de la carne.

Referencias bibliográficas

- Abarghuei, M. J., Rouzbehan, Y., & Alipour, D. (2010). The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. *Livestock Science*, 132(1-3), 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.002>
- Adesogan, A. T., Havelaar, A. H., McKune, S. L., Eilittä, M., & Dahl, G. E. (2020). Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Global Food Security*, 25, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
- Aguerre, M. J., Capozzolo, M. C., Lencioni, P., Cabral, C., & Wattiaux, M. A. (2016). Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4476-4486. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10745>
- Aguilera, J. F., Garcia, M. A., & Molina, E. (1992). The performance of ewes offered concentrates containing olive by-products in late pregnancy and lactation. *Animal Production*, 55(2), 219-226. <https://doi.org/10.1017/S000335610003748X>
- Ahmad, B., Yadav, V., Yadav, A., Rahman, M. U., Yuan, W. Z., Li, Z., & Wang, X. (2020). Integrated biorefinery approach to valorize winery waste: A review from waste to energy perspectives. *Science of the Total Environment*, 719, 137315.
- Alfonso, D., Brines, N., Penalvo, E., Vargas, C. A., Pascual, A., & Ruzi, B. (2010). Cuantificación de Materias Primas Alimentarias de Origen Vegetal. . . Ed. MINECO, Madrid., 80.
- Alonso, Á. M., Guillén, D. A., Barroso, C. G., Puertas, B., & García, A. (2002). Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5832-5836. <https://doi.org/10.1021/jf025683b>
- Amaral, F. P., Grazziotin, R. C. B., Machado, M. C., Hasse, L., Frata, M., Blanco, C. S., Gonçalves, F. M., Ribeiro-Filho, H. M. N., Bermudes, R. F., Del Pino, F. A. B., Corrêa, M. N., & Brauner, C. C. (2019). Limits of grape byproduct inclusion in diets for lambs: Zinc supplementation to prevent copper poisoning. *Research in Veterinary Science*, 124, 334-337. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.04.005>
- Anastasiadi, M., Pratsinis, H., Klestas, D., Skaltsounis, A.-L., & Haroutounian, S. A. (2012). Grape stem extracts: Polyphenolic content and assessment of their in vitro antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, 48(2), 316-322.
- AOAC. (1999). https://kenanaonline.com/files/0037/37671/M968_06.PDF
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. <https://books.google.es/books?id=TDAbAQAAAMAAJ>
- AOCS.(2005).https://www.academia.edu/30938058/AOCS_Approved_Procedure_Am_5_04_Rapid_Determination_of_Oil_Fat_Utilizing_High_Temperature_Solvent_Extraction
- Avila, A. S., Zambom, M. A., Faccenda, A., Fischer, M. L., Anschau, F. A., Venturini, T., Tinini, R. C. R., Dessbesell, J. G., & Faciola, A. P. (2020). Effects of black wattle (*Acacia mearnsii*) condensed tannins on intake, protozoa population, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in jersey steers. *Animals*, 10(6), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ani10061011>
- Bahrampour, J., Piray, A. H., Mousaie, A., & Ghaffari, M. H. (2025). A dose–response meta-analysis of grape by-product effects on lamb growth performance, nutrient digestibility, and blood parameters. *Animal*, 19, 101449.

- Baila, C., Joy, M., Blanco, M., Casasús, I., Bertolín, J. R., & Lobón, S. (2022). Effects of feeding sainfoin proanthocyanidins to lactating ewes on intake, milk production and plasma metabolites. *Animal*, 16(1), 100438. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100438>
- Baila, C., Lobón, S., Villalba, D., & Blanco, M. (2024). Effects of the inclusion of grape stem at different rates in intensive fattening cattle diets on in vitro fermentation parameters. En *Book of Abstracts of the 75th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science* (p. 985).
- Barros, A., Gironés-Vilaplana, A., Teixeira, A., Collado-González, J., Moreno, D. A., Gil-Izquierdo, A., Rosa, E., & Domínguez-Perles, R. (2014). Evaluation of grape (*Vitis vinifera* L.) stems from Portuguese varieties as a resource of (poly)phenolic compounds: A comparative study. *Food Research International*, 65, 375-384. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.021>
- Blackford, M., Comby, M., Zeng, L., Dienes-Nagy, Á., Bourdin, G., Lorenzini, F., & Bach, B. (2021). A Review on Stems Composition and Their Impact on Wine Quality. *Molecules*, 26(5), 1240. <https://doi.org/10.3390/molecules26051240>
- 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. <https://doi.org/10.3390/foods13223541>
- Boletín oficial del estado. (1995). Boletín oficial del estado. *Real Decreto 2257/1994 por el que se aprueba los métodos oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus primeras materias.*, BOE 52(2), 7161-7237.
- Brody, T. (1999). Protein. *Nutritional biochemistry*, 421-489.
- Caetano, M., Wilkes, M. J., Pitchford, W. S., Lee, S. J., & Hynd, P. I. (2019). Effect of ensiled crimped grape marc on energy intake, performance and gas emissions of beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 247, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.007>
- Cantalapiedra-Hijar, G., Abo-Ismael, M., Carstens, G. E., Guan, L. L., Hegarty, R., Kenny, D. A., McGee, M., Plastow, G., Relling, A., & Ortigues-Marty, I. (2018). Review: Biological determinants of between-animal variation in feed efficiency of growing beef cattle. *Animal*, 12, s321-s335. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001489>
- Carrillo-Muro, O., Rodríguez-Cordero, D., Hernández-Briano, P., Correa-Aguado, P. I., Medina-Flores, C. A., Huerta-López, L. A., Rodríguez-Valdez, F. J., Rivera-Villegas, A., & Plascencia, A. (2024). Enzymic Activity, Metabolites, and Hematological Responses in High-Risk Newly Received Calves for “Clinical Health” Reference Intervals. *Animals*, 14(16), 2342. <https://doi.org/10.3390/ani14162342>
- Carro, M. D. (2023). Subproductos y residuos agrícolas y su importancia en la alimentación animal. *Fundación de Estudios Rurales ANUARIO*, 126-130.
- Carro, M. D., Trinidad, E., Marcos, C. N., & Eduarda, M.-A. (2022). Tomato processing by-product. *Sustainable applications*, 33-76.
- Carvalho Costa, I., Pedrosa Melgaço, F., Alves Silva, A., Guimarães Barata, F., & Ferreira Gabriel, A. (2020). *Taninos condensados na nutrição de bovinos: Emissão de metano, desempenho animal e eficiência energética* (p. 17(6),8800-8806). <http://www.nutritime.com.br>
- Castellanos-Gallo, L., Ballinas-Casarrubias, L., Espinoza-Hicks, J. C., Hernández-Ochoa, L. R., Muñoz-Castellanos, L. N., Zermeño-Ortega, M. R., Borrego-Loya, A., & Salas,

- E. (2022). Grape Pomace Valorization by Extraction of Phenolic Polymeric Pigments: A Review. *Processes*, 10(3), 469. <https://doi.org/10.3390/pr10030469>
- Castillo, A., Kebreab, E., Beever, D., & France, J. (2000). A review of efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9(1), 1-32. <https://doi.org/10.22358/jafs/68025/2000>
- CESA. (2024). https://www.aragon.es/documents/d/guest/informe_2023_ed_resumida-web
- CESFAC. (2023). <https://cesfac.es/es/>
- Chaney, A. L., & Marbach, E. P. (1962). *Determinación de amoníaco en líquido ruminal*.
- Chedea, V. S., Palade, L. M., Marin, D. E., Pelmus, R. S., Habeanu, M., Rotar, M. C., Gras, M. A., Pistol, G. C., & Taranu, I. (2018). Intestinal Absorption and Antioxidant Activity of Grape Pomace Polyphenols. *Nutrients*, 10(5), 588. <https://doi.org/10.3390/nu10050588>
- Chedea, V. S., Pelmus, R. S., Lazar, C., Pistol, G. C., Calin, L. G., Toma, S. M., Dragomir, C., & Taranu, I. (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. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8068>
- Chen, H., Zhen, J., Wu, Z., Li, X., Liu, S., Zhiru, T., & Sun, Z. (2019). Grape seed extract and chromium nicotinate reduce impacts of heat stress in Simmental × Qinchuan steers. *Animal Production Science*, 59(10), 1868-1879. <https://www.publish.csiro.au/AN/AN17152>
- Chen, X. B., Grubic, G., Orskov, E. R., & Osuji, P. (1992). Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma and urinary purine derivatives in steers. *Anim. Prod*, 50, 185-191.
- Cheng, M., McCarl, B., & Fei, C. (2022). Climate Change and Livestock Production: A Literature Review. *Atmosphere*, 13(1), 140. <https://doi.org/10.3390/atmos13010140>
- Correddu, F., Lunesu, M. F., Buffa, G., Atzori, A. S., Nudda, A., Battacone, G., & Pulina, G. (2020). Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants? *Animals*, 10(1), 131. <https://doi.org/10.3390/ani10010131>
- Correddu, F., Nudda, A., Battacone, G., Boe, R., Francesconi, A. H. D., & Pulina, G. (2015). Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 199, 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.002>
- Correddu, F. (2013). *Utilization of grape seeds in ruminant nutrition: Effects of this by-product on health conditions, milk production and quality, and ruminal metabolism in Sarda dairy sheep*. <https://core.ac.uk/download/pdf/33723611.pdf>
- Costa-Silva, V., Pinheiro, V., Alves, A., Silva, J. A., Marques, G., Lorenzo, J., Rodrigues, M., & Ferreira, L. (2022). Effects of Dietary Incorporation of Grape Stalks Untreated and Fungi-Treated in Growing Rabbits: A Preliminary Study. *Animals*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/ani12010112>
- Cruz, J. M., Domínguez, H., & Parajó, J. C. (2004). Assessment of the Production of Antioxidants from Winemaking Waste Solids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18), 5612-5620. <https://doi.org/10.1021/jf049376c>

- da Silva Aguiar, F., Bezerra, L. R., Cordão, M. A., Cavalcante, I. T. R., de Oliveira, J. P. F., do Nascimento, R. R., de Souza, B. B., Oliveira, R. L., Pereira, E. S., & Filho, J. M. P. (2023). Effects of Increasing Levels of Total Tannins on Intake, Digestibility, and Balance of Nitrogen, Water, and Energy in Hair Lambs. *Animals*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/ani13152497>
- Dávila, I., Robles, E., Itziar Egüés, Jalel Labidi, & Patricia Gullón. (2017). The Biorefinery Concept for the Industrial Valorization of Grape Processing By-Products. *Handbook of Grape Processing By-Products Sustainable Solutions*, 29-53.
- Dilek, F. B., San Martin, D., Gutierrez, M., Ibarruri, J., Iñarra, B., & Yetis, U. (2024). Assessing Environmental and Economic Sustainability: Valorizing Grape Stems for Animal Feed Production. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 12(50), 18028-18042. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c06005>
- Ebert, P. J., Bailey, E. A., Schreck, A. L., Jennings, J. S., & Cole, N. A. (2017). Effect of condensed tannin extract supplementation on growth performance, nitrogen balance, gas emissions, and energetic losses of beef steers. *Journal of Animal Science*, 95(3), 1345-1355. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.0341>
- Esquivel, M., & Bernardo-Gil, M. G. (1993). The use of supercritical fluids en the edible oil industry. *Grasas y Aceites*, 44(1), 1-5. <https://doi.org/10.3989/gya.1993.v44.i1.1112>
- FAO. (2024). *Guidelines on the role of livestock in circular bioeconomy systems (for public review)*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd1948en>
- Ferreira, S., Bottini, R., & Fontana, A. (2023). Background and Perspectives on the Utilization of Canes' and Bunch Stems' Residues from Wine Industry as Sources of Bioactive Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(23), 8699-8730. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c01635>
- Fonseca, N. V. B., Cardoso, A. D. S., Granja-Salcedo, Y. T., Siniscalchi, D., Camargo, K. D. V., Dornellas, I. A., Silva, M. L. C., Vecchio, L. D. S. D., Grizotto, R. K., & Reis, R. A. (2024). Effects of condensed tannin-enriched alternative energy feedstuff supplementation on performance, nitrogen utilization, and rumen microbial diversity in grazing beef cattle. *Livestock Science*, 287, 105529. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105529>
- Fontana, A., Antonioli, A., D'Amario Fernández, M. A., & Bottini, R. (2017). Phenolics profiling of pomace extracts from different grape varieties cultivated in Argentina. *RSC Advances*, 7(47), 29446-29457. <https://doi.org/10.1039/C7RA04681B>
- Francisco, A., Alves, S. P., Portugal, P. V., Dentinho, M. T., Jerónimo, E., Sengo, S., Almeida, J., Bressan, M. C., Pires, V. M. R., Alfaia, C. M., Prates, J. A. M., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, J. (2018). Effects of dietary inclusion of citrus pulp and rockrose soft stems and leaves on lamb meat quality and fatty acid composition. *Animal*, 12(4), 872-881. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002269>
- Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F. J., & Mantecón, A. R. (2004). Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 191-202. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>
- Gao, Guo, J., Quan, S. Y., Nan, X. M., Fernandez, M. V. S., Baumgard, L. H., & Bu, D. P. (2017). The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 5040-5049. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>

- Gao, J., & Zhao, G. (2022). Potentials of using dietary plant secondary metabolites to mitigate nitrous oxide emissions from excreta of cattle: Impacts, mechanisms and perspectives. *Animal Nutrition*, 9, 327-334. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.12.006>
- García, C. A. C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: Componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 85-105. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>
- García-Rodríguez, J., Ranilla, M. J., France, J., Alaiz-Moretón, H., Carro, M. D., & López, S. (2019). Chemical Composition, In Vitro Digestibility and Rumen Fermentation Kinetics of Agro-Industrial By-Products. *Animals*, 9(11), 861. <https://doi.org/10.3390/ani9110861>
- Giannico, F., Petrontino, A., Bozzo, F., Karatosidi, D., Selvaggi, M., Carbonara, C., Tarricone, S., Ragni, M., & Colonna, M. A. (2025). Grape pomace in diets for Podolian and crossbred young bulls: Effects on growth performance, meat quality, and economic analysis of meat production. *Frontiers in Animal Science*, 6, 1547585. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1547585>
- Giller, K., Sinz, S., Messadene-Chelali, J., & Marquardt, S. (2021). Maternal and direct dietary polyphenol supplementation affect growth, carcass and meat quality of sheep and goats. *Animal*, 15(9), 100333. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100333>
- González-Centeno, M. R., Rosselló, C., Simal, S., Garau, M. C., López, F., & Femenia, A. (2010). Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: Grape pomaces and stems. *LWT - Food Science and Technology*, 43(10), 1580-1586. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.024>
- González-Manzano, S., Rivas-Gonzalo, J. C., & Santos-Buelga, C. (2004). Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Analytica Chimica Acta*, 513(1), 283-289. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.10.019>
- González-Martínez, P., Goenaga, I., León-Ecay, S., De Las Heras, J., Aldai, N., Insausti, K., & Aldaya, M. M. (2024). The water footprint of Spanish Ternera de Navarra PGI beef: Conventional versus novel feeding based on vegetable by-products from the local food industry. *Agricultural Systems*, 218, 103990. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103990>
- Grabber, J. H., Zeller, W. E., & Mueller-Harvey, I. (2013). Acetone Enhances the Direct Analysis of Procyanidin- and Prodelphinidin-Based Condensed Tannins in Lotus Species by the Butanol-HCl-Iron Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(11), 2669-2678. <https://doi.org/10.1021/jf304158m>
- Grainger, C., Clarke, T., Auldist, M. J., Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Waghorn, G. C., & Eckard, R. J. (2009). Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(2), 241-251. <https://doi.org/10.4141/CJAS08110>
- Gregory, L., Birgel Junior, E. H., D'Angelino, J. L., Benesi, F. J., Araújo, W. P. D., & Birgel, E. H. (2004). VALORES DE REFERÊNCIA DOS TEORES SÉRICOS DA UREIA E CREATININA EM BOVINOS DA RAÇA JERSEY CRIADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO. INFLUÊNCIA DOS FATORES ETÁRIOS, SEXUAIS E DA INFECÇÃO PELO

- VÍRUS DA LEUCOSE DOS BOVINOS. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71(3), 339-345. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v71p3392004>
- Grishin, Y., Oleinikov, N., Ryndach, M., Kazak, A., Musakin, A., Churilina, I., Chernenok, M., & Kryukova, A. (2024). Biologically valuable components of grape stems. *BIO Web of Conferences*, 120, 01061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202412001061>
- Guarnido-Lopez, P. (2022). Evaluation du métabolisme protéique comme déterminant des variations individuelles d'efficacité alimentaire chez le bovin en engraissement. [Tesis doctoral, INRAE]. <https://theses.hal.science/tel-03859767v1/document>
- Gutierrez, E. O., Lara, J., Mata, A., Llobril, A., Luz, A., Torres, T., Rodriguez, J. S., Plaza, C. M., & Torres, J. C. (2018). Proteína total en suero sanguíneo de vaquillonas braford criadas en un sistema pastoril y silvopastoril de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. *Agroalimentos. Jornadas de jóvenes investigadores AUGM*.
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal*, 12, s295-s309. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002252>
- Hammond Andrew, C. (1998). Use of BUN and MUN as Guides for Protein and Energy Supplementation in Cattle Corpoica. *Corpoica.Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2(2), 44-48.
- Hanušovský, O., Gálik, B., Bíro, D., Šimko, M., Juráček, M., Rolinec, M., Záborský, L., Philipp, C., Puntigam, R., Slama, J. A., & Gierus, M. (2020). The nutritional potential of grape by-products from the area of Slovakia and Austria. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 1. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i1.2051>
- Hashizume, K., Kida, S., & Samuta, T. (1998). Effect of Steam Treatment of Grape Cluster Stems on the Methoxypyrazine, Phenolic, Acid, and Mineral Content of Red Wines Fermented with Stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4382-4386. <https://doi.org/10.1021/jf9801771>
- Hristov, A. N., Bannink, A., Crompton, L. A., Huhtanen, P., Kreuzer, M., McGee, M., Nozière, P., Reynolds, C. K., Bayat, A. R., Yáñez-Ruiz, D. R., Dijkstra, J., Kebreab, E., Schwarm, A., Shingfield, K. J., & Yu, Z. (2019). Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 5811-5852. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15829>
- Istasse, L., Eenaeme, C. V., Gabriel, A., Clinquart, A., Maghuin-Rogister, G., & Bienfait, J. M. (1990). The relationship between carcass characteristics, plasma hormones and metabolites in young fattening bulls. *Vet Res Commun*, 14(1).19-26.
- Kim, M., Kwon, M., & Lee, S. (2025). Development and Validation of a Sensitive and Accurate LC-MS/MS Method for the Quantification of Creatinine in Rat Urine. *Drug Targets and Therapeutics*, 4(1), 29-35. <https://doi.org/10.58502/DTT.24.0016>
- Kim, W.-S., Peng, D.-Q., Jo, Y.-H., Nejad, J. G., & Lee, H.-G. (2021). Responses of beef calves to long-term heat stress exposure by evaluating growth performance, physiological, blood and behavioral parameters. *Journal of Thermal Biology*, 100, 103033. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103033>
- Kojic, A.-B., Sovova, H., Planinic, M., & Tomas, S. (2013). Temperature-dependent kinetics of grape seed phenolic compounds extraction: Experiment and model. *Food Chemistry*, 136(3-4).1136-1140.

- Kristensen, N. B., Storm, A. C., & Larsen, M. (2010). Effect of dietary nitrogen content and intravenous urea infusion on ruminal and portal-drained visceral extraction of arterial urea in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2670-2683. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3067>
- Lapierre, H., & Lobley, G. E. (2001). Nitrogen Recycling in the Ruminant: A Review. *Journal of Dairy Science*, 84, E223-E236. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70222-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70222-6)
- Law, R. A., Young, F. J., Patterson, D. C., Kilpatrick, D. J., Wylie, A. R. G., & Mayne, C. S. (2009). Effect of dietary protein content on animal production and blood metabolites of dairy cows during lactation. *Journal of Dairy Science*, 92(3), 1001-1012. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1155>
- Lawrence, P., Kenny, D. A., Earley, B., & McGee, M. (2012). Grazed grass herbage intake and performance of beef heifers with predetermined phenotypic residual feed intake classification. *Animal*, 6(10), 1648-1661. <https://doi.org/10.1017/S1751731112000559>
- Leal, C., Gouvinhas, I., Santos, R. A., Rosa, E., Silva, A. M., Jose Savedra, M., & Barros, A. (2020). Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product. *Industrial Crops and Products*, 154.
- Li, Y., Shi, C., Deng, J., Qiu, X., Zhang, S., Wang, H., Qin, X., He, Y., Cao, B., & Su, H. (2024). Effects of Grape Pomace on Growth Performance, Nitrogen Metabolism, Antioxidants, and Microbial Diversity in Angus Bulls. *Antioxidants*, 13(4), 412. <https://doi.org/10.3390/antiox13040412>
- Liu, H. W., Zhou, D. W., & Li, K. (2013). Effects of chestnut tannins on performance and antioxidative status of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5901-5907. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6904>
- Llobera, A., & Cañellas, J. (2008). Antioxidant activity and dietary fibre of Prensal Blanc white grape (*Vitis vinifera*) by-products. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(11), 1953-1959. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01798.x>
- Lobley, G. E., Connell, A., Lomax, M. A., Brown, D. S., Milne, E., Calder, A. G., & Farningham, D. A. H. (1995). Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: Possible consequences for amino acid catabolism. *British Journal of Nutrition*, 73(5), 667-685. <https://doi.org/10.1079/BJN19950072>
- Loerch, S. (1998). METABOLISMO PROTEICO EN RUMIANTES. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Luo, Z., Ou, H., Tan, Z., & Jiao, J. (2025). Rumen-protected methionine and lysine supplementation to the low protein diet improves animal growth through modulating colonic microbiome in lambs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 16(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40104-025-01183-z>
- Ma, J., Fan, X., Zhang, W., Zhou, G., Yin, F., Zhao, Z., & Gan, S. (2023). Grape Seed Extract as a Feed Additive Improves the Growth Performance, Ruminal Fermentation and Immunity of Weaned Beef Calves. *Animals*, 13(11), 1876. <https://doi.org/10.3390/ani13111876>
- Makkar, H. P. S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rumin. Res.*, 49, 241-256.

- Mangan, J. L. (1988). Nutritional Effects of Tannins in Animal Feeds. *Nutrition Research Reviews*, 1(1), 209-231. <https://doi.org/10.1079/NRR19880015>
- MAPA.(2023).https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/frutas-y-hortalizas/informacion_general.aspx
- MAPA.(2024a). https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/202501_sgpgyc_estudionodrizardatossitran2023_rev_tcm30-109530.pdf
- MAPA.(2024b).<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/vitivinicultura/>
- MAPA. (2025). https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/20250312_vacunocarne_mapa_situaciondemercado_tcm30-428261.pdf
- Mavrommatis, A., Giamouri, E., Myrtsi, E. D., Evergetis, E., Filippi, K., Papapostolou, H., Koulocheri, S. D., Zoidis, E., Pappas, A. C., Koutinas, A., Haroutounian, S. A., & Tsiplakou, E. (2021). Antioxidant Status of Broiler Chickens Fed Diets Supplemented with Vinification By-Products: A Valorization Approach. *Antioxidants*, 10(8), 1250. <https://doi.org/10.3390/antiox10081250>
- Melo, P. S., Massarioli, A. P., Denny, C., Dos Santos, L. F., Franchin, M., Pereira, G. E., Vieira, T. M. F. D. S., Rosalen, P. L., & Alencar, S. M. D. (2015). Winery by-products: Extraction optimization, phenolic composition and cytotoxic evaluation to act as a new source of scavenging of reactive oxygen species. *Food Chemistry*, 181, 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.087>
- Méndez-Ortiz, F. A., Sandoval-Castro, C. A., Ventura-Cordero, J., Sarmiento-Franco, L. A., & Torres-Acosta, J. F. J. (2018). Condensed tannin intake and sheep performance: A meta-analysis on voluntary intake and live weight change. *Animal Feed Science and Technology*, 245, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.09.001>
- Mezzomo, R., Paulino, P. V. R., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Paulino, M. F., Monnerat, J. P. I. S., Duarte, M. S., Silva, L. H. P., & Moura, L. S. (2011). Influence of condensed tannin on intake, digestibility, and efficiency of protein utilization in beef steers fed high concentrate diet. *Livestock Science*, 141(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.04.004>
- Min, B. R., Solaiman, S., Waldrip, H. M., Parker, D., Todd, R. W., & Brauer, D. (2020). Dietary mitigation of enteric methane emissions from ruminants: A review of plant tannin mitigation options. *Animal Nutrition*, 6(3), 231-246. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.05.002>
- Molosse, V. L., Deolindo, G. L., Cécere, B. G., Marcon, H., Da Rosa, G., Vedovatto, M., Zotti, C. A., Silva, A. D., Fracasso, M., Morsch, V. M., Carvalho, R. A., Pereira, W. A. B., & Da Silva, A. S. (2021). Effect of dietary supplementation with grape residue flour on weight gain, metabolic profile, leukogram, proteinogram and antioxidant response in suckling lambs. *Research in Veterinary Science*, 139, 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.07.004>
- Molosse, V. L., Deolindo, G. L., Lago, R. V. P., Cécere, B. G. O., Zotti, C. A., Vedovato, M., Copetti, P. M., Fracasso, M., Morsch, V. M., Xavier, A. C. H., Wagner, R., & Da Silva, A. S. (2023). The effects of the inclusion of ensiled and dehydrated grape pomace in beef cattle diet: Growth performance, health, and economic viability. *Animal Feed Science and Technology*, 302, 115671. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115671>

- Monteils, V. (2002). *Distribucion de l'azote entre le lait, les fèces et l'urine chez la vache laitière alimentée avec des rations déficitaires en azote fermentescible*.
- Mosele, J., Da Costa, B. S., Bobadilla, S., & Motilva, M.-J. (2023). Phenolic Composition of Red and White Wine Byproducts from Different Grapevine Cultivars from La Rioja (Spain) and How This Is Affected by the Winemaking Process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(48), 18746-18757. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04660>
- Moutinho, J., Gouvinhas, I., Domínguez-Perles, R., & Barros, A. (2023). Optimization of the Extraction Methodology of Grape Pomace Polyphenols for Food Applications. *Molecules*, 28(9), 3885. <https://doi.org/10.3390/molecules28093885>
- Mu, C., Yang, W., Wang, P., Zhao, J., Hao, X., & Zhang, J. (2020). Effects of high-concentrate diet supplemented with grape seed proanthocyanidins on growth performance, liver function, meat quality, and antioxidant activity in finishing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 266, 114518. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114518>
- Muck, R. E., & teenhuis, T. S. (1982). Nitrogen losses from manure storages. *Agricultural wastes*, 4(1), 41-54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0141460782900531>
- Mueller-Harvey, I., Bee, G., Dohme-Meier, F., Hoste, H., Karonen, M., Kölliker, R., Lüscher, A., Niderkorn, V., Pellikaan, W. F., Salminen, J. P., Skøt, L., Smith, L. M. J., Thamsborg, S. M., Totterdell, P., Wilkinson, I., Williams, A. R., Azuhwi, B. N., Baert, N., Brinkhaus, A. G., ... Waghorn, G. C. (2019). Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. *CropScience*, 59(3), 861-885. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0369>
- Muñoz-Ulecia, E., Bernués, A., Briones-Hidrovo, A., Casasús, I., & Martín-Collado, D. (2023). Dependence on the socio-economic system impairs the sustainability of pasture-based animal agriculture. *Scientific Reports*, 13(1), 14307. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41524-4>
- Naumann, H. D., Tedeschi, L. O., Zeller, W. E., & Huntley, N. F. (2017). The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(12), 929-949. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001200009>
- NRC (NRC). (1971). *A guide to Environmental Research on Animals*. Nat. Acad. of Sciences.
- OIV. (2024). *STATE OF THE WORLD VINE AND WINE SECTOR*.
- Oliveira, S. G., & Berchielli, T. T. (2007). POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DE TANINOS NA CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES - Revisão. *Archives of Veterinary Science*, 12(1). <https://doi.org/10.5380/avs.v12i1.9221>
- Orzuna-Orzuna, J. F., Dorantes-Iturbide, G., Lara-Bueno, A., Mendoza-Martínez, G. D., Miranda-Romero, L. A., & Hernández-García, P. A. (2021). Effects of dietary tannins' supplementation on growth performance, rumen fermentation, and enteric methane emissions in beef cattle: A meta-analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/su13137410>
- Owen, E. C. (1967). Nitrogen balances. *Proceedings of the Nutrition Society*, 26(1), 116-124. <https://doi.org/10.1079/PNS19670020>

- Owens, F. N., Qi, S., & Sapienza, D. A. (2014). INVITED REVIEW: Applied protein nutrition of ruminants—Current status and future directions. *The Professional Animal Scientist*, 30(2), 150-179. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30102-9](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30102-9)
- Preciado-Saldaña, A. M., Ruiz-Canizales, J., Villegas-Ochoa, M. A., Abraham Domínguez-Avila, J., & González-Aguilar, G. A. (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(2),92.
- Rauf, A., Imran, M., Abu-Izneid, T., lahtisham-Ul-Haq, Patel, S., Pan, X., Naz, S., Sanches Silva, A., Saeed, F., & Rasul Suleria, H. A. (2019). Proanthocyanidins: A comprehensive review. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108999>
- Rauw, W. M., Gómez Izquierdo, E., Torres, O., García Gil, M., De Miguel Beascochea, E., Rey Benayas, J. M., & Gomez-Raya, L. (2023). Future farming: Protein production for livestock feed in the EU. *Sustainable Earth Reviews*, 6(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s42055-023-00052-9>
- Ream, C. A., Stevens, A. V., Myers, C., & Chibisa, G. E. (2021). Effect of feeding ensiled or dried grape pomace on nitrogen utilization in backgrounding cattle. *Translational Animal Science*, 5(Supplement_S1), S120-S124. <https://doi.org/10.1093/tas/txab177>
- Rivera-Méndez, C., Plascencia, A., Torrentera, N., & Zinn, R. A. (2017). Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 199-203. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1141776>
- Roseler, D. K., Ferguson, J. D., Sniffen, C. J., & Herrema, J. (1993). Dietary Protein Degradability Effects on Plasma and Milk Urea Nitrogen and Milk Nonprotein Nitrogen In Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 525-534. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77372-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77372-5)
- Salami, S. A., Luciano, G., O’Grady, M. N., Biondi, L., Newbold, C. J., Kerry, J. P., & Priolo, A. (2019). Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 37-55. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006>
- San Martin, D., Ibarruri, J., Gutierrez, M., Ferrer, J., Garcia-Rodriguez, A., Goiri, I., Urkiza, J., Zufía, J., Sáez De Cámara, E., & Iñarra, B. (2025). Valorisation of grape stem as an alternative ingredient in rabbit feed. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 43(4), 593-601. <https://doi.org/10.1177/0734242X241259660>
- San Martin, D., Ibarruri, J., Luengo, N., Ferrer, J., García-Rodríguez, A., Goiri, I., Atxaerandio, R., Zufía, J., Sáez De Cámara, E., & Iñarra, B. (2023). Evaluation of Valorisation Strategies to Improve Grape Stems’ Nutritional Value as an Ingredient for Ruminants’ Diets. *Sustainability*, 15(15), 11951. <https://doi.org/10.3390/su151511951>
- s.Costa, E. I., Ribiero, C. V. D. M., Silva, T. M., Ribeiro, R. D. X., Vieira, J. F., de, A. G. V., Barbosa, A. M., Silva Júnior, J. M. da, Bezerra, L. R., & Oliveira, R. L. (2021). Intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, serum metabolites and growth performance of lambs supplemented with *Acacia mearnsii* condensed tannin extract. *Animal Feed Science and Technology*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114744>

- Serra, M., Casas, A., Teixeira, J. A., & Barros, A. N. (2023). Revealing the Beauty Potential of Grape Stems: Harnessing Phenolic Compounds for Cosmetics. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(14), 11751. <https://doi.org/10.3390/ijms241411751>
- Shrivastava, V. S., & Talapatra, S. K. (1962). Pasture studies in Uttar Pradesh. 2. Use of some natural indicators to determine the plane of nutrition of a grazing animal. *Indian Journal of dairy science*, 15, 154-160. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19631406955>
- Śliwiński, B., Kreuzer, M., Sutter, F., Machmüller, A., & Wettstein, H.-R. (2004). Performance, body nitrogen conversion and nitrogen emission from manure of dairy cows fed diets supplemented with different plant extracts. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13(1), 73-91. <https://doi.org/10.22358/jafs/67390/2004>
- Smith, A. H., Zoetendal, E., & Mackie, R. I. (2005). Bacterial Mechanisms to Overcome Inhibitory Effects of Dietary Tannins. *Microbial Ecology*, 50(2), 197-205. <https://doi.org/10.1007/s00248-004-0180-x>
- Soldado, D., Bessa, R. J. B., & Jerónimo, E. (2021). Condensed Tannins as Antioxidants in Ruminants—Effectiveness and Action Mechanisms to Improve Animal Antioxidant Status and Oxidative Stability of Products. *Animals*, 11(11), 3243. <https://doi.org/10.3390/ani11113243>
- Souquet, J.-M., Labarbe, B., Le Guernevé, C., Cheynier, V., & Moutounet, M. (2000). Phenolic Composition of Grape Stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1076-1080. <https://doi.org/10.1021/jf991171u>
- Souza Da Costa, B., Soldevilla Muro, G., Oliván García, M., & Motilva, M.-J. (2022). Winemaking by-products as a source of phenolic compounds: Comparative study of dehydration processes. *LWT*, 165, 113774. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113774>
- Spanghero, M., & Kowalski, Z. M. (2021). Updating analysis of nitrogen balance experiments in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7725-7737. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19656>
- Spanghero, M., Salem, A. Z. M., & Robinson, P. H. (2009). Chemical composition, including secondary metabolites, and rumen fermentability of seeds and pulp of Californian (USA) and Italian grape pomaces. *Animal Feed Science and Technology*, 152(3-4), 243-255. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840109001400>
- Sparkes, J. L., Chaves, A. V., Fung, Y. T. E., Ekris, I. V., & Bush, R. D. (2009). Effects of Replacing Lucerne (*Medicago sativa* L.) Hay with Fresh Citrus Pulp on Ruminal Fermentation and Ewe Performance. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(2), 197-204. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90314>
- Spek, J. W., Dijkstra, J., Van Duinkerken, G., & Bannink, A. (2013). A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *The Journal of Agricultural Science*, 151(3), 407-423. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000561>
- Surai, P. F. (2014). Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 19-31. <https://doi.org/10.1111/jpn.12070>

- Tao, S., Monteiro, A. P. A., Thompson, I. M., Hayen, M. J., & Dahl, G. E. (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7128-7136. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Dugan, M. E. R., Mutsvangwa, T., & Mapiye, C. (2020). Influence of feeding fruit by-products as alternative dietary fibre sources to wheat bran on beef production and quality of Angus steers. *Meat Science*, 161, 107969. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107969>
- Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Raffrenato, E., Dugan, M. E. R., Mutsvangwa, T., & Mapiye, C. (2021). Comparative effects of feeding citrus pulp and grape pomace on nutrient digestibility and utilization in steers. *Animal*, 15(1), 100020. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100020>
- Teng, M., Li, Y., Qi, J., Wu, W., Sun, X., Gao, C., Zhang, X., Mamtimin, T., & Wan, J. (2025). Effects of Grape Pomace Complete Pellet Feed on Growth Performance, Fatty Acid Composition, and Rumen Fungal Composition in Beef Cattle. *Animals*, 15(7), 930. <https://doi.org/10.3390/ani15070930>
- Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B., & Barry, T. N. (1992). Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(3), 321-329. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740580306>
- Van Hal, O., De Boer, I. J. M., Muller, A., De Vries, S., Erb, K.-H., Schader, C., Gerrits, W. J. J., & Van Zanten, H. H. E. (2019). Upcycling food leftovers and grass resources through livestock: Impact of livestock system and productivity. *Journal of Cleaner Production*, 219, 485-496. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.329>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., & Priolo, A. (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 223-246. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020>
- Vastolo, A., Calabrò, S., & Cutrignelli, M. I. (2022). A review on the use of agro-industrial CO-products in animals' diets. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 577-594. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2039562>
- Vinyard, J. R., Myers, C. A., Murdoch, G. K., Rezamand, P., & Chibisa, G. E. (2021). Optimum grape pomace proportion in feedlot cattle diets: Ruminal fermentation, total tract nutrient digestibility, nitrogen utilization, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 99(2), skab044. <https://doi.org/10.1093/jas/skab044>
- Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2013). Fruit wastes as livestock feed. *Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products*.
- Wang, T., Jiao, J., Wang, H., Degen, A. A., Gou, N., Li, S., Bai, Y., & Shang, Z. (2021). The effects of supplementing sweet sorghum with grapeseeds on dry matter intake, average daily gain, feed digestibility and rumen parameters and microbiota in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 272, 114750. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840120306556>

- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Wolfe, R. M., Terrill, T. H., & Muir, J. P. (2008). Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol-HCl CT analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1060-1067. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3188>