

TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE RACIONES TOTALMENTE MEZCLADAS DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA ASSAF

MANSO, T.^{1*}, MANTECÓN, A.R.², LAVÍN, P.²

¹Área de Producción Animal. ETS Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia.

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). 24.346 Grulleros (León).

*mtmanso@uva.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar el tamaño y la composición de las partículas, de raciones totalmente mezcladas (TMR) empleadas en granjas de ovejas de raza Assaf. Se seleccionaron 8 granjas comerciales localizadas en Castilla y León y se tomaron muestras de las TRMs empleadas: 4 incluyeron ensilados (TMR-E) y 4 heno (TMR-H). Se determinó el tamaño de las partículas utilizando un separador de partículas Penn State (PSPS) y la composición química de cada fracción. No hubo diferencias en la composición entre TMR-E y TRM-H. Las fracciones > 19mm presentaron mayor contenido de carbohidratos fibrosos (FND, FAD). Las partículas < 4mm destacaron por su elevado contenido de proteína bruta (PB) y las fracciones intermedias (8-19mm y 4-8mm) fueron las más ricas en almidón y azúcares. Las TMR-E presentaron mayor porcentaje de cenizas, PB y extracto etéreo (EE) que las TMR-H en las partículas >19 mm y menor contenido de azúcares en las partículas > 19mm, 8-19mm y 4-8 mm que las raciones TMR-H. La composición de las partículas debería tenerse en cuenta para el desarrollo de estrategias nutricionales que consideren la selección de partículas y una ingesta equilibrada de nutrientes de las ovejas, especialmente de fibra efectiva.

PALABRAS CLAVE: ovejas lecheras, ración total mezclada, composición, tamaño de partículas

INTRODUCCIÓN

En los sistemas intensivos de producción de ovino lechero, es común el uso de raciones totalmente mezcladas (TMR, por sus siglas en inglés), una técnica que busca proporcionar de forma continua y equilibrada los nutrientes necesarios al rumen, evitando la selección de ingredientes por parte de los animales y contribuyendo tanto al bienestar animal como a la eficiencia productiva. Además del contenido en nutrientes, la estructura física de las TMR, especialmente el tamaño de las partículas, desempeña un papel fundamental en la ingestión, la rumia y la fermentación ruminal. El Penn State Particle Separator (PSPS) es una herramienta que analiza el tamaño y la distribución física de las partículas en las TMR; sin embargo, no proporciona información sobre su composición química. De hecho, las recomendaciones actuales se basan en la suposición de una composición homogénea de las partículas que puede no reflejar la realidad y afectar tanto a las estimaciones de fibra efectiva capaz de estimular la masticación y la rumia (Mertens, 1977), como a la selección de ingredientes por parte de los animales (Berthel et al., 2024). En este contexto, el tipo de forraje (ensilado o heno) empleado en la elaboración de las raciones, puede ser un factor determinante de las variaciones en la composición química de las partículas evaluadas mediante el PSPS por su influencia en la humedad, en la compactación y tamaño de partícula de las TMR (Spina et al., 2024).

Dado el escaso conocimiento disponible en ovino lechero, el objetivo de este estudio ha sido caracterizar la distribución física y la composición química de las partículas de TMR destinadas a ovejas Assaf de alta producción, considerando las formas más habituales de incorporación de forrajes en Castilla y León (ensilado vs heno). Con ello, se pretende aportar información relevante para el desarrollo de estrategias nutricionales que minimicen la selección



de partículas y aseguren una ingesta equilibrada de nutrientes, especialmente de fibra efectiva en ovejas lecheras alimentadas con TMR.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se seleccionaron 8 granjas comerciales de ovejas lecheras Assaf localizadas en Castilla y León. El criterio para la elección de las granjas fue el uso de raciones totalmente mezcladas (TMR), el sistema de explotación intensivo, la ubicación en Castilla y León y el tipo de forraje empleado (ensilado o heno). De las 8 granjas, 4 administraron ensilados (TMR-E) y 4 administraron heno (TMR-H). En cada granja, se tomaron tres muestras de TMR del grupo de alta producción a lo largo del comedero y se determinó el tamaño de las partículas en materia fresca utilizando un separador de partículas Penn State (PSPS). Las partículas se separaron en 4 fracciones (>19 mm, 8-19 mm, de 4-8 mm y <4 mm) y se calculó su porcentaje respecto al total de la muestra. Después de la evaluación del tamaño de partícula, se determinó la composición química de las TMR y de cada una de las fracciones obtenidas. La materia seca (MS) de las muestras se determinó por desecación a 60°C y posteriormente se molieron a 1 mm. La determinación de cenizas, extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB), almidón y azúcares se realizó siguiendo protocolos estándar de la AOAC (2003). El contenido de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) se determinó según Van Soest et al. (1991), utilizando un analizador de fibra ANKOM 200 (Ankom Technology Corporation, Macedon, NY, EE. UU.).

El efecto del tamaño de partícula y del tipo de forraje (ensilado o heno) sobre la composición de las partículas se analizó mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico STATGRAPHICS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la Tabla 1, y como era de esperar, el método de conservación de los forrajes afectó significativamente ($P < 0,05$) al contenido en MS de las raciones, con valores más bajos en TMR-E que en TMR-H. En cuanto a la composición química, expresada en porcentaje de MS, se observó un contenido significativamente menor de cenizas en las TMR-H que en TMR-E ($P < 0,05$). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ambas raciones en los contenidos de PB, EE, FND, FAD, almidón, ni azúcares, todos ellos también expresados como porcentaje de MS ($P > 0,05$). Estos resultados reflejan homogeneidad en el valor nutritivo de las raciones entre granjas e indican que, independiente del forraje empleado, las recomendaciones nutricionales para ovejas lecheras Assaf cuentan con amplio consenso entre los nutricionistas del sector.

Tabla 1. Composición química (% MS) de raciones totalmente mezcladas de ovejas lecheras Assaf con ensilado (TMR-E) y heno (TMR-H)

	MS (%)	Cenizas	PB	EE	Almidón	Azúcares	FND	FAD
TMR-E	64,5 \pm 5,55	9,50 \pm 0,577	18,0 \pm 1,15	4,00 \pm 0,816	14,3 \pm 4,27	5,25 \pm 2,363	31,0 \pm 5,59	15,3 \pm 2,21
TMR-H	83,8 \pm 6,39	8,25 \pm 0,500	18,5 \pm 1,29	4,00 \pm 1,154	13,5 \pm 2,64	7,75 \pm 0,957	32,0 \pm 2,16	14,5 \pm 4,43
P valor	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

P valor: ns, $P > 0,5$; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$; ***, $P < 0,001$.

El porcentaje de partículas superiores a 19 mm fue el más variable (Tabla 2), siendo significativamente más alto ($P < 0,05$) en las raciones TMR-E que en las TMR-H, con coeficientes de variación del 37% y 63% respectivamente. Estos resultados pueden atribuirse al tipo de maquinaria utilizada durante el procesamiento y al contenido de humedad del ensilado que hace que las partículas pequeñas y húmedas se adhieran a las más grandes y el tamiz $>19\text{mm}$ retenga partículas que deberían haber pasado a fracciones inferiores. En cambio, el heno, al ser más seco, se fragmenta con mayor facilidad en partículas inferiores a 19 mm. Las



diferencias entre raciones en la proporción de partículas entre 8 y 19 mm, 4 y 8 mm y menores de 4 mm no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$), observándose los coeficientes de variación más bajos en la fracción de 4 a 8 mm en TMR-E y menor a 4mm en TMR-H (15% y 13% respectivamente).

Tabla 2. Distribución según el tamaño de partícula de raciones totalmente mezcladas de ovejas lecheras Assaf con ensilado (TMR-E) y heno (TMR-H)

	> 19 mm	8-19 mm	4-8 mm	< 4 mm
TMR-E	21,0±7,79	23,5±5,80	25,8±4,65	29,3±4,50
TMR-H	9,00±5,710	27,3±10,11	27,8±3,59	36,3±11,44
P valor	*	ns	ns	ns

P valor: ns, $P > 0,5$; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$; ***, $P < 0,001$.

El análisis químico de las partículas (Tabla 3) reflejó diferencias en su composición según su tamaño. En ambas raciones, las fracciones más gruesas (> 19 mm) presentaron de forma estadísticamente significativa mayor contenido de FND ($P < 0,01$) y FAD ($P < 0,001$) que las fracciones de 8-19mm, 4-8 mm y < 4 mm. Las partículas más pequeñas (< 4 mm) destacaron por su elevado contenido en PB ($P < 0,001$), seguidas por las de 4-8mm. Respecto a los hidratos de carbono no fibrosos, las fracciones intermedias (8-19mm y 4-8mm) fueron las más ricas en almidón ($P < 0,05$) sin que las diferencias en azúcares fueran estadísticamente significativas ($P > 0,05$), lo que sugiere una mayor proporción de ingredientes energéticos en ese rango de tamaños de partícula.

Tabla 3. Composición química de las partículas de raciones totalmente mezcladas de ovejas lecheras Assaf con ensilado (TMR-E) y heno (TMR-H)

Ración	Partícula	Cenizas	PB	EE	Almidón	Azúcares	FND	FAD
TMR-E	> 19mm	9,75±1,258 ^{ab}	16,0±2,16 ^{ab}	4,00±0,291 ^{ba}	3,25±3,202 ^b	5,06±1,904 ^b	42,5±7,85 ^a	29,3±4,19 ^a
	8-19mm	7,25±1,708 ^b	15,5±2,38 ^b	5,75±1,708 ^b	22,5±14,01 ^a	4,09±1,690 ^b	29,0±6,63 ^b	18,5±5,00 ^{ab}
	4-8mm	7,25±0,957 ^b	17,3±1,50 ^b	4,25±0,500 ^b	23,0±11,05 ^a	4,18±1,441 ^b	27,8±5,19 ^b	15,3±3,77 ^b
	< 4mm	11,8±1,707 ^a	25,0±4,24 ^a	3,75±0,500 ^b	10,8±7,41 ^{ab}	4,75±2,631	23,3±4,97 ^b	14,3±3,40 ^b
	P valor	**	***	*	*	ns	**	***
TMR-H	> 19mm	7,50±0,577 ^{ab}	11,0±2,16 ^{ab}	2,25±0,504 ^{ab}	1,75±0,500 ^a	11,4±3,60 ^a	50,0±5,03 ^a	37,0±4,97 ^a
	8-19mm	6,25±0,500 ^b	13,0±1,41 ^c	4,75±1,708 ^b	22,0±14,44 ^b	7,41±2,378 ^a	33,8±9,60 ^b	22,5±7,78 ^b
	4-8mm	7,25±2,061 ^b	18,0±3,37 ^b	4,75±0,500 ^b	23,5±4,51 ^b	6,718±0,583 ^a	27,5±2,65 ^{bc}	15,8±1,89 ^b
	< 4mm	11,3±1,258 ^c	24,5±1,29 ^a	5,00±2,309 ^b	8,25±2,061 ^a	8,67±2,250	29,8±2,83 ^c	15,0±2,16 ^b
	P valor	***	***	ns	**	ns	***	***

P valor: ns, $P > 0,5$; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$; ***, $P < 0,001$. ^{a,b,c}, Letras minúsculas reflejan diferencias significativas entre tamaños de partícula de cada ración. ^{AB}, Letras mayúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre raciones con diferente tipo de forraje para cada tamaño de partícula.

Respecto a las diferencias en la composición de partículas entre raciones, las TMR-E presentaron mayor porcentaje de cenizas ($P < 0,05$), PB ($P < 0,05$) y EE ($P < 0,001$) que las TMR-H en las partículas > 19 mm. En el caso de los azúcares, las partículas > 19mm, 8-19mm y 4-8mm de las raciones TMR-H presentaron mayores porcentajes que TMR-E. El proceso de conservación del forraje con reducciones del nivel de azúcares por fermentación en el caso de los ensilados, podrían explicar estos resultados. Las diferencias en almidón y carbohidratos fibrosos (FND y FAD) entre raciones no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$) para ningún tamaño de partícula. Finalmente, en las partículas < 4 mm, no se observaron diferencias significativas en la composición química entre raciones ($P > 0,05$). Estos resultados reflejan la alta variabilidad en la composición química de las fracciones más largas según el tipo de forraje empleado en la ración.



CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran una notable homogeneidad en el valor nutritivo de las TMR de granjas de ovino lechero Assaf en Castilla y León, lo que refleja consenso en las recomendaciones nutricionales entre profesionales del sector. El tamaño de partícula y el tipo de forraje (ensilado o heno) influyeron en la composición de las partículas, lo que podría ayudar a explicar discrepancias en la literatura sobre su efecto en la selección de dieta y el rendimiento de los animales. Estos hallazgos, que requieren mayor investigación, aportan información útil para diseñar estrategias nutricionales que minimicen la selección de partículas y aseguren una ingesta equilibrada de nutrientes y fibra efectiva en ovejas lecheras alimentadas con TMR.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto PID2020-113395RB-C22 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Agradecemos a los ganaderos que han participado en este estudio su colaboración y dedicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2003) International. Official Methods of Analysis, 17th ed.; AOAC International: Gaithersburg, MD, USA, 2003.
- Berthel, R., Dohme-Meier, F., Keil, N. (2024). Dairy sheep and goats sort for particle size and protein in mixed rations. *Applied Animal Behaviour Science*, 271: 106144.
- Mertens, D. (1977). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 7: 1463-1481.
- Spina, AA, Iommelli, P., Morello, A.R., Britti, D., Pelle, N., Poerio, G., Morittu, V.M. (2024). Particle size distribution and feed sorting of hay-based and silage based total mixed ration of Calabrian dairy herds. *Dairy*, 5: 106-117.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583–3597.

PARTICLE SIZE AND COMPOSITION OF MIXED TOTAL RATION OF ASSAF BREED DAIRY SHEEP

SUMMARY

The aim of this study was to characterize the particle size and composition of total mixed rations (TMRs) used in Assaf dairy sheep farms. Eight commercial farms located in Castilla y León, Spain, were selected, and samples of the TMRs were collected: four included silage (TMR-E) and four included hay (TMR-H). Particle size was determined using the Penn State Particle Size Separator (PSPS), and the chemical composition of each fraction was analyzed. No significant differences in overall composition were found between TMR-E and TMR-H. Fractions >19 mm had the highest content of NDF and ADF. Particles <4 mm were characterized by a high crude protein (CP), while the intermediate fractions (8–19 mm and 4–8 mm) were richest in starch and sugars. In the >19 mm fraction, TMR-E had higher percentages of ash, crude protein, and ether extract (EE) than TMR-H, and lower sugar content in the >19 mm, 8–19 mm, and 4–8 mm fractions. Particle composition should be considered when developing nutritional strategies to prevent particle sorting and ensure balanced nutrient and effective fibre intake for the sheep.

KEY WORDS: dairy ewes, total mixed ration, composition, particle size

