

OPTIMIZACIÓN DEL APORTE DE PROTEÍNA EN LA DIETA DE VACUNO LECHERO PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE PURINES COMO FERTILIZANTE AGRÍCOLA

Elouadaf, D., Martínez-Fernández, A., Soldado, A., Jiménez-Calderón, J.D. y Vicente, F.
Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo
Agroalimentario (SERIDA). 33300 Villaviciosa (Asturias); fvicente@serida.org

INTRODUCCIÓN

La evolución de la agricultura durante la segunda mitad del siglo XX ha estado marcada por una creciente fertilización con nitrógeno (N), factor determinante del aumento de la productividad agrícola. La ganadería transforma el N vegetal ingerido en productos animales, eliminando una parte del mismo en forma de deyecciones, que puede ser reutilizada como fertilizante. Sin embargo, el desarrollo de la producción animal ha conducido a una concentración de N excretado en el medio ambiente, convirtiendo algunas áreas en vulnerables. En los rumiantes, la eficiencia de utilización del N es baja y varía en promedio de 0 a 35%, según el tipo de producción. Por ejemplo, el ganado lechero emplea aproximadamente el 25-35% del N consumido en la síntesis de leche y el crecimiento, por lo que la práctica totalidad del N restante se excreta en la orina y las heces (Wanapat et al., 2009). La mayoría del N urinario se excreta en forma de urea y puede perderse como amoníaco en la atmósfera (Broderick, 2003). Dietas con diferente concentración de proteína presentan excreciones similares de N fecal pero difieren en la excreción de N urinario (Edouard et al., 2016). Esto es debido a que el factor de mayor influencia sobre el N fecal excretado es el tamaño y el peso vivo del animal (Nennich et al., 2005). El N urinario es el resultado del catabolismo de las proteínas corporales y de los excedentes de N aportado por la ración, que implican un exceso de N degradable en el rumen que no es aprovechado por la microbiota ruminal o un exceso de aminoácidos no degradados a nivel intestinal no utilizados por el animal (Calsamiglia et al., 2010). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de proteína en la ración de vacas lecheras sobre la calidad de los purines utilizados como fertilizante (N-P-K) sin que la producción ni a la calidad de la leche se vea afectada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Seis vacas lecheras Holstein en su primer tercio de lactación y un peso inicial de $677 \pm 37,34$ kg fueron utilizadas en un diseño de doble cuadrado latino de 3x3 con tres dietas con diferente nivel de proteína bruta, 17% (AP), 15% (MP) y 13% (BP) sobre MS. El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad de Leche del SERIDA en Villaviciosa (Asturias) conforme al RD 53/2013 (resolución de autorización PROAE 26-2018). Las vacas se alojaban en 6 jaulas metabólicas con comedero y bebedero individual y alimentadas *ad libitum*. El experimento se realizó en tres períodos consecutivos de 14 días, incluyendo 10 días de adaptación al tratamiento y 4 de control de ingestión de alimento, de producción de leche y de excreciones de heces y orina. Durante el período de muestreo se tomaron muestras diarias de cada una de las raciones y de las excretas. La leche se muestreó en los días 2 y 4 de cada período de muestreo en ambos ordeños de mañana y tarde. Las muestras de alimentos se secaron a 60 °C, se molieron a 0,75 mm y se analizaron mediante NIRS utilizando ecuaciones de predicción desarrolladas y validadas en el Laboratorio de Nutrición del SERIDA y acreditadas por ENAC (Expediente LE/930). Las muestras de leche se agruparon por cada vaca proporcionalmente a la producción de cada ordeño en botes con Azidol como conservante y fueron enviadas al Laboratorio Interprofesional Lechero de Asturias (LILA) para sus análisis de grasa (%) y proteína (%). La eficiencia del N (EN) se calculó como la relación entre el N de la leche y el N ingerido. Los contenidos en N, P y K en las excretas se estimaron a partir de ecuaciones de predicción establecidas por ASAE (2005). Los resultados fueron contrastados mediante análisis de varianza utilizando un modelo mixto considerando la dieta y período como efectos fijos y la vaca como efecto aleatorio, utilizando el software R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de ingestión de alimento, producción y composición de la leche, excreción de heces y orina, así como el contenido de N, P y K excretado. La ingesta de materia seca varió de 21,2 a 22,4 kg MS/vaca/día y no se vio afectada por el tratamiento. El resultado de este estudio es contrario al de Broderick (2003), quien informó que la ingesta de MS disminuía linealmente cuando el nivel de proteína de la ración pasaba de 18,4 a 15,1%. Otros estudios previos también han observado que la ingesta diaria aumenta a medida que aumenta el nivel de la proteína en la dieta (Hwangbo et al., 2009).

La producción media de leche fue de 31,9 kg por día, lo que demuestra que, en este rango, las concentraciones de proteína en la dieta más bajas no limitaron el rendimiento de leche de los animales. Tampoco se vieron modificados entre tratamientos los contenidos en proteína, lactosa y grasa cuando disminuyó el nivel de proteína dietética de 17% a 13%. Otros estudios tampoco han encontrado diferencias significativas en la producción lechera debidas a una disminución de la proteína dietética (Arriola-Apelo et al., 2014; Edouard et al., 2016). Mientras que Cyriac et al. (2008) y Lee et al. (2011) observaron que la producción de leche y su proporción de proteína disminuían cuando se reducía la proteína dietética.

La EN fue del 26,94%, 28,07% y 29,08% respectivamente en los tratamientos de alta (AP), media (MP) y baja (BP) proteína. Aunque la EN fue dos puntos más alta en el tratamiento BP que en el AP no alcanzó a mostrar diferencias significativas. Broderick et al. (2008) observaron que con dietas de bajo nivel de proteína se incrementaba la EN.

La excreción del N, P y K estimada fue similar para todos los tratamientos. La excreción promedio de N fue de 42,89 g/kg de purín sólido y no difirió entre los tratamientos, lo que corrobora los resultados de Edouard et al. (2016) y Bahrami-Yekdangi (2014), que encontraron excreciones similares de N fecal con diferentes contenidos de proteína dietética. Edouard et al. (2016) explican que cuando se ofrecen bajas cantidades de proteína degradable con cantidades de proteína metabolizable adecuadas para el ganado, mejora la eficiencia en el uso del N y se reducen las emisiones de amoníaco a nivel de establo.

Tabla 1. Ingestión de alimento, producción de leche, composición de la leche, excreción de heces y orina y contenido estimado de N, P y K en el purín.

	AP	MP	BP	e.e.	Sig.
Alimento (kg MS/vaca/día)	22,38	21,54	21,24	1,330	ns
Leche (kg/vaca/día)	33,00	31,87	30,76	2,571	ns
Grasa (%)	4,14	4,11	4,27	0,237	ns
Proteína (%)	2,98	2,95	2,90	0,038	ns
Heces (kg/día)	63,56	67,21	64,79	4,770	ns
Orina (L/día)	25,21	24,35	23,76	1,256	ns
N excretado (g/kg purín)	43,89	41,66	43,06	1,837	ns
P excretado (g/kg purín)	7,43	7,05	7,28	0,301	ns
K excretado (g/kg purín)	9,35	8,77	8,98	0,297	ns

AP: alta proteína (17%); MP: media proteína (15%); BP: baja proteína (13%).

e.e.: error estándar. Sig.: significancia; ns: no significativo ($P > 0,05$)

A partir de los resultados de este trabajo se muestra que la disminución en los niveles de proteína en la dieta no afecta a la ingestión de materia seca, a la producción y composición de la leche ni a las excreciones de N, P y K en el purín. El aporte de cantidades más bajas de proteína bruta en la dieta no afecta el rendimiento de las vacas, al producir lo mismo que las vacas alimentadas con un nivel elevado de proteína y con misma eficiencia alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriola-Apelo, S.I., Bell, A.L., Estes, K., Ropelewski, J., de Veth, M.J. & Hanigan, M.D. 2014. *Journal of Dairy Science*, 97: 5688-5699. ● ASAE 2005. *Manure Production and Characteristics*, ASAE D384.2. ● Bahrami-Yekdangi, H., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Alikhani, M., Jahanian, R. & Kamalian, E. 2014. *Journal of Dairy Science*, 97: 3707-3714. ● Broderick, G.A. 2003. *Journal of Dairy Science*, 86: 1370-1381. ● Broderick, G.A., Stevenson, M.J., Patton, R.A., Lobos, N.E., & Colmenero, J.O. 2008. *Journal of Dairy Science*, 91: 1092-1102. ● Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C.K., Kristensen, N.B. & Van Vuuren, A.M. 2010. *Animal*, 4: 1184-1196. ● Cyriac, J., Rius, A.G., McGilliard, M.L., Pearson, R.E., Bequette, B.J. & Hanigan, M.D. 2008. *Journal of Dairy Science*, 91: 4704-4713. ● Edouard, N., Hassouna, M., Robin, P. & Faverdin, P. 2016. *Animal*, 10: 212-220. ● Hwangbo, S., Choi, S.H., Kim, S.W., Son, D.S., Park, H.S., Lee, S.H. & Jo, I.H. 2009. *Journal of Dairy Science*, 22: 1133-1139. ● Lee, C., Hristov, A.N., Heyler, K.S., Cassidy, T.W., Long, M., Corl, B.A. & Karnati, S.K.R. 2011. *Journal of Dairy Science*, 94: 5544-5557. ● Nennich, T.D., Harrison, J.H., Vanwieringen, L.M., Meyer, D., Heinrichs, A.J., Weiss, W.P., St-Pierre, N.R., Kincaid, R.L., Davidson, D.L. & Block, E. 2005. *Journal of Dairy Science*, 88: 3721-3733. ● R Core Team. 2017. R Foundation for Statistical computing, Vienna, Austria. ● Wanapat, M., Polyorach, S., Boonnop, K., Mapato, C. & Cherdthong, A. 2009. *Livestock Science*, 125: 238-243.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido co-financiado por el proyecto INIA RTA2015-00058-C06-02, por PCTI 2018-2020 (GRUPIN NYSA: IDI2018-000237) y Fondos FEDER. Douaa Elouadaf es beneficiaria de una beca CIHEAM/IAMZ.

OPTIMIZATION OF THE PROTEIN CONTRIBUTION IN THE DAIRY COWS DIET TO IMPROVE THE MANURE MANAGEMENT AS FERTILIZER

ABSTRACT: Six Holstein multiparous dairy cows with an initial body weight of 677 ± 37.34 kg were organized according to a 3×3 Latin square design to evaluate the effect of three different levels of crude protein (CP) in the diet on feed intake, milk production and its chemical composition and the excretions of nitrogen, potassium and phosphorus in the manure. The crude protein levels in the total mixed rations (TMR) were 17%, 15% and 13% on dry matter (DM). It has been found that DM intake was not affected by treatments. Milk yield (31.9 ± 2.57 kg per day) and their percentages of protein ($2.9 \pm 0.03\%$) and fat ($4.1 \pm 0.24\%$) were not affected by the different CP levels. The nitrogen efficiency was 26.94%, 28.07% and 29.08% for high (HP), medium (MP) and low (LP) protein respectively ($p > 0.05$). Decreasing CP level in the lactating Holstein cow diets didn't affect feed efficiency obtaining the same productive response in the cows. The different levels of protein in the diets neither affect the nitrogen, potassium, and phosphorus excretions.

keywords: protein level, nitrogen, potassium, phosphorus.