

# Fósforo en la alimentación del vacuno de leche

## *¿Es adecuado su contenido en las raciones empleadas actualmente?*

### Introducción

El fósforo (P) es un elemento mineral indispensable para la vida, esencial para el mantenimiento de la estructura y metabolismo óseo. Además, interviene en múltiples funciones del organismo, tales como la transferencia de energía (ATP), el transporte y metabolismo de los ácidos grasos o la formación de proteínas, entre otras (Underwood y Suttle, 1999; Vitti y col., 2010). En el caso de los rumiantes, el fósforo es también necesario para el funcionamiento de la microbiota del rumen, siendo la actividad de esta población microbiana imprescindible para que puedan utilizar de forma eficiente los forrajes.



Una deficiencia severa de fósforo causa anorexia, reducción del crecimiento en animales jóvenes y pérdida de peso y condición corporal en animales

adultos. Influye, también, negativamente en la producción de leche y en la fertilidad. Por tanto, la deficiencia de fósforo, además de afectar a la salud, reduce el rendimiento productivo de los animales, disminuyendo la rentabilidad de las explotaciones ganaderas.

Para evitar deficiencias en el aporte de este mineral, en las raciones para vacuno de leche se incluyen rutinariamente correctores minerales. No obstante, si el aporte de fósforo es superior a las necesidades, el exceso es eliminado por el animal, a través de la orina y de las heces. Este exceso de aporte obviamente no solo representa una pérdida económica, sino que también debe considerarse su impacto ambiental, ya que el fósforo es uno de los elementos que más contribuye a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos (Vasconcelos y col., 2007; Bannink y col., 2010).

En este sentido, un estudio realizado en Canadá (Kebreab et al., 2008) concluyó que la reducción del contenido recomendado de fósforo (0,41% sobre materia seca) a 0,35% podría permitir ahorrar a los ganaderos alrededor de 20 dólares por vaca y año y una reducción de 1300 Tm de P excretado por año, sólo en la provincia canadiense de Ontario, sin afectar a la salud de los animales ni a su productividad. Este ahorro económico será de mayor relevancia cuanto mayor sea el coste de las fuentes de fósforo empleadas por la industria de alimentación animal para la elaboración de correctores y piensos, y conviene recordar que el precio de las fuentes de fósforo muestra una tendencia consistente al alza. A este respecto, como referencia, podemos indicar que el precio de la unidad de fósforo inorgánico ha presentado grandes oscilaciones en la última década, desde 0,012 hasta 0,041 €.

A partir de lo anteriormente mencionado, puede concluirse que es imprescindible, por razones productivas, económicas y ambientales, promover un uso eficiente del fósforo en la alimentación animal. Para lograr este objetivo es necesario conocer con la mayor exactitud posible las necesidades de los animales para las diferentes funciones fisiológicas (p. ej. crecimiento y producción de leche) y el contenido y disponibilidad del fósforo en las materias primas que se incorporen en las raciones. Entre las

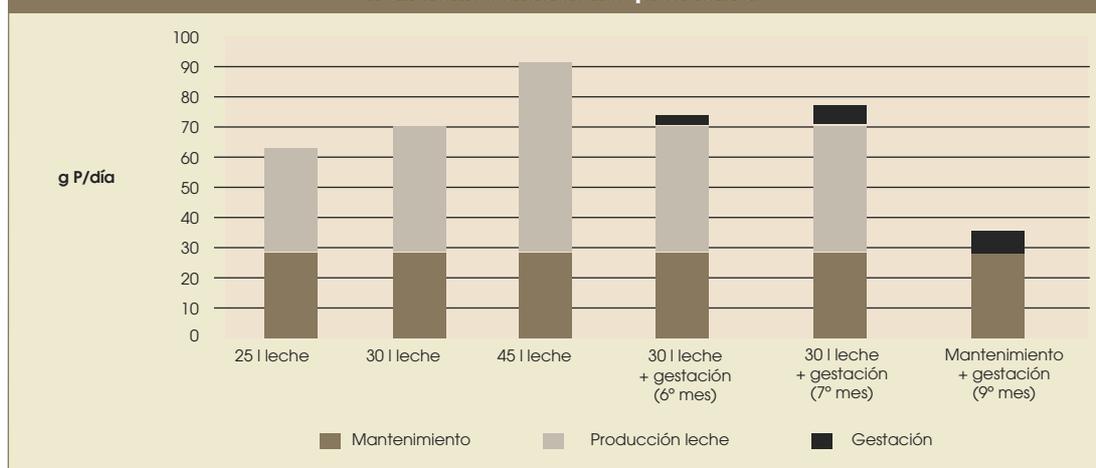
**J. Amor<sup>1</sup>, R. Bodas<sup>2</sup>, P. Llorente<sup>1</sup>, J.M. Vidal<sup>1</sup>, N. Prieto<sup>3</sup>, S. Andrés<sup>3</sup>, F.J. Giráldez<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> INATEGA. León

<sup>2</sup> ITACYL. Valladolid

<sup>3</sup> Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). León

**Figura 1. Necesidades de fósforo (g/día) para una vaca de 680 kg en diferentes situaciones productivas**



materias primas, en el caso del vacuno de leche, tienen especial importancia los forrajes, ya que suelen ser los componentes mayoritarios en la ración.

En el presente artículo se analiza el estado de conocimiento actual sobre las necesidades de fósforo en vacuno de leche, se estima el aporte de fósforo que pueden realizar los forrajes en las raciones y se evalúa la adecuación del contenido de raciones recogidas en diferentes explotaciones ganaderas del territorio nacional.

#### Estimación de las necesidades de fósforo

El cálculo de las necesidades de fósforo para los animales se realiza utilizando un enfoque factorial (INRA, 2007; NRC, 2011). Así, por una parte, el fósforo que necesitará un individuo es la suma del fósforo absorbido utilizado para (a) mantenimiento, (b) crecimiento, (c) gestación y (d) lactación. Por otra parte, hay que considerar también el coeficiente de absorción (o biodisponibilidad) del fósforo dietético a nivel intestinal; este coeficiente se aplica (multiplicando) a la suma de los conceptos anteriores que sean aplicables a la situación productiva del animal y el resultado de esta operación determinará la cantidad de fósforo que se debe suministrar en la dieta. El coeficiente de absorción o biodisponibilidad varía en función del alimento, pero éstos se pueden clasificar en dos grandes grupos, cuyos coeficientes de absorción medios se indican entre paréntesis: forrajes (64%) y alimentos concentrados (70%)

De acuerdo con este planteamiento, y considerando las recomendaciones señaladas por los sistemas modernos de alimentación (NRC, 2001; INRA, 2007) se pueden estimar las necesidades de cualquier animal para una determinada situación productiva. En la Figura 1 se presentan las necesidades de fósforo estimadas para una vaca de 680 kg de peso vivo, en diferentes situaciones productivas: en lactación - produciendo 25 a 45 litros/día -, en diferentes etapas de la gestación y todavía produciendo leche y en vacas secas (en el período de parto). Estas necesidades las utilizaremos como referencia para evaluar la adecuación de diferentes raciones estándar, que pueden emplearse en las explotaciones ganaderas.

#### Estimación de los aportes de fósforo

Los forrajes más habitualmente utilizados en la alimentación del vacuno de leche son el ensilado de maíz, de hierba y de centeno, el heno de alfalfa, de hierba y la paja de cereal.

En la tabla 2 se puede observar la composición de diferentes raciones formuladas, con los forrajes anteriormente señalados, para dos situaciones productivas: vacas no gestantes produciendo 30 litros de leche/día y vacas gestantes pero secas, en la etapa de parto (9º mes). En las fórmulas de ambas raciones se ha incluido corrector vitamínico-mineral, de acuerdo con la práctica utilizada habitualmente en el sector.

De acuerdo con la composición de las raciones, y utilizando valores medios de contenido de fósforo de los ingredientes de la ración, se puede estimar que se cubren las necesidades con todas las raciones y en todas las situaciones productivas analizadas.

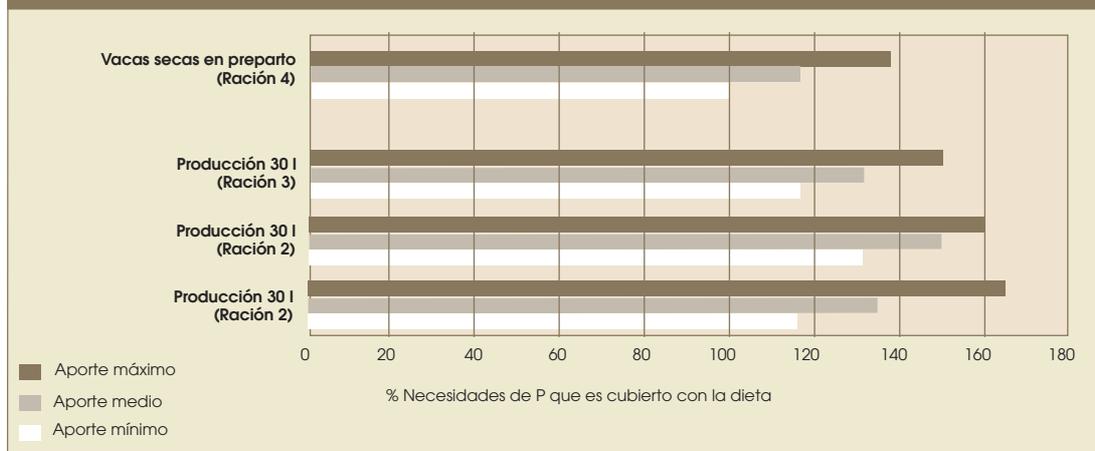
Como puede observarse en la Figura 2, los aportes obtenidos superan ampliamente las necesidades, de manera que teóricamente se estaría

**Tabla 2. Raciones estándar para vacas en lactación y gestación**

	Ración 1 para una producción de 30 l	Ración 2 para una producción de 30 l	Ración 3 para una producción de 30 l	Ración 4 para una vaca en 9º mes de gestación (parto)
Silo de maíz	18,0	32,0	18,0	---
Silo de hierba	---	11,0	---	---
Silo de centeno	---	---	10,0	---
Alfalfa heno	7,0	---	3,0	---
Heno hierba	---	---	---	5,0
Paja de cebada	0,5	1,0	0,7	3,0
Bagazo de cerveza	---	---	8,0	---
Maíz	5,4	3,0	5,0	1,4
Cebada	1,0	1,0	1,0	1,4
Algodón semilla	1,0	---	---	---
Soja 44	2,5	3,4	2,2	2,2
Colza	1,6	1,8	1,0	0,8
Girasol 30	---	---	---	0,8
Corrector 5% P	0,2	0,2	0,2	0,2
Carbonato cálcico	---	0,1	0,1	---
Bicarbonato Na	0,175	0,175	0,175	---
Grasa by-pass	0,150	0,150	0,10	---
MS Ingerida (kg)	23,0	22,8	22,7	12,0
MS (%)	61,4	42,7	45,8	89,2
PB (% sobre MS)	17,0	16,4	16,5	13,5
FND (% sobre MS)	31,6	33,6	34,0	52,3
CNF (% sobre MS)	40,6	40,1	38,8	43,5
GB (% sobre MS)	4,0	3,5	3,6	2,4
Ca (% sobre MS)	0,84	0,75	0,83	0,75
P (% sobre MS)	0,41	0,40	0,40	0,36
ENI (MCal/kg MS)	1,64	1,63	1,63	1,29

## Fósforo en la alimentación del vacuno de leche

**Figura 2. Porcentaje de las necesidades de fósforo cubiertas con los aportes obtenidos con diferentes raciones en diferentes situaciones productivas (Ración 1, 2 y 3 para vacas produciendo 30 litros de leche/día; Ración 4 para vacas secas, en período de parto) y considerando valores medios, mínimos o máximos de contenido de fósforo en los forrajes**



aportando exceso de fósforo y eliminando este exceso al medio.

En las raciones formuladas el contenido medio de fósforo fue de 0,41; 0,40; 0,40 y 0,36 % sobre MS para las raciones 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Estos aportes son superiores a los recomendados por el NRC (2001), que para niveles de ingestión similares a los estimados en el presente trabajo recomienda contenidos de fósforo de entre 0,32 % y 0,36 % para vacas produciendo entre 25 y 45 litros de leche/día. En condiciones prácticas, se incluye un margen de seguridad en los aportes respecto a las necesidades para evitar problemas debido a variaciones en el contenido de fósforo de los ingredientes o a diferencias en las necesidades entre animales.

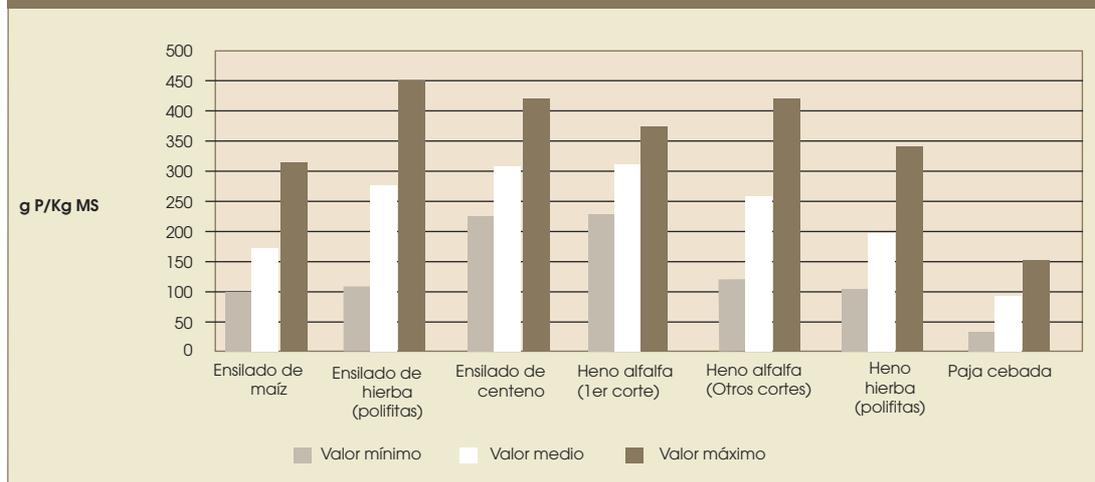
En relación con estas limitaciones, cabe señalar que los ingredientes que presentan una mayor variación en el contenido de fósforo suelen ser los forrajes. Respecto a los forrajes empleados en las raciones evaluadas, en la Figura 3 se presentan los valores mínimo, medio y máximo encontrados para los mismos en un estudio realizado por la empresa INATEGA, dentro de un proyecto financiado por la línea S31 de la Junta de Castilla y León, en el que se analizaron muestras de aquellos forrajes más empleados en la alimentación de los rumiantes, recogidas en todo el territorio nacional. Como puede obser-

verse, la variación es muy amplia no solo entre forrajes de diferente especie sino dentro de cada uno de los tipos de forraje analizado.

Si utilizamos los valores mínimos de contenido de fósforo para realizar el cálculo de los aportes, como es lógico disminuye el aporte de P calculado para cada ración (ver Figura 2). Sin embargo, aún así el aporte supera las necesidades en todos los casos y en la práctica es poco probable que coincida que todas las materias primas seleccionadas para elaborar una ración presenten los valores mínimos de contenido de fósforo.

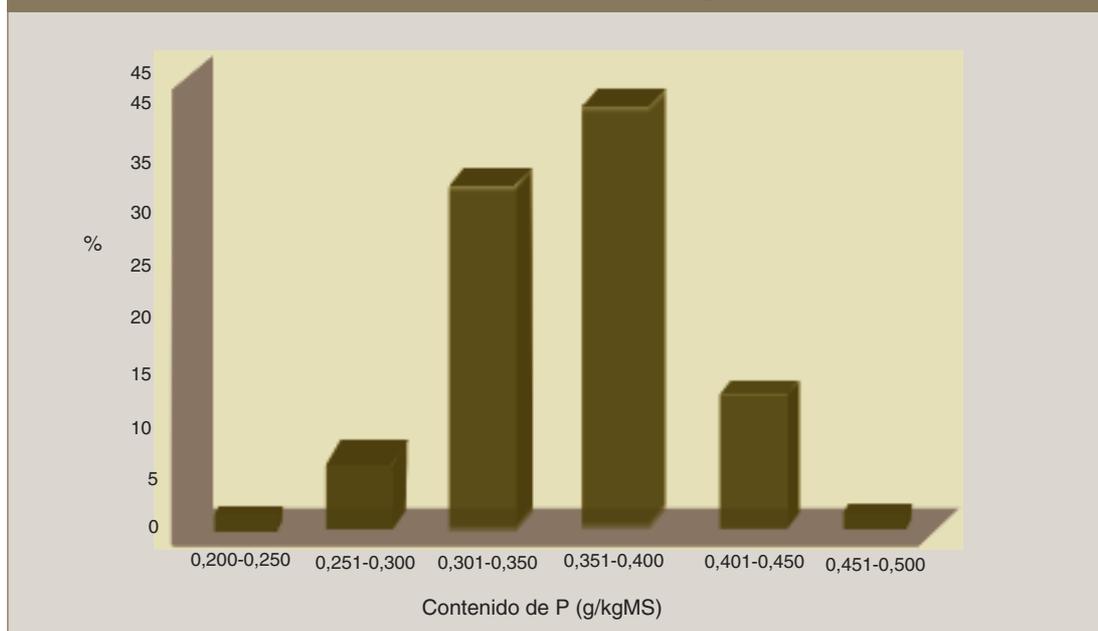
De hecho, en el proyecto anteriormente mencionado, la empresa también realizó un muestreo del contenido de fósforo en raciones completas de diferentes explotaciones de vacuno de leche. En el estudio se recogieron muestras en 72 explotaciones, ubicadas en diferentes regiones. Como puede apreciarse en la Figura 4, un porcentaje cuantitativamente importante de las raciones analizadas (17%) presentan contenidos de fósforo superiores a los valores recomendados para vacas produciendo 40 litros de leche/día (0,40 % sobre MS), por lo que considerar que el porcentaje de explotaciones que aportan P en exceso es superior constituye una hipótesis plausible.

**Figura 3. Rango de variación del contenido de fósforo en diferentes forrajes empleados habitualmente en las raciones de vacuno de leche**



Fuente: INATEGA (Datos obtenidos en proyecto financiado por la línea S31 de la Junta de Castilla y León)

**Figura 4. Contenido medio de fósforo en muestras de raciones de vacuno de leche recogidas en explotaciones ubicadas en diferentes regiones españolas**



### Conclusiones

De acuerdo con los datos aportados se podría concluir que el margen de seguridad que se utiliza actualmente para establecer el contenido de fósforo en las raciones de vacuno de leche parece excesivo y debería replantearse la formulación, reduciendo el aporte de fósforo en las mismas. Frecuentemente, la suplementación de fósforo se hace de manera rutinaria sin tener en cuenta las variaciones en el contenido de este mineral que pueden tener los alimentos, en especial los forrajes, y esta práctica, como se ha observado, puede causar que se aporte fósforo en exceso. Por tanto, el análisis del contenido en fósforo de los forrajes que integran la ración podría resultar una práctica económicamente rentable ya que permitiría adaptar el aporte de fósforo a las características específicas de la explotación ganadera o de la zona, incluso manteniendo un margen de seguridad amplio. La reducción del contenido de fósforo en las raciones permitirá reducir el coste de la alimentación pero sobre todo la eliminación de fósforo al medio, disminuyendo el impacto ambiental de la actividad ganadera.

### Bibliografía

- Bannink, A.; Sebek, L.; Dijkstra, J. 2010. Efficiency of phosphorus and calcium utilization in dairy cattle and implications for the environment. En: *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals* (eds. D.M.S.S. Vitti y E. Kebreab). pp. 151-172. CABI Publishing, Oxford, UK.
- INRA Institut National de la Recherche Agronomique, 2007. *Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments Tables INRA 2007*, Editions Quæ, Paris, France.
- Kebreab, E., Odongo, N.E., McBride, B.W., Hanigan, M.D., France, J. 2008. Phosphorus utilization and environmental and economic implications of reducing phosphorus pollution from Ontario dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 241-246.
- NRC National Research Council 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. The National Academy Press, Washington DC.

Underwood, B.J.; Suttle, N.F. 1999. *The mineral nutrition of livestock*, 3<sup>rd</sup> edn. 614 pp. CAB International, Wallingford, UK.

Vasconcelos, J.T.; Tedeschi, L.O.; Fox, D.G.; Galyean, M.L.; Greene, L.W. 2007. Review: Feeding nitrogen and phosphorus in beef cattle feedlot production to mitigate environmental impacts. *The Professional Animal Scientist* 23: 8-17.

Vitti, D.M.S.S.; Da Silva Filho, J.C.; Louvandini, H.; Dias, R.S.; Bueno, I.C.S.; Kebreab, E. 2010. Phosphorus and calcium utilization in ruminants using isotope dilution technique. En: *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals* (eds. D.M.S.S. Vitti y E. Kebreab). pp. 45-67. CABI Publishing, Oxford, UK.

