

Sistemas de evaluación de calidad de fosfatos: ¿qué digestibilidad tiene el que yo utilizo?

Análisis rutinarios en fosfatos: ¿cómo los interpretamos y qué peso podemos dar a esa información?

Autores: Isabel Ruiz, Federico Gomez. Yara

El fósforo (P) tiene un papel fundamental en el mantenimiento de las funciones biológicas, una deficiencia en los aportes de este mineral puede tener consecuencias muy negativas en producción y bienestar animal. Para evitar deficiencias y cubrir las necesidades del animal, generalmente se incluyen las fuentes inorgánicas de P en las dietas animales. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la calidad y el grado de absorción (o digestibilidad) de P son diferentes para cada fosfato.

Los fosfatos inorgánicos se elaboran a partir de rocas del grupo del apatito, cuyas reservas son limitadas. Estos depósitos, que pueden ser de origen sedimentario o volcánico, se procesan de diferentes formas para producir diferentes tipos de fosfatos. Sus calidades dependerán del origen de la roca y de su proceso de elaboración. Por ello, el fósforo de los diferentes fosfatos no es igualmente absorbido por el animal.

El impacto negativo que la excreción de P tiene sobre el medio ambiente y la limitada cantidad de reserva de roca fosfórica hacen necesario reducir la cantidad de fósforo total en las dietas animales. Esto sólo puede hacerse (1) ajustando el contenido de fósforo en las dietas a las necesidades del animal; (2) empleando fuentes de fósforo (orgánico o inorgánico) de buena calidad, que nos permitan maximizar la eficiencia en el uso de este nutriente y minimizar la cantidad de P no utilizable por el animal; (3) Incluyendo fitasas que catalicen la hidrólisis del fitato, liberando P, Ca, además de otros nutrientes.

Los fosfatos inorgánicos más utilizados en la práctica para satisfacer las necesidades de fósforo son el fosfato dicálcico (DCP), el monodicálcico (MDCP) y el monocálcico (MCP). La tabla 1 muestra los contenidos de P y Ca que debemos esperar en cada tipo de fosfato. Vemos que los rangos de P y de Ca son variables. Esta variabilidad nos indica que, conocer el nombre del tipo de fosfato no es suficiente para conocer la calidad de éste.

Para hacer una evaluación adecuada de cada fosfato además del contenido total de fósforo de cada producto, necesitamos conocer la fracción que potencialmente puede ser utilizada por el animal o el llamado **coeficiente de digestibilidad**. El producto de ambos nos dará la fracción de fósforo que el animal puede absorber de ese fosfato. La obtención de los coeficientes de digestibilidad es esencial pero costoso, ya que exige seguir protocolos experimentales (estandarizados) cuidadosamente diseñados y ejecutados *in vivo* con animales de cada especie.

Este tipo de ensayos es más difícil de llevar a cabo a nivel de distribuidores, fábricas de alimentos, premezcladores o integradores. Sin embargo, es muy aconsejable realizar controles rutinarios del contenido de P y Ca en los fosfatos, así como de elementos indeseables (metales pesados, dioxinas, etc.). Las pruebas de solubilidad *in vitro* pueden

resultar muy útiles a este nivel para conocer la calidad de estos productos. Recordemos que estas pruebas no tienen absolutamente ninguna validez a la hora de formular alimentos balanceados (más información al respecto en Shastak & Rodehutschord 2013). No debemos confundir estos resultados con los obtenidos en pruebas de digestibilidad. Las pruebas de solubilidad nos van a ayudar a hacer un ranking de las calidades de esos productos.

Tabla 1 Contenido típicos en fósforo (P) y calcio (Ca) de los principales fosfatos inorgánicos empleados en nutrición animal

FOSFATOS	Contenido P (%)	Contenido Ca (%)
MSP (monosódico)	24	
MCP (monocálcico)	22,5-22,7	15-18
MDCP (monodicálcico)	20-22	15-23
DCP (dicálcico) 2xH ₂ O	18,0-20	25-28
DCP (dicálcico) 0xH ₂ O	18,0- 19,0	25-29
DFP (tricálcico)	>18,0	>32



¿Por qué se da esta variabilidad en cada tipo de fosfato?

La reacción del ácido fosfórico con sales de calcio no es muy específica, y el resultado son normalmente varias reacciones. Por esta razón, todos los fosfatos inorgánicos comerciales obtenidos de la combinación del ácido fosfórico con una fuente de calcio son una combinación de fosfatos mono-, di- y tricálcico. La relación de estos productos en los fosfatos comerciales depende de las condiciones de fabricación (temperatura, presión, humedad, etc.). Los fosfatos dicálcicos pueden ser una mezcla en donde la fracción DCP constituya más del 50% del producto. En un monodicálcico la fracción MCP está entre el 50 y 67% (aproximadamente). Por último, los fosfatos monocálcicos tienen una fracción de MCP puro de al menos 67% (Figura 1). Teniendo en cuenta que el MCP es más aprovechable por el animal que el DCP, no todos los MDCP ni los MCP van a ser iguales.

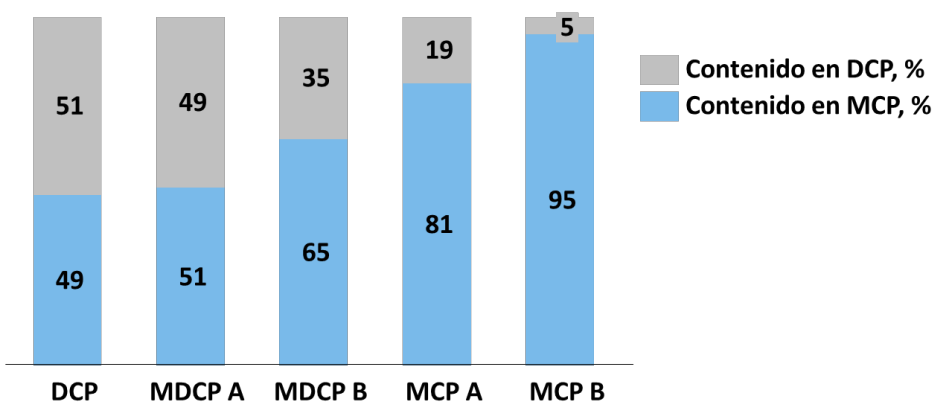


Figura 1 Posibles ratios de DCP:MDCP en las categorías de fosfatos DCP; MDCP y MCP comerciales

En la figura 1 se muestran diferencias químicas potenciales dentro de las distintas categorías de fosfato. Según lo explicado anteriormente, el MCP B tendrá una digestibilidad (fracción potencialmente utilizable por el animal) superior a todos los demás.

El producto MDPC A, que se llamaría MCP en algunos países, no tiene nada que ver con MCP A o B

¿Cómo podemos evaluar la calidad de un fosfato de forma rápida?

Se recomienda acudir a laboratorios certificados, aquellos que tengan la metodología puesta a punto. En líneas generales, la evaluación consta de dos pasos: la **extracción del fósforo** y la **medición del fósforo**. Y es en el primer paso donde el laboratorio y la puesta a punto de la técnica, cobran vital importancia, pues es aquí donde la extracción de fósforo es crítica para que la determinación (o medición) sea correcta, y justamente ahí es donde hemos observado fallos.

Esta extracción puede hacerse en varios medios, citrato de amonio alcalino, una solución de ácido cítrico o agua. La solubilidad en agua (**Método 3.1.6 Reglamento (CE) n.º 2003/2003**) de un fosfato nos puede dar una indicación de la cantidad de MCP puro en el fosfato. Un MCP puro es 100% soluble en agua, mientras que la solubilidad del DCP es próxima al 0%. Según esto, un MDPC con una solubilidad del 50% nos indicará que tiene aproximadamente el 50% de MCP y 50% DCP. Para una determinación más exacta es necesaria la combinación de resultados de varias técnicas, como el análisis de difracción de rayos-X (**XRD**)

La solubilidad en citrato de amonio alcalino (**Método 3.1.5.3 Reglamento (CE) n.º 2003/2003**) nos indica la presencia de fosfato tricálcico, difícilmente aprovechable por el animal, en términos de digestibilidad de fósforo.

La solubilidad en ácido cítrico al 2% (**Método 3.1.3 Reglamento (CE) n.º 2003/2003**) se utilizaba anteriormente para emular el pH ácido del tracto intestinal, aunque este resultado carece de valor en la práctica. Suele decirse que la solubilidad en citrato de amonio alcalino y en ácido cítrico no debe ser inferior al 95% en un fosfato inorgánico para que su calidad sea aceptable, aunque es conveniente que estos valores sean superiores. Hoy en día estos dos tipos de análisis han quedado obsoletos.

Desde el punto de vista físico, conviene fijarse en el tamaño de partícula y la homogeneidad de este, así como en su densidad, sobre todo si el fosfato se va a incluir en suplementos minerales, con el fin de evitar la segregación.

Cuando llega el turno de elegir proveedor es muy importante conocer la trazabilidad del productor de fosfatos, los tipos de análisis que hacen, frecuencia y certificados que proveen al comprador. Estos certificados, como el certificado de análisis (COA, por sus siglas en inglés), toman vital importancia porque son una de las herramientas que posee el área de compras y el área de nutrición para aceptar, rechazar y calificar los fosfatos que van a ser usados en la formulación de las dietas. Los laboratorios de terceros cumplen un rol muy importante al garantizar la entrega de estos certificados, como así también los análisis que se hacen frecuentemente y determinan, entre otros, el contenido de fósforo o la solubilidad del P en diferentes medios.

Por último, un análisis puntual o un COA de hace 12 meses no es suficiente para determinar la calidad del fosfato de un productor. La consistencia (homogeneidad) del producto a lo largo del tiempo es fundamental para asegurar que las dietas aporten la cantidad exacta de P (y Ca) que el animal necesita. Además, un cambio en la composición química del fosfato de un proveedor podría indicar cambios en sus

propiedades. Por todo ello, es importante conocer si el productor de fosfatos (1) es integrado, es decir, que cuenta con su propia mina de roca fosfórica. Este tipo de productores fabrica su propio ácido fosfórico, asegurando su trazabilidad; (2) o si no lo es, es decir, que se ve obligado a comprar el material a terceros, y como consecuencia, no puede garantizar la consistencia en la composición de materias primas fácilmente.

Conclusión

Las diferencias de calidad entre los distintos tipos de fosfatos inorgánicos son innegables. Es de vital importancia realizar controles químicos rutinarios de composición y solubilidad, especialmente si sabemos que el proceso de fabricación o la procedencia de las materias primas (ácido fosfórico, fuentes de calcio, etc.) ha cambiado. Todos estos parámetros deben tenerse en cuenta para evaluar el valor económico del fosfato. Sin embargo, recordemos que el cálculo final debe hacerse teniendo en cuenta el contenido de fósforo digestible por kg de producto y consecuentemente, la cantidad de fosfato resultante para suplementar la dieta del animal.

¿Tienes claro el sistema de evaluación del fósforo que estás usando en tus fórmulas?