

¿La solubilidad *in vitro* del calcio: Una gran importancia para la crianza de aves?

The *in vitro* solubility of calcium: One great importance for the breeding of birds?

RECIBIDO: ENERO 17 DE 2019 | REVISADO: MARZO 13 DE 2019 | ACEPTADO: JULIO 16 DE 2019

MARILYN AURORA BUENDÍA MOLINA¹
ENRIQUE RAÚL ADAMA ROJAS¹
VÍCTOR VERGARA RUBÍN¹

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate *in vitro* the solubilization of two sources of calcium (calcium carbonate and conchilla), with two particle sizes (180 μ and 4 mm), by the weight loss technique and its importance in the feeding of the birds. For it, completely randomized design was used with four treatments (T1, Calcium Carbonate Flour; T2, Granulated Calcium Carbonate; T3, Conchilla Flour; T4, Granulated Conchilla) and three repetitions. T2 and T4 showed lower solubility than treatments T1 and T3 ($p > 0.05$). The calcium carbonate flour showed the highest solubility. The difference in solubility between calcium sources with the same grain size can be due to the mineral composition and its physical characteristics. The selection of the source of calcium (Ca) is of great importance for poultry farming and follows economic criteria.

Keywords: Calcium, solubility, *in vitro*, shell

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar *in vitro* la solubilización de dos fuentes de calcio (carbonato de calcio y conchilla), con dos tamaños de partícula (180 μ y 4 mm), por la técnica de pérdida de peso, y su importancia en la alimentación de las aves. Para ello, se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (T1, Harina de carbonato de calcio; T2, Carbonato de calcio granulado; T3, Harina de conchilla; T4, Conchilla granulada) y tres repeticiones. Los T2 y T4 mostraron menor solubilidad que los tratamientos T1 y T3 ($p > 0.05$). La Harina de carbonato de calcio presentó la mayor solubilidad. La diferencia de solubilidad entre las fuentes de calcio con la misma granulometría, se puede deber a la composición mineral y a sus características físicas. La selección de la fuente de calcio (Ca) es de gran importancia para la avicultura y sigue criterios económicos.

Palabras clave: Calcio, solubilidad, *in vitro*, conchilla

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
Email: marilynbuendia@lamolina.edu.pe; eadama@lamolina.edu.pe

Introducción

El calcio es un macromineral (Whitehead, 1995) de gran importancia en la alimentación de las aves ya que es un ingrediente necesario para la formulación adecuada en la dieta de las aves por ser el elemento mineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, proteínas y grasas. Además, cumple múltiples funciones en el organismo animal como son la formación de los huesos junto con el fósforo y magnesio (Maynard *et al.*, 1992); formación del cascarón del huevo, entre otros. Puede proceder de diferentes fuentes de origen (orgánicas o inorgánicas). El calcio y el fósforo son indispensables para el desarrollo normal (Bissoni, 1993). El 85% de la materia mineral del hueso es fosfato de calcio y Lloyd (1982), citado por Naupay (2001), afirma que un gran porcentaje de calcio y fósforo de los huesos actúa en un intercambio activo con los iones inorgánicos de los fluidos corporales.

El carbonato de calcio (CaO₃) es obtenido de fuentes de origen orgánico o mineral; siendo la de origen mineral, la fuente de calcio más económica, segura, natural y de mayor disponibilidad para el animal, con el 64% (ESCOBAR, 2017). Mientras que, Melo *et al.* (2006) al analizar la composición mineral y la solubilidad *in vitro* de las diferentes fuentes de calcio, reportaron para el CaO₃ un 37% de calcio con una solubilidad de 19.38%.

La conchuela, conchilla o coquina es un mineral constituido, principalmente, por carbonato de calcio (CaO₃). Se produce en la naturaleza como resultado a la acumulación de bancos de conchas o caparazones de moluscos marinos en grandes cantidades desde hace aproximadamente once millones de años; a ello, se suman nuevos depósitos de moluscos muertos o varados por el oleaje marino sobre las playas de los litorales en los continentes (Jara y Canelo, 2010). Es una fuente alternativa de calcio, pero menos soluble que la piedra caliza (Rostagno *et al.*, 2005). Su disponibilidad de calcio depende del tratamiento térmico que se reciba (FEDNA, 2015).

La solubilidad *in vitro* del calcio está asociada a digestibilidad *in vivo*. Entre las técnicas para determinar la solubilidad *in vitro* del calcio se encuentran la pérdida de peso, VLM (*weight loss method*), la cual se basa en condiciones fisiológicas normales de temperatura corporal y pH de la región gástrica de los animales, siendo esta técnica de fácil aplicación y de alta fiabilidad (Butolo, 2002).

Según Fassani *et al.* (2004) la variación en la composición química, solubilidad *in vitro*, biodisponibilidad y granulometría, son importantes para la selección de la fuente de calcio en la alimentación animal. Las características físico y químico de las fuentes de calcio influyen en la solubilidad del calcio de las diferentes fuentes. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la solubilidad *in vitro* de dos fuentes de calcio, a través de la técnica de **pérdida de peso** descrita por Cheng y Coon (1990), y su importancia en la avicultura.

MÉTODO

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), distrito de La Molina, departamento de Lima, Perú.

La solubilidad *In Vitro* fue determinada por la técnica de porcentaje de pérdida de peso de la Universidad de Minnesota (WLM) descrita por Cheng y Coon (1990) que es de fácil aplicación, replicación y de alta confiabilidad: En un beaker, agregar 100 ml de ácido clorhídrico (HCl) al 0.1N, dejar en reposo y llevar a baño maría a 42°C durante un periodo de 15 minutos. Luego adicionar lentamente 2 g de la fuente de calcio y dejar en reposo por un periodo de diez minutos. En seguida, proceder con el filtrado, por un periodo de 10 minutos, con papel Whatman N° 42 arrastrando el contenido de calcio con agua destilada. El contenido de muestra retenida en el filtro debe secarse durante 12 horas en una estufa ventilada a 105°C y finalmente pesada. La solubilidad el porcentaje de solubilidad se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de solubilidad} = \frac{(\text{Peso final} - \text{peso inicial})}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar (DCA), cuatro tratamientos (T1= Harina de carbonato de calcio, T2= Carbonato de calcio granulado, T3= Harina de conchilla y T4= Conchilla granulada) con tres repeticiones. El tamaño de partícula fue de 180 μ y 4mm.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la solubilidad *in vitro* determinada por la técnica de porcentaje de pérdida de peso (WLM) descrita por Cheng y Coon (1990) de los tratamientos en estudio. La harina de carbonato de calcio presentó la mayor solubilidad *in vitro*, seguida la harina de conchilla, carbonato de calcio granulado y conchilla granulada (Tabla 1). Mientras que en la Tabla 2 se observa que existe diferencias significativas entre las fuentes y la granulometría.

Tabla 1

Porcentaje de solubilidad *in vitro* de las fuentes de calcio, determinada por la técnica de pérdidas de peso (WLM)

Muestra	% solubilidad <i>in Vitro</i>
Harina de carbonato de calcio	83.16
carbonato de calcio granulado	54.16
Harina de conchilla	76.96
Conchilla granulada	46.87

Tabla 2

Análisis de variancia con la variable dependiente pérdida de peso

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
f	1	136.417633	136.417633	194882	<.0001
g	1	2617.834800	2617.834800	3739764	<.0001
f*g	1	0.896533	0.896533	1280.76	<.0001
Error	8	0.005600	0.000700		
Corrected Total	11	2755.154567			
Prueba de Duncan					
Grouping	Mean	N	f		
A	68.66000	6	I		
B	61.91667	6	O		

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través de la solubilidad *in vitro*, técnica de fácil aplicación, indican que el tamaño de partícula, la porosidad de la fuente de calcio y el tiempo que transcurre la fuente de calcio en el ácido, influye en la solubilidad de calcio; A similar conclusión llegó Melo *et al.* (2006) al realizar estudios de solubilidad *in vitro* de algunas fuentes de calcio utilizadas en la alimentación animal. Sin embargo, los resultados de solubilidad del carbonato de calcio comercial y conchilla son diferentes a Melo *et al.* (2006) quienes obtuvieron, mediante la técnica de porcentaje de pérdida de peso (WLM) para el carbonato de calcio comercial y la harina de concha de ostras, 19.375 y 26%, respectivamente en sus análisis de solubilidad *in vitro*. Estos resultados pueden deberse al tamaño de partícula de las muestras y al origen de la fuente; porque Melo *et al.* (2006), utilizaron muestras tamizadas en malla de 1.0 mm; mientras que las muestras en forma de harina utilizadas en el presente estudio fueron de 180 μ m y las muestra granuladas tuvieron un tamaño de partícula de 4 mm.

La solubilidad es influenciada por la granulometría. Los tratamientos con forma física granulada mostraron menor solubilidad que las formas físicas en harina, la mayor solubilidad de los tratamientos en forma de harina se puede deber a la mayor superficie de contacto del ácido clorhídrico (HCl) al 0.1N con el CaCO₃. Además, la solubilidad del calcio de una fuente orgánica o inorgánica incrementa a mayor tiempo de permanencia en ácido clorhídrico (Zhang y Coon, 1997a). Lo ideal es que la solubilidad sea lo más cercana al 100% y que esta solubilización se correlacione con la liberación de Ca hacia al torrente circulatorio.

El problema de los yacimientos calcáreos es la insuficiente solubilidad de algunos carbonatos utilizado en forma de gránulos para la alimentación de gallinas lo que produce deficientes performance y excesiva deposición calcárea en las deyecciones. Además, la disponibilidad biológica del calcio de las rocas calizas varía entre 95 y 100% aunque eventualmente podría ser menor la disponibilidad (Fraga, 1985).

Las diversas fuentes de calcio contienen entre 16 y

39% de calcio. Butolo (2002), reportó 24% de calcio en la caliza comercial; mientras que, la harina de concha de ostras presentó 35%; pero, Rojas (1979) obtuvo un aporte de calcio entre 28% a 30% para la conchilla, cuando está libre de arena, y por ser un producto marino aporta yodo. La diferencia en contenido de calcio, se podría deber a la fuente y a las características físicas (Assoumani, 1997 citado por Melo *et al.*, 2006). Asimismo, el aporte de calcio de las diferentes fuentes (orgánico o inorgánico) que se adiciona a las raciones, debe de ser puro; sin embargo, puede contener a lo más entre 2 y 3% de impurezas, sin considerar los nutrientes como el fósforo (Hand *et al.*, 2000). Se considera como agentes contaminantes a minerales como el Mg, Fe y Cu. Generalmente, las fuentes orgánicas de carbonato como las conchas de moluscos y cáscaras de huevo tienen una buena disponibilidad biológica (Fraga, 1985).

Las partículas granuladas presentaron menor solubilidad *in vitro*, por el tamaño de partícula, siendo positivo su uso en las raciones para gallinas ponedoras, sobre todo la conchilla granulada que es menos soluble en comparación con el carbonato de calcio granulado, por permanecer mayor tiempo en el tracto digestivo del ave, y estar disponible en el período que el ave no consume alimento, para la formación de la cáscara (Keshavarz *et al.*, 1993, citado por González y García, 1998). Por su parte, Delgado *et al.* (1988) al evaluar la sustitución de carbonato de calcio por conchas marinas en la dieta de pollos de engorde, demostraron que las conchas pueden sustituir la totalidad del calcio en la dieta porque la granulometría de la conchuela influye en la solubilidad, un porcentaje de calcio es retenido en el buche, en los tejidos y líquidos corporales del ave; además, influye en los procesos vitales en general, incluyendo la producción de carne y huevos.

La FAO/OMS (2010) señala que la utilización de la conchuela en la industria avícola favorece el suministro de calcio, actúa como grit natural, incrementa la producción y la calidad de los huevos (disminución de huevos con fisuras, cascarón más fuerte, mayor producción y tamaño de huevos, alargamiento del periodo de puesta, huesos más fuertes y reducción de la mortalidad de pollos, regula la ingestión del alimento, y corrige y previene las carencias minerales de calcio.

En codornices, Chávez (2019) concluye que, la conchuela de tamaño grande y el carbonato de calcio de tamaño pequeño, acumularon la mayor concentración de ceniza, calcio y fósforo en la cáscara del huevo. Mientras que, en pollos de carne, el carbonato de calcio

y conchuela de tamaño pequeño, no influyen en la ganancia de peso (Buendía *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

En conclusión, la harina de conchilla es menos soluble que la harina de carbonato de calcio, y la conchilla granulada es menos soluble que el carbonato de calcio granulado; por ende, la solubilidad de las fuentes de calcio estudiadas es influenciada por las características físico químicas y no solo por la granulometría. Además, su uso en la alimentación de las aves cumple diversas funciones en el organismo del ave y la selección de la fuente de calcio (Ca) sigue criterios económicos.

REFERENCIAS

- Bissoni, E. (1993). *Cría de la codorniz*. Editorial Albatros, Saci. Hipólito Irigoyen 3920, Buenos Aires, República Argentina. 117 P.
- Buendía, M., Vergara, V., Cruz, J. & Adama, E. (2016). *Adición de agregado calcáreo y conchuela en dietas de pollos de carne y su efecto en la producción*. Universidad nacional de Trujillo, Perú. *Agroindustrial Science*. 6(2): 195-198.
- Butolo, J. (2002). *Cualidades de ingredientes de la alimentación animal*. Campinas: Agros Comunicación 154.
- Cheng, T., & Coon, C. (1990). *Comparison of various in vitro methods for the determination of limestone solubility*. *Poultry Sci*. 69: 2204-2208.
- Delgado, D., Fundora, O., Álvarez, R.J. & González, T. (1988). *Substitution of calcium carbonate by seashell in broiler diets*. Some biochemical and physiological aspects. *Cuban J. Agric. Sci*. 22:297.
- Escobar, G. (2017). *Carbonato de calcio en la nutrición animal*. Disponible www.engormix.com/MA-avicultura/productos/carbonato-calcio-nutricionanimal_pr30555.
- FAO/OMS (2010). *Información sobre el aditivo alimentario Carbonato de Calcio*. Codex Alimentarius, 2009. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net/gsaonline/additives/details?id=I85&lang-es>, cons. http://worldlingo.com/malenwick/es/Calcium_carbonate

- Fassani, É., Bertechini, A., Kato, R., Tadeu, E. & Geraldo, A. (2004). *Composición y Solubilidad In Vitro Calcáreos Calcíticos de Minas Gerais*. Cienc. Agrotec., Lavras. 28 (4): 913-918.
- FEDNA. (2015). *Ingredientes para piensos. Fuentes de calcio. La conchilla de ostras y de moluscos*. Disponible en www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_pensos/fuentes-de-calcio
- Fraga, F. (1985). *Alimentación de los Animales Monogástricos*. Ediciones Mundi-Prensa. 1368 P.
- González, G. & García, M. (1998). Uso de premezclas en fabricación de piensos: características y composición de las materias primas utilizadas en macrocorrectores. XIV Curso de especialización Departamento Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. 171-190 P.
- Hand, M., Thatcher, C., Remillard, R. & Roudebush, P. (2000). *Nutrición Clínica en Pequeños Animales*. Editorial Inter. – Médica S.A.I.C.I. Buenos Aires. República de Argentina. 76-93 P.
- Jara, W., & Canelo, D. (2010). *La Conchuela en la Alimentación de las Aves*. MV Rev. de Cien. Vet. 26 (1): 1-8.
- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. & Warner, R. (1992). *Nutrición Animal*. Cuarta edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 352 P.
- Melo, T., Mendonca, P., Moura, A., Lombardi, C., Ferreira, R. & Nery, V. (2006). *Solubilidad In Vitro de Algunas Fuentes de Calcio Utilizadas en Alimentación Animal*. Archivos de Zootecnia 55 (211): 297-300 P.
- Naupay, M. (2001). *Efecto del Fosfato Dicálcico dihidratado y la Disponibilidad Biológica sobre el comportamiento Productivo y Mineralización Ósea de Pollos de Carne*. Tesis Magíster Scientiae, Universidad Nacional Agraria LA Molina, Lima, Perú.
- Rojas, M. (1979). *Nutrición animal aplicada*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria LA Molina, Lima, Perú. 250 P.
- Rostagno, H., Albino, L., Donzele, J., Gomes, P., Oliveira, R., Lopes, D., Ferreira, A., & Barreto, S. (2005). *Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales*. Trad. por William Narváez y Luis Páez. 2 ed. Viçosa, Brasil. 186 p.
- Whitehead, C. (1995). *Influencia de la Nutrición sobre el Metabolismo Macro mineral: Desarrollo del Hueso y calidad de la cáscara*. XI curso de Especialización FEDNA, Barcelona, 7 y 8 de noviembre.
- Zhang, B. & Coon. C. (1997). *The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens*. Poultry Sci. 1997 Dec, 76 (12):1702-1706.