

COMPOSIÇÃO E SOLUBILIDADE *IN VITRO* DE CALCÁRIOS CALCÍNICOS DE MINAS GERAIS¹

Composition and *in vitro* solubility of Minas Gerais limestones

Édison José Fassani², Antonio Gilberto Bertechini³,
Reinaldo Kanji Kato⁴, Elias Tadeu Fialho³, Adriano Geraldo⁴

RESUMO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras – MG, Brasil, com objetivo de avaliar as características físico-químicas de calcários calcínicos utilizados na alimentação de poedeiras. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x5, sendo 4 calcários calcínicos extraídos em diferentes regiões de Minas Gerais (Ijaci, Barroso, Iguatama e Formiga) em 5 granulometrias padronizadas (0,15-0,30; 0,30-0,60; 0,60-1,20; 1,20-2,00 e 2,00-4,00 mm), totalizando 20 tratamentos, com 8 repetições. Os calcários foram encaminhados ao laboratório, onde se determinaram a composição mineral e a solubilidade *in vitro* determinada pelo método da perda de peso. Pela análise mineral dos calcários inferiram-se algumas diferenças numéricas, principalmente em elementos como ferro e manganês, além de detectar a presença de zinco e cobre em menor quantidade. Houve interação ($P<0,01$) entre os calcários e as granulometrias para a solubilidade *in vitro* dos calcários e todos os calcários apresentaram redução na solubilidade *in vitro* com o aumento da granulometria ($P<0,01$), porém, apresentando comportamento cúbico. O calcário de Barroso mostrou-se o mais solúvel ($P<0,01$) em todas as granulometrias e sua solubilidade *in vitro* foi superior a 12,5% na maior granulometria estudada (2,00-4,00 mm), o que representou uma taxa de solubilidade de 33,3% acima do valor determinado para o calcário de Formiga, que foi o menos solúvel ($P<0,01$) na mesma granulometria. Pelos resultados encontrados, verificou-se que a solubilidade *in vitro* não é influenciada unicamente pela granulometria em que o calcário se apresenta.

Termos para indexação: Calcário, solubilidade, granulometria, cálcio, avicultura, poedeiras.

ABSTRACT

The experiment was carried out at the Animal Research Laboratory the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras - UFLA, in Lavras - MG, Brazil, with objective of evaluating the physical-chemistries characteristics of limestones used in the laying hens feeding. The experimental design was completely randomized in a 4x5 factorial arrangement, being four limestones extracted in different areas of Minas Gerais (Ijaci, Barroso, Iguatama and Formiga) in five particle size standardized (0.15-0.30, 0.30-0.60, 0.60-1.20, 1.20-2.00 and 2.00-4.00 mm), amounting twenty treatments, with eight replications. The limestones were directed to the laboratory where was determined the mineral composition and the *in vitro* solubility, certain for the method of the weight loss. The mineral analysis of the limestones, indicated some numerical differences mainly in elements as iron and manganese, besides detecting the presence of zinc and copper in smaller amount. There was interaction ($P<0.01$) among the limestones and the particle size for the *in vitro* limestones solubility and all the limestones presented reduction in the *in vitro* solubility with the particle size increase ($P<0.01$), however, presenting cubic response. The Barroso limestone the most soluble was shown ($P<0.01$) in all the particle size and your *in vitro* solubility was superior to 12.5%, in the largest particle size studied (2.00-4.00 mm) what represented a rate of solubility of 33.3% above the certain value for the Formiga limestone, that was it that less soluble ($P<0.01$) in the same particle size. Through the found results it was verified that the *in vitro* limestone solubility is not only determined by the particle size in that the limestone comes.

Index terms: Limestone, solubility, particle size, calcium, poultry, laying hens.

(Recebido para publicação em 7 de abril de 2003 e aprovado em 12 de agosto de 2003)

1. Parte dos resultados de tese do primeiro autor; projeto financiado pelo CNPq.

2. Professor da Faculdade de Ciências Agrárias – UNIFENAS, Alfenas, MG.

3. Professores do Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG.

4. Doutorando do Departamento de Zootecnia/UFLA, bolsista CAPES.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o calcário está entre as seis substâncias minerais de maior valor econômico e o Estado de Minas Gerais contribui com aproximadamente 33% da produção nacional, produção essa caracterizada pela diversidade de regiões produtoras, o que implica em diferenciações na formação geológica das rochas calcárias, que são formadas em processos de sedimentação, e esse fator geográfico pode levar à obtenção de calcários com variação na composição em cálcio e em outras características físico-químicas importantes, como a solubilidade *in vitro*, variável que recentemente está sendo mais estudada, tendo sua importância destacada como medida de grande importância para o conhecimento dos calcários utilizados na alimentação animal.

Vários fatores podem influenciar na absorção do cálcio, e em primeiro lugar está a solubilização da fonte, pois segundo Bronner (1993), o carbonato de cálcio suplementado deve primeiro ser solubilizado no trato gastrointestinal antes que seu conteúdo de cálcio possa ser nutricionalmente utilizado.

Rabon Júnior e Roland (1985) avaliaram 44 diferentes calcários e farinhas de ostras produzidos por nove companhias e encontraram uma variação de até 63% nos valores de solubilidade *in vitro*, utilizando a mesma granulometria. Roland e Bryant (1999) afirmaram que a composição química e características físicas também são responsáveis pela solubilidade *in vitro*.

Pelos resultados estabelecidos por Rao e Roland (1989), infere-se que o tamanho de partícula e a quantidade de cálcio consumido influenciam na taxa de solubilização do calcário no trato digestivo da poedeira. As poedeiras solubilizaram menor porcentagem do cálcio ingerido quando o nível de ingestão de cálcio é elevado; por outro lado, solubilizaram maior porcentagem do calcário ingerido quando esse é suplementado por partículas maiores.

Com o uso da solubilidade, está sendo provado que a solubilidade *in vitro* dos calcários é um melhor preditor da resposta das poedeiras que a simples granulometria do calcário (AXE, 1989). A solubilidade *in vitro*, utilizando o método de Cheng e Coon (1990), em valores de 11 a 14%, está sendo considerada como ideal para poedeiras, com os melhores resultados obtidos em solubilidade *in vitro* de 12,5% (AXE, 1989) e, segundo Cheng e Coon (1990), tal valor de solubilidade pode ser obtido fazendo misturas entre granulometrias ou entre calcários de diferentes solubilidades.

A relação entre nível de cálcio, fonte, classificação segundo o tamanho, solubilidade *in vitro* e *in vivo* e retenção de calcário na moela foi estudada por Zhang e Coon (1997), constatando que a retenção de calcário na moela aumentou quando a solubilidade *in vitro* era mais baixa ou quando o nível de cálcio dietético aumentava, e a solubilidade *in vivo* do calcário diminuiu com o aumento do nível de cálcio dietético. Pelos resultados, ratifica-se o conceito de que tamanho de partícula maior ou baixa solubilidade *in vitro* pode aumentar a retenção de cálcio no organismo das poedeiras.

Na literatura internacional, são relatados vários métodos de análises para a determinação da solubilidade *in vitro* do calcário que se baseiam em condições fisiológicas normais de temperatura corporal e pH da região gástrica das aves, podendo ser destacado o método de perda de peso desenvolvido na Universidade de Minnessota, denominado método da porcentagem de perda de peso, descrito por Cheng e Coon (1990). Também são utilizados outros métodos, como o de Rabon Júnior e Roland (1985), desenvolvido na Universidade de Auburn e o de Zhang e Coon (1997), que é um aperfeiçoamento do método de Cheng e Coon (1990). O uso desses diferentes métodos para a determinação da solubilidade *in vitro* de fontes de cálcio, principalmente para poedeiras, criou várias dificuldades tanto para comparações como para aplicações de resultados de diferentes estudos. O método da porcentagem de perda de peso descrito por Cheng e Coon (1990), por apresentar uma padronização bem detalhada das condições de análise, tem sido mais empregado em trabalhos de pesquisa.

A falta de conhecimento das características físico-químicas dos calcários pode, em parte, ser responsável pela variação nos resultados de exigência nutricional encontrada nos trabalhos de pesquisa com cálcio, principalmente com poedeiras, levando os nutricionistas da área a utilizar, em muitos casos, níveis muito elevados de cálcio nas rações de poedeiras.

Objetivou-se com o presente trabalho determinar a composição mineral e a solubilidade *in vitro* de alguns calcários calcíticos com diferentes granulometrias produzidos no Estado de Minas Gerais, utilizados na alimentação de poedeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento das principais jazidas produtoras e fornecedoras de calcários para in-

dústria avícola. Tais jazidas enviaram amostras representativas de seus calcários ao Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (LPA/DZO/UFLA), em Lavras – MG, onde as análises físico-químicas foram realizadas. Foram amostrados quatro calcários, que receberam denominações segundo a região de origem: Ijaci, Barroso, Formiga e Iguatama.

Os calcários foram submetidos a análises químicas a fim de se determinar sua composição referente aos principais minerais. O cálcio foi analisado por permanenatometria, o magnésio e os microminerais ferro, zinco, cobre e manganês, por análise de espectro de absorção atômica, de acordo com as metodologias descritas por Silva (1998).

A solubilidade *in vitro* foi realizada segundo o método descrito por Cheng e Coon (1990) da Universidade de Minnesota (método da perda de peso). Os quatro calcários foram padronizados em cinco granulometrias, utilizando conjunto de peneiras padrão da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), números 5, 10, 20, 30, 50 e 100, correspondendo às aberturas de malhas: 4,0; 2,0; 1,20; 0,60; 0,30; 0,15 mm, respectivamente. As cinco granulometrias utilizadas foram as retidas nas peneiras de 0,15; 0,30; 0,60; 1,20 e 2,00 mm.

Somente os resultados de solubilidade *in vitro* foram avaliados estatisticamente, adotando-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4 calcários x 5 granulometrias, com 8 repetições, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + G_j + (CG)_{ij} + e_{ijk} ;$$

Y_{ijk} = Valores observados de solubilidade *in vitro*, do calcário i, na granulometria j, na repetição k;

μ = Média geral;

C_i = Efeito do calcário i, sendo i = 1, 2, 3 e 4;

G_j = Efeito da granulometria j, sendo j = 1, 2, 3, 4 e 5;

$(CG)_{ij}$ = Efeito da interação calcário i e granulometria j;

e_{ijk} = Erro associado a cada observação.

As comparações dos tratamentos foram desdobradas conforme procedimento do Sistema para Análise de Variância (SISVAR), segundo Fer-

reira (2000), aplicando o teste de média SNK ao nível de 1% de probabilidade para os calcários e análise de regressão polinomial para as granulometrias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição mineral dos calcários está apresentada na Tabela 1. Os valores da composição mineral referem-se ao conteúdo de minerais totais. Pode-se verificar que todos os calcários apresentaram níveis de cálcio semelhantes, com baixas concentrações de magnésio, o que os classificam corretamente em calcários calcínicos, pois segundo Koche et al. (1989), um calcário é considerado calcínico quando apresenta concentração de magnésio (Mg) inferior a 3%. Pela análise revelou-se presença de vários microminerais, como ferro (Fe) e manganês (Mn), além de zinco (Zn) e cobre (Cu). O calcário de Formiga apresentou numericamente maiores valores de microminerais, com 364,4 ppm de Fe e 68,1 ppm de Mn, quando comparado aos demais calcários analisados; também apresentou valores numéricos maiores para Zn e Cu. O calcário de Ijaci, por sua vez, foi o que apresentou os menores níveis de microminerais e os maiores valores em cálcio.

As solubilidades *in vitro* dos calcários estão apresentadas na Tabela 2. Houve interação entre os calcários e as granulometrias estudadas ($P < 0,01$). Verificou-se que em todas as granulometrias o calcário de Barroso foi o que apresentou as maiores solubilidades *in vitro* ($P < 0,01$). Na granulometria de 0,15 mm, o calcário de Formiga e de Barroso comportaram-se de forma semelhante, demonstrando uma maior solubilidade *in vitro* quando comparado aos calcários de Iguatama e de Ijaci ($P < 0,01$). As solubilidades *in vitro* de todos os calcários foram semelhantes nas granulometrias acima de 0,60 mm, com exceção do calcário de Barroso ($P < 0,01$), que foi mais solúvel que os demais, e o calcário de Formiga na granulometria de 2,00 mm, que apresentou a menor taxa de solubilidade em relação aos demais calcários ($P < 0,01$).

TABELA 1 – Composição mineral dos calcários calcíticos¹.

Calcário	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	--- % ---			----- ppm -----		
Ijaci	38,2	0,13	42,9	4	13,3	0,5
Barroso	38,0	0,16	67,3	14	24,5	--
Iguatama	37,7	0,33	148,5	20	20,7	--
Formiga	37,1	0,12	364,4	15	68,1	2,0

1- Análise realizada no Laboratório de Pesquisa Animal, DZO-UFLA.

TABELA 2 – Efeito do calcário e da granulometria sobre a solubilidade *in vitro* do calcário (%).

Calcário	Granulometria (mm) ¹					Média
	0,15-0,30	0,30-0,60	0,60-1,20	1,20-2,00	2,00-4,00	
Ijaci ²	16,95 c	12,78 c	11,76 b	11,12 b	10,74 b	12,67
Barroso ²	18,90 a	17,75 a	17,59 a	13,70 a	12,59 a	16,11
Iguatama ²	18,02 b	13,77 b	11,70 b	11,37 b	10,21 b	13,02
Formiga ²	19,23 a	12,96 c	11,58 b	11,08 b	9,45 c	12,85
Média	18,27	14,32	13,15	11,82	10,75	13,66

CV = 4,87%

1- Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem pelo teste de SNK (P<0,01).

2- Efeito cúbico (P<0,01).

Pelos resultados obtidos, infere-se que um valor ideal ou desejado de solubilidade *in vitro*, que segundo Axe (1989) está entre 11 e 14%, pode ser obtido diretamente por meio de granulometria específica, que poderá variar dependendo da origem do calcário calcítico. De acordo com Cheng e Coon (1990), uma baixa solubilidade *in vitro* também poderá ser conseguida por meio de misturas entre granulometrias. Por outro lado, pode-se notar que algumas fontes de calcário calcítico, como é o caso do calcário de Barroso, só apresentará queda na solubilidade *in vitro* quando estiver em granulometria acima de 1,20 mm; esse fato pode ser negativo, pois uma granulometria muito grossa poderá afetar o comportamento de ingestão pela poedeira. O uso de

calcário calcítico com baixa solubilidade *in vitro* e em menor granulometria pode resultar em um mesmo efeito para a poedeira, pois, de acordo com Zhang e Coon (1997), a retenção de calcário na moela da poedeira aumenta com a diminuição da solubilidade *in vitro*.

Na Figura 1, pode-se observar o comportamento da solubilidade *in vitro* dos calcários com a variação das granulometrias, verificando-se comportamento cúbico (P<0,01) para todos os calcários. O calcário de Barroso, mesmo apresentando comportamento cúbico, em nenhuma granulometria apresentou solubilidade *in vitro* inferior a 12,5%, valor esse tido como ideal segundo Axe (1989).

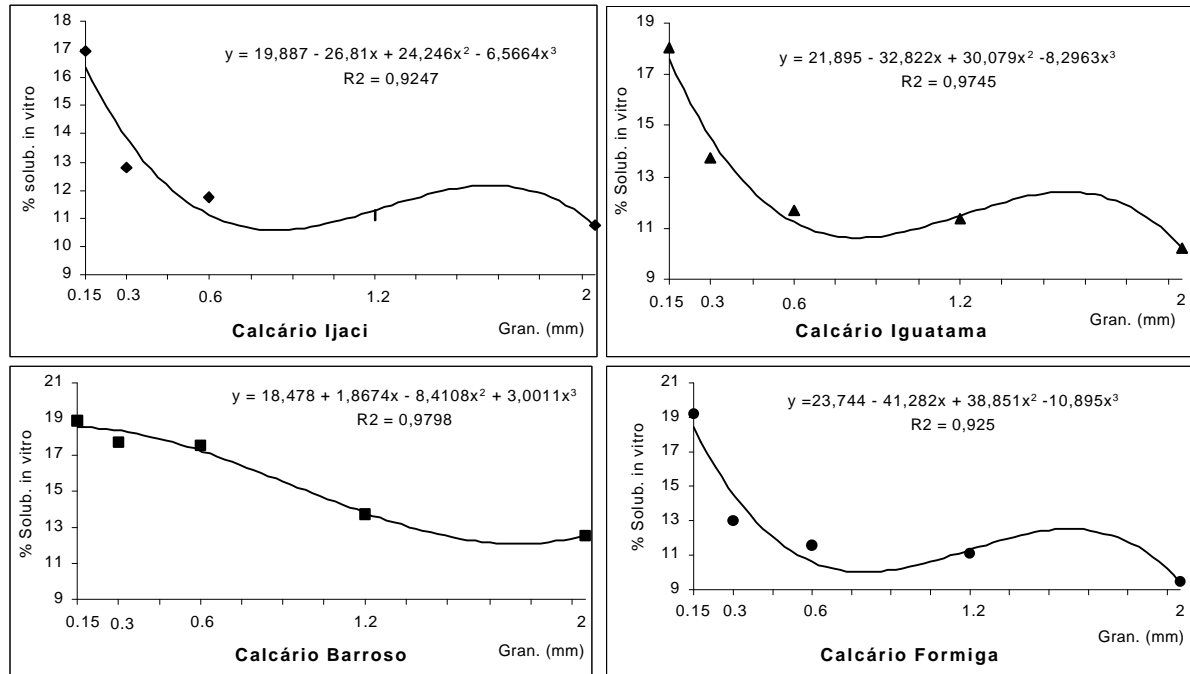


FIGURA 1 – Efeito do calcário e da granulometria sobre a solubilidade *in vitro* do calcário (%).

Nota-se que o aumento da granulometria, mesmo sendo o principal fator da variação dos valores de solubilidade *in vitro* dos calcários, não foi o único, pois houve diferença na solubilidade *in vitro* entre calcários de mesma granulometria, significando que a composição mineral e as características físicas são outros fatores que podem influenciar a solubilidade do calcário, o que está de acordo com as observações levantadas por Roland e Bryant (1999).

CONCLUSÕES

Há variações na composição mineral dos calcários calcíticos extraídos e comercializados em Minas Gerais.

A solubilidade *in vitro* varia conforme a origem geográfica dos calcários.

A solubilidade *in vitro* é influenciada pela granulometria dos calcários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AXE, D. Solubility should be used in selection of limestone product. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 61, n. 53, p. 16-26, Dec. 1989.

BRONNER, F. Nutrient bioavailability with a special reference to calcium. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 5, p. 797-802, May 1993.

CHENG, T. K.; COON, C. N. Comparison of various *in vitro* methods for the determination of limestone solubility. **Poultry science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2204-2208, Dec 1990.

FERREIRA, D. F. **Sistema para análise de variância para dados balanceados: SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.

KOCHE, A.; HANASIRO, J.; SANTOS, A. R.; ROMERO, A. M. S.; LAVIGNE, M.; GUIDOLIN, J. A.; ALCARDE, J. C. **Análise de corretivos agrícolas**. São Paulo: Associação Nacional para difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1989. 30 p.

RABON JÚNIOR, H. M.; ROLAND, D. A. Solubility comparisons of limestones and oyster shells from different companies, and the short term effect of switching limestones varying in solubility on egg specific gravity. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 37-38, 1985. Supplement 1 (Abst. 37).

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium solubilization by commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 1499-1505, Nov. 1989.

ROLAND, D. A.; BRYANT, M. Optimal shell quality possible without oyster shell. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 71, n. 15, p. 18-19, Apr. 1999.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 166 p.

ZHANG, B.; COON, C. N. The relationship of calcium intake, source, size solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 1702-1706, Dec. 1997.