

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n08a1177.1-10>

Avaliação da granulometria de fosfatos utilizados em ração para frangos tipo caipira

Celso Roberto Silva Júnior¹, Alexandre Oliveira Teixeira^{2*}, Leonardo Marmo Moreira², Viviane Assunção de Resende³, Renata de Souza Reis², Dante Teixeira Valente Júnior⁴, Juliana Pereira Lyon⁵, Carlos Magno da Rocha Junior⁶, Carla Regina Guimarães Brighenti²

¹Zootecnista, Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

²Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de São João Del Rei, São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

³Zootecnista, Coronel Xavier Chaves, Minas Gerais, Brasil.

⁴Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

⁵Professora do Departamento de Ciências Naturais, Universidade Federal de São João Del Rei, Minas Gerais, Brasil.

⁶Zootecnista, MSc., DSc., Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: alexandre_teixeira@ufsj.edu.br

Resumo. Foram utilizados 200 frangos de corte da linhagem “Pesadão”, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois fosfatos (Fosfato bicálcico e Fosfato monobicálcico) e duas granulometrias (Pó e Microgranulado), com cinco repetições, com dez aves por unidade experimental. As aves foram submetidas aos seguintes tratamentos: FBP: ração basal com fosfato bicálcico pó; FBM: ração basal com fosfato bicálcico microgranulado; MBP: ração basal com fosfato monobicálcico pó; e MBM: ração basal com fosfato monobicálcico microgranulado. Foram avaliados os parâmetros de desempenho das aves no período de 23 a 38 dias de idade. Para avaliação da composição química e da granulometria das rações restantes nos pratos dos comedouros, foram feitas coletas diariamente, sendo que essas amostras foram agrupadas em três períodos: do dia 23 ao 28; do dia 29 ao 33; e do dia 34 aos 38 dias de idade. Não houve interação entre as fontes e as granulometrias dos fosfatos em todos os parâmetros de desempenho. Houve interação entre fontes e granulometria dos fosfatos nos parâmetros de proteína bruta (PB), no período de 23 a 28 dias de idade, no qual a concentração de PB foi maior nos comedouros dos tratamentos contendo MBM e maiores valores de fósforo (P), cálcio (Ca), ferro (Fe) e partículas médias na ração dos comedouros contendo fosfatos microgranulados (FM). Nos períodos de 29 a 38 dias de idade, foram observados menores valores de PB e maiores valores de P e Ca nas rações dos comedouros contendo FM, bem como maiores valores de Fe no período de 34 a 38 dias. Neste último período, também se observou aumento no módulo de finura, aumento no diâmetro geométrico médio e maiores valores de partículas médias para FBM, mas para partículas finas os maiores valores foram para FBP. Concluiu-se que as fontes e granulometrias dos fosfatos da ração não afetam o desempenho dos frangos tipo “Caipira”. Entretanto, a utilização de fosfatos granulados pode promover a segregação das partículas dentro dos comedouros.

Palavras-chave: Fosfato bicálcico, fosfato monobicálcico, segregação, seletividade, tamanho das partículas

Evaluation of phosphates granulometry utilized in diets to free-range chicken lines

Abstract. It was used 200 broilers of the free-range chicken strain, distributed in a completely randomized design, in a 2x2 factorial scheme, two phosphates (dicalcium phosphate and monodicalcium phosphate) and two granulometries (Powder and

Microgranulated), with five replications, with ten individuals per experimental unit. The animals received the following treatments: PDP: basal diet with dicalcium phosphate 18% powder; MDP: basal diet with dicalcium phosphate 18% microgranules; PPM: basal diet with phosphate monodicalcium 20% powder; and MMP: basal diet with 20% monodicalcium phosphate microgranules. It was evaluated the performance parameters of the individuals in the interval from 23 up to 38 days of age. It was collected daily, in order to evaluate the chemical composition and the granulometry of the leftovers of the rations in the feeder plates, being that these samples were organized in three (3) intervals: from day 23 up to 28; from day 29 up to 33; and from day 34 up to 38 days of age. It was not interaction between the sources and the granulometries of phosphates in all parameters of performance. There was interaction between sources and granulometry of the phosphates in the parameters of crude protein (CP), in the interval from 23 up to 28 days of age, in which the concentration of CP was higher in the feeder of the treatments containing MMP and higher values of phosphorus (P), calcium (Ca), iron (Fe) and medium particles in the ration of the feeder containing phosphate microgranules (FM). In the periods from 29 to 38 days of age, lower values of CP and higher values of P and Ca were observed in the rations of feeders containing FM, as well as higher values of Fe in the period from 34 to 38 days. In this last period, there was also an increase in the fineness modulus, an increase in the mean geometric diameter and higher values of medium particles for MDP, but for fine particles the highest values were for PDP. It was concluded that the sources and granulometry of the phosphates of the feed did not affect the performance of free-range chicken lines. However, the use of granular phosphates can promote the segregation of particles within the feeders.

Keywords: Dicalcium phosphate, monodicalcium phosphate, segregation, selectivity, particle size

Evaluación de la granulometría de fosfatos utilizados en dieta para pollos de corral

Resumen. Se utilizaron un total de 200 pollos de engorde de la estirpe “Pesados”, distribuidos en diseño completamente al azar, en esquema factorial 2x2, con dos fosfatos (fosfato dicálcico y fosfato monodicálcico) y dos granulometrias (polvo y microgranulado), con cinco repeticiones, con diez aves por unidad experimental. Las aves fueron sometidas a los siguientes tratamientos: FDP: dieta basal con polvo de fosfato dicálcico; FDM: dieta basal con fosfato dicálcico microgranulado; MBP: dieta basal con polvo de fosfato monobicálcico y MBM: dieta basal con fosfato monobicálcico microgranulado. Los parámetros de rendimiento de las aves fueron evaluados a partir de los 23 a 38 días de edad. Para evaluar la composición química y la granulometría de las raciones restantes en los platos alimentadores, se recogieron muestras diariamente, y estas muestras se agruparon en tres periodos: del día 23 al 28; del 29 al 33; y de los 34 a los 38 días de edad. No hubo interacción entre las fuentes y la granulometría de fosfato en todos los parámetros de rendimiento. Hubo interacción entre las fuentes y la granulometría de fosfatos en los parámetros de la proteína cruda (PC) en el periodo de 23 a 28 días de edad, en que la concentración de PC fue mayor en los comederos de tratamientos que contenían MBM e mayores valores de fósforo (P), calcio (Ca), hierro (Fe) y partículas medianas en la dieta de los alimentadores que contenían fosfatos microgranulados (FM). En los periodos de 29 a 38 días de edad se observaron menores valores de PB y mayores valores de P y Ca en las raciones de alimentadores que contenían FM, así como mayores valores de Fe en el periodo de 34 a 38 días. En este último período, también hubo un aumento en el módulo de finura, en el diámetro geométrico medio (DGM) y mayores valores de partículas medianas para FDM, pero para partículas finas los valores más altos fueron para FDP. Se concluyó que las fuentes y la granulometría de los fosfatos del alimento no afectaron el rendimiento de los pollos tipo “Campesino”. Sin embargo, el uso de fosfatos granulares puede promover la segregación de partículas dentro de los alimentadores.

Palabras clave: Fosfato dicálcico, fosfato monodicálcico, segregación, selectividad, tamaño de partícula

Introdução

A produção global de alimentos aumentou nos últimos 60 anos devido à expansão e intensificação do setor agropecuário ([ANUALPEC, 2021](#)). A avicultura alternativa vem recebendo crescente destaque na atualidade, uma vez que o consumidor, cada vez mais, busca aves mais rústicas, tais como o frango caipira ([Pinheiro et al., 2011](#)). Esse contexto de aumento constante de demanda tem induzido pesquisadores e produtores a buscar novas alternativas para o sistema de produção para que sejam mais coerentes com o objetivo de proporcionar bem-estar às aves, assim como um menor impacto ambiental ([Sagrilo et al., 2016](#); [Savino et al., 2007](#)).

Um dos fatores mais importantes que determinam a utilização da alimentação é a distribuição do tamanho das partículas ([Kiarie & Mills, 2019](#)). O tamanho das partículas das fontes de cálcio (Ca) e fósforo (P) consiste em um dos fatores que possui importante papel na produção de frangos do tipo caipira. De fato, em partículas muito finas dessas fontes, os minerais passam rapidamente pela moela, não ficando disponíveis para serem utilizados para o crescimento das aves.

Os fosfatos bicálcico e monocálcico são as formas mais comuns de suplementação das dietas para a produção comercial ([Rocha Júnior et al., 2015](#)). De fato, apesar das expressões fosfato monocálcico e fosfato bicálcico serem empregadas para a descrição dos respectivos produtos, qualquer um deles possui uma mistura de ambas as formas. Portanto, a identificação nominal representa a forma química predominante na mistura. Nesse sentido, considera-se que quanto maior a participação de fosfato monocálcico, maior a probabilidade de embocamento do produto em suas condições comerciais de acondicionamento, isto é, em sua embalagem comercial, necessitando, dessa forma, de que as fontes de fosfatos mais ricas na versão monocálcico sejam comercializadas em sua forma microgranulada.

A composição da ração e o tamanho das partículas dos ingredientes da ração são importantes tanto na fabricação de rações quanto na nutrição de aves ([Bozkurt et al., 2019](#); [Mtei et al., 2019](#); [Xu et al., 2015](#); [Zaefarian et al., 2016](#)). A distribuição heterogênea do conteúdo de nutrientes em partículas de diferentes tamanhos, além das características específicas das partículas, pode constituir fator decisivo para a ocorrência de inconsistências no desempenho e na digestibilidade dos nutrientes ([Lyu et al., 2021](#)).

Estudos mostram que a granulometria da ração tem influência direta na digestibilidade dos nutrientes, na motilidade intestinal e nas secreções das enzimas digestivas. Em casos de rações com elevada presença de finos (DGM < 400 µm), além da redução no consumo de ração, temos aumento de pó, o que pode causar o surgimento de problemas respiratórios e aftas ([Leandro et al., 2001](#); [Ribeiro et al., 2002](#)). Em casos de dietas com elevada quantidade de partículas acima de 3 mm, pode ocorrer problema com a seleção de ração, levando à perda de desempenho e desequilíbrio nutricional.

Atualmente, o peneiramento a seco é o método mais utilizado para estudar o tamanho de partículas na nutrição animal, pois é um método de baixo custo ([Lyu et al., 2020](#)). Realmente, na fabricação de rações, o tamanho de partícula é rotineiramente determinado pelo método de peneiramento a seco e expresso, com frequência, como o diâmetro geométrico médio (DGM). De fato, Lyu et al. (2020) relacionam fortemente o tamanho das partículas da ração e a proporção entre os componentes da dieta com a performance animal. Logo, o consumo de alimento e o desempenho de frangos de corte são influenciados pelo tamanho das partículas da ração devido à capacidade dos frangos selecionarem as partículas pelo seu respectivo tamanho, sobretudo em se tratando de frangos jovens, os quais apresentam uma capacidade de distinção particular mais acentuada ([Mtei et al., 2019](#)).

O objetivo desse estudo consiste em avaliar o desempenho e a segregação de partículas em comedouros para frangos do tipo caipira em função da fonte de fosfato e da sua granulometria.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na granja “Caipirão do Parque”, no município de Coronel Xavier Chaves, região do Campo das Vertentes, estado de Minas Gerais, Brasil.

O experimento foi conduzido de acordo com os procedimentos éticos de pesquisa em animais, após aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), protocolo nº. 09/2011.

Foram utilizados 200 frangos de corte ($394,84 \pm 8,26$ g) da linhagem “Pesadão”, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 , sendo dois fosfatos (Fosfato bicálcico e Fosfato monobicálcico) e duas granulometrias (Pó e Microgranulado), com cinco repetições com dez aves por unidade experimental (cinco machos e cinco fêmeas). Aos 23 dias de idade, as aves foram distribuídas de acordo com o peso médio, de modo que, no início do experimento, as aves de todos os tratamentos tinham peso médio semelhante.

O período do experimento foi de quinze dias. As aves foram submetidas aos seguintes tratamentos: FBP [ração basal com fosfato bicálcico (18% de P, no respectivo fosfato) na forma de pó]; FBM [ração basal com fosfato bicálcico (18% de P, no respectivo fosfato) na forma microgranulada]; MBP [ração basal com fosfato monobicálcico (20% de P, no respectivo fosfato) na forma de pó]; e MBM [ração basal com Fosfato monobicálcico (20% de P no respectivo fosfato) na forma microgranulada]. As rações basais ([Tabela 1](#)) foram compostas, principalmente, por milho e farelo de soja, e foram formuladas para atender às exigências nutricionais das aves ([Rostagno et al., 2017](#)).

As análises dos teores de matéria seca, proteína bruta e fósforo total foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia, da UFSJ.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações basais para a fase inicial

Ingredientes	Bicálcico 18%	Monobicálcico 20%
Milho	63,50	63,50
Farelo de soja 45%	32,18	32,18
Óleo de soja	0,20	0,20
Sal comum	0,43	0,43
Suplemento mineral ¹	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ²	0,10	0,10
DL-metionina (99%)	0,145	0,145
L-lisina HCl (78%)	0,05	0,05
Cloreto de colina 70%	0,05	0,05
Fosfato bicálcico	1,85	-
Fosfato monobicálcico	-	1,77
Calcário calcítico	1,30	1,47
Areia Lavada	0,09	-
Total	100	100
Composição Calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.930	2.930
Lisina digestível (%)	0,982	0,982
Treonina digestível (%)	0,679	0,679
Triptofano digestível (%)	0,223	0,223
Metionina digestível (%)	0,433	0,433
Sódio (%)	0,21	0,21
Composição Analisada		
Proteína bruta (%)	20,2	20,3
Cálcio (%)	0,92	0,90
Fósforo Total (%)	0,67	0,68
Ferro (mg/kg)	294	254
Manganês (mg/kg)	86	89

¹Suplemento mineral por kg de ração: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg. ²Suplemento vitamínico por kg de ração: Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D3 - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K3 - 3 mg; Vitamina B1 - 2,3 mg; Vitamina B2 - 7 mg; Vitamina B6 - 4 mg; Vitamina B12 - 25 ug; Biotina - 0,250 mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

As instalações experimentais foram divididas em vinte “boxes” de 2,5 m², localizados dentro de um galpão, o qual possuía pé-direito de 3,0 metros, coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas e piso de terra batida, forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), equipado com um comedouro tubular e um bebedouro tipo pendular.

A ração foi fornecida em comedouro do tipo tubular, no qual, diariamente, às 08:00 horas, após a limpeza dos respectivos pratos dos comedouros, era proporcionada uma nova ração. Posteriormente, às 12:00 horas, eram retiradas amostras (100 gramas) da ração que se encontrava presente no prato de cada comedouro. Assim, as cinco amostras que foram coletadas no prato do comedouro (100 gramas em cada coleta, totalizando 500 gramas), em cada unidade experimental, durante os respectivos períodos, foram homogeneizadas para futuras análises químicas e granulométricas.

Foram feitas coletas diariamente, sendo que essas amostras foram agrupadas em três períodos de cinco dias cada. Os períodos de cinco dias de coleta foram os seguintes: do dia 24 ao dia 28; do dia 29 ao dia 33; e do dia 34 ao dia 38.

As sobras de ração do dia anterior, que eram retiradas dos pratos dos comedouros, juntamente com as amostras retiradas para análises química e granulométrica, eram pesadas e computadas visando à determinação do consumo no período experimental. Portanto, foram avaliados os parâmetros de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos animais no período de 23 a 38 dias de idade.

As análises da granulometria das rações experimentais e das rações colhidas nos comedouros foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da UFSJ, de acordo com as metodologias descritas por Butolo (2002). As quantidades retidas nas peneiras 2,00; 1,41; 0,84; 0,50; 0,25; e 0,15 mm de diâmetro foram registradas para caracterizar o tamanho das partículas e determinar os índices de uniformidade (IU), Módulo de finura (MF) e diâmetro geométrico médio (DGM) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de granulometria da ração inicial fornecida nos comedouros de frangos de crescimento lento em função da fonte e granulometria dos fosfatos

Parâmetros	Granulometria	Fosfatos		
		Bicálcico FB18%	Monobicálcico FM20%	Média
Módulo de finura (MF)	Pó	2,52	2,53	2,53
	Microgranulado	2,63	2,63	2,63
	Média	2,58	2,58	2,58
Diâmetro geométrico médio (DGM)	Pó	596,84	602,97	599,91
	Microgranulado	645,25	644,65	644,95
	Média	621,05	623,81	622,43
Índice de uniformidade das partículas – Grossa (PG)	Pó	1,67	1,77	1,72
	Microgranulado	2,30	2,00	2,15
	Média	1,99	1,89	1,94
Índice de uniformidade das partículas – Média (PM)	Pó	63,18	62,90	63,04
	Microgranulado	65,90	65,67	65,79
	Média	64,54	64,29	64,41
Índice de uniformidade das partículas – Fina (PF)	Pó	35,15	35,34	35,25
	Microgranulado	31,80	32,33	32,07
	Média	33,48	33,84	33,66

Os dados da temperatura ambiente foram obtidos por termômetros de máxima e mínima, os quais foram distribuídos ao longo do galpão. As temperaturas foram registradas duas vezes por dia, durante todo o período. Não foi efetuado programa de luz, ou seja, as aves receberam somente luz natural. Os pintos foram vacinados contra Marek, Gumboro e New Castle.

No Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia, da UFSJ, os procedimentos de análises de alimento foram desenvolvidos segundo as metodologias descritas por Detmann et al. (2012). Procedeu-se a determinação da matéria seca definitiva (ASE) e os teores de proteína bruta (PB). Posteriormente, foram desenvolvidas soluções minerais a partir da oxidação da matéria orgânica das amostras com cinco mL de mistura nitroperclórica, na proporção de três partes de ácido nítrico (HNO_3) para uma parte de ácido perclórico (HClO_4), e aquecimento em chapa aquecedora acoplada com exaustor, em temperatura entre 150 e 190°C. Após a completa eliminação da matéria orgânica, verificada quando a solução se apresentava cristalina, transparente e exalando vapores brancos, foram adicionados cinco mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado. A solução retornou para a chapa aquecedora durante 30 minutos, a 70° C, tendo o seu volume completado para 25 mL em balão volumétrico, utilizando-se água deionizada.

As soluções minerais foram enviadas para o laboratório da Rodes Química Cajati Ltda., em Cajati, estado de São Paulo, visando à determinação de cálcio (Ca), fósforo (P), ferro (Fe) e manganês (Mn) nas rações experimentais, a partir das amostras colhidas nos comedouros e das rações originais, segundo metodologias descritas pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA, 2009).

Utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls para comparar as médias dos parâmetros entre os fosfatos e as granulometrias, adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando o programa SAEG (UFV, 1997).

Resultados e discussão

Não houve ($P > 0,05$) interação entre as fontes e as granulometrias dos fosfatos em todos os parâmetros de desempenho (Tabela 3). Da mesma forma, não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre os parâmetros estudados.

Tabela 3. Médias para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), de frangos de corte caipira da linhagem “Pesadão”, alimentados com dietas de diferentes fontes e granulometrias de fosfatos, no período de 23 aos 38 dias de idade

Parâmetros	Granulometria	Fosfatos			CV, %
		Bicálcico18%	Monobicálcico20%	Média	
Ganho de peso (g)	Pó	785	790	787	5,13
	Microgranulado	784	799	791	
	Média	784	794	789	
Consumo de ração (g)	Pó	1676	1625	1650	4,79
	Microgranulado	1673	1672	1673	
	Média	1675	1648	1661	
Conversão alimentar	Pó	2,14	2,06	2,10	5,92
	Microgranulado	2,14	2,10	2,12	
	Média	2,14	2,08	2,11	

Avaliando os dados, diferentemente do presente estudo, Junqueira et al. (2000), analisando especificamente o desempenho de frangos de corte, concluíram que a inclusão do fosfato granulado resultou em melhor desempenho das aves, mesmo quando a ração continha o nível de 0,6% de fósforo total. No entanto, Burnell et al. (1990) não observaram influência do tamanho de partículas do fosfato desfluorizado na biodisponibilidade de cálcio (Ca) e fósforo (P) em pintos. Durau (2015) verificou que o desempenho dos frangos de 22 a 42 dias de idade não foi influenciado pela granulometria da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) na dieta. Entretanto, McCoy et al. (1994), avaliando os efeitos da uniformidade da mistura de dietas sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que, quando o Coeficiente de Variação (CV) do processo de mistura da ração foi elevado, houve prejuízo para o desempenho das aves, mas quando o CV ficou em torno de 10%, a performance das aves não foi afetada.

Houve ($P < 0,05$) interação entre fontes e granulometria dos fosfatos nos parâmetros de proteína bruta (PB), no período de 23 a 28 dias de idade (Tabela 4), no qual a concentração de proteína foi maior ($P < 0,05$) nos tratamentos contendo fosfato monobicálcico microgranulado. Além disso, foram observados maiores ($P < 0,05$) valores de fósforo (P), cálcio (Ca) e ferro (Fe) na ração dos comedouros contendo fosfato microgranulado.

Não houve ($P > 0,05$) interação entre fontes e granulometria dos fosfatos em todos os parâmetros de avaliação mineral das rações, nos períodos de 29 a 33 e de 34 a 38 dias de idade (Tabela 4). Foram observados maiores ($P < 0,05$) valores de fósforo (P) e cálcio (Ca) e menores valores de proteína bruta (PB) nas rações dos comedouros contendo fosfatos microgranulados. Ademais, no período de 34 a 38 dias de idade, foram identificados maiores ($P < 0,05$) valores de ferro (Fe) nas rações dos comedouros contendo fosfatos microgranulados.

Os fosfatos microgranulados podem favorecer a ocorrência de uma maior segregação das partículas, provavelmente através de uma maior fluidez ou de uma maior densidade, o que aumentaria os teores de minerais no fundo dos comedouros. Segundo Araújo (2014), os fosfatos pó, produzidos nas reações químicas ácido-base, possuem tamanho pequeno e formato irregular, que os fazem ser muito aderentes (coesivos) e não permitem boa fluidez.

Ademais, nos tratamentos com fontes microgranuladas de fósforo (P), há uma diminuição no teor de proteína da ração, indicando que os animais, submetidos a esses tratamentos, tendem a consumir os farelos, principalmente o de soja, em detrimento dos fosfatos. Essa constatação pode estar relacionada ao fato de que não foi observada, no presente trabalho, uma diferença entre os fosfatos empregados nas dietas testadas, o que pode sugerir que as aves não distinguem, de forma eficaz, as diferentes formas de fosfato.

Segundo Bellaver (2001), a qualidade da mistura pode ser avaliada através de um elemento traço, chamado indicador, o qual pode ser especialmente adicionado à mistura, como, por exemplo, violeta de metila, micro tracer e grafite. Uma outra alternativa seria a análise de um elemento da própria ração, tal como o manganês (Mn). No entanto, nesse supracitado trabalho, a variação de manganês (Mn) não foi significativa entre as amostras pesquisadas. O pesquisador Kaepke (2004) resumiu que, para uma excelente qualidade de mistura, o coeficiente de variação (CV) deve estar abaixo de 5%, sendo de uma qualidade média os valores de 5 a 10% de variação.

Para todos os períodos avaliados (de 23 a 28 dias; de 29 a 33 dias; e de 34 a 38 dias de idade), conforme exarado na Tabela 5, observou-se uma diminuição dos testes de índice de uniformidade (IU),

de módulo de finura (MF) e de diâmetro geométrico médio (DGM) nos comedouros, quando comparados com as rações basais inseridas nos comedouros ([Tabela 2](#)).

Tabela 4. Parâmetros químicos das rações nos comedouros de frangos tipo “Caipira” em função da fonte e da granulometria dos fosfatos [bicálcico (FB18%); monobicálcico (FM20%)], nos períodos de 23 a 28, 29 a 33 e 34 a 38 dias de idade

Parâmetros ¹	Granulometria	Fosfatos			CV, %
		Bicálcico FB18%	Monobicálcico FM20%	Média	
Período de 23 aos 28 dias de idade					
Proteína Bruta (g/kg)	Pó	219,50Aa	220,50Ba	220,00	4,90
	Microgranulado	208,75Ab	241,75Aa	225,25	
	Média	214,13	231,12	222,62	
Fósforo (g/kg)	Pó	8,51	7,89	8,20B	5,79
	Microgranulado	9,08	9,38	9,23A	
	Média	8,79	8,63	8,71	
Cálcio (g/kg)	Pó	13,27	12,40	12,83B	5,71
	Microgranulado	15,00	14,07	14,53A	
	Média	14,13a	13,23b	13,68	
Ferro (mg/kg)	Pó	421,25	435,75	428,50B	8,09
	Microgranulado	430,50	503,75	467,12A	
	Média	425,87b	469,75a	447,81	
Manganês (mg/kg)	Pó	121,50	121,50	121,50	7,26
	Microgranulado	120,75	121,25	121,00	
	Média	121,12	121,37	121,24	
Período de 29 aos 33 dias de idade					
Proteína Bruta (g/kg)	Pó	231,75	244,75	238,25A	5,69
	Microgranulado	215,50	222,75	219,12B	
	Média	223,62	233,75	228,68	
Fósforo (g/kg)	Pó	7,93	6,96	7,44B	6,35
	Microgranulado	8,94	8,26	8,60A	
	Média	8,43a	7,61b	8,02	
Cálcio (g/kg)	Pó	11,14	10,68	10,91B	8,56
	Microgranulado	12,82	11,45	12,13A	
	Média	11,98	11,06	11,52	
Ferro (mg/kg)	Pó	403,25	340,75	372,00	14,62
	Microgranulado	445,25	386,25	415,75	
	Média	424,25	363,50	393,87	
Manganês (mg/kg)	Pó	105,57	107,50	106,53	7,17
	Microgranulado	100,75	106,35	103,55	
	Média	103,16	106,92	105,04	
Período de 34 aos 38 dias de idade					
Proteína Bruta (g/kg)	Pó	210,25	226,75	218,50A	6,15
	Microgranulado	195,25	212,25	203,75B	
	Média	202,75b	219,50a	211,12	
Fósforo (g/kg)	Pó	7,95	7,32	7,63B	6,00
	Microgranulado	8,77	9,18	8,97A	
	Média	8,36	8,25	8,30	
Cálcio (g/kg)	Pó	11,02	10,83	10,92B	7,63
	Microgranulado	12,42	13,07	12,74A	
	Média	11,72	11,95	11,83	
Ferro (mg/kg)	Pó	393,25	376,75	385,00B	10,47
	Microgranulado	401,50	475,75	438,62A	
	Média	397,37	426,25	411,81	
Manganês (mg/kg)	Pó	112,75	111,00	111,87	7,14
	Microgranulado	104,90	115,00	109,95	
	Média	108,82	113,00	110,91	

Médias seguidas de letras diferentes: maiúscula na coluna (Granulometria) e minúscula (Fosfatos) na linha diferem pelo teste Newman-Keuls ($P < 0,05$) 1 – Base matéria seca (MS).

Nos períodos de 23 a 28 e de 29 a 33 dias de idade, não houve ($P > 0,05$) interação entre fontes e granulometria dos fosfatos. Entretanto, no período de 23 a 28 dias de idade, foram observadas maiores ($P < 0,05$) valores de partículas médias nos comedouros contendo fosfato microgranulado. Houve ($P < 0,05$) interação entre fontes e granulometria dos fosfatos, no período de 34 a 38 dias de idade ([Tabela 5](#)), no qual se observou aumento ($P < 0,05$) no diâmetro geométrico médio (DGM) e no módulo de finura (MF) em fosfatos monobicálcico microgranulado e menores valores em fosfato bicálcico pó. Para partículas médias (PM), observou-se maiores valores para fosfato bicálcico microgranulado e para partículas finas (PF) os menores valores foram identificados em fosfato bicálcico pó.

Segundo Lima ([1995](#)), a granulometria, assim como a densidade, permite prever a tendência do ingrediente ao constituir misturas homogêneas e adequadas assim como a capacidade de segregação de

partículas do produto, quando o mesmo se encontrar em mistura com ingredientes de uso rotineiro na alimentação animal.

Tabela 5. Parâmetros de granulometria das rações nos comedouros de frangos tipo “Caipira” em função da fonte e da granulometria dos fosfatos [bicálcico (FB18%); monobicálcico (FM20%)], nos períodos de 23 a 28, 29 a 33 e 34 a 38 dias de idade

Parâmetros	Granulometria	Fosfatos			CV, %
		Bicálcico FB18%	Monobicálcico FM20%	Média	
Período de 23 aos 28 dias de idade					
Módulo de finura (MF)	Pó	2,16	2,14	2,15	3,69
	Microgranulado	2,19	2,22	2,20	
	Média	2,17	2,18	2,17	
Diâmetro geométrico médio (DGM)	Pó	467,9	461,4	464,7	5,60
	Microgranulado	478,5	487,8	483,2	
	Média	473,2	474,6	473,9	
Índice de uniformidade das partículas – Grossa (PG)	Pó	0,94	1,06	1,00	13,78
	Microgranulado	0,99	0,91	0,95	
	Média	0,96	0,98	0,97	
Índice de uniformidade das partículas – Média (PM)	Pó	48,67	45,87	47,27B	5,46
	Microgranulado	49,98	50,39	50,18A	
	Média	49,32	48,13	48,72	
Índice de uniformidade das partículas – Fina (PF)	Pó	50,38	53,06	51,72	5,44
	Microgranulado	49,02	48,69	48,85	
	Média	49,70	50,87	50,28	
Período de 29 aos 33 dias de idade					
Módulo de finura (MF)	Pó	2,42	2,41	2,41	1,96
	Microgranulado	2,43	2,46	2,44	
	Média	2,42	2,43	2,42	
Diâmetro geométrico médio (DGM)	Pó	558,70	555,60	557,10	3,31
	Microgranulado	565,50	576,30	570,90	
	Média	562,10	565,90	564,00	
Índice de uniformidade das partículas – Grossa (PG)	Pó	1,17	1,25	1,21	11,80
	Microgranulado	1,14	1,08	1,11	
	Média	1,15	1,16	1,15	
Índice de uniformidade das partículas – Média (PM)	Pó	59,16	56,23	57,69	4,83
	Microgranulado	58,63	60,26	59,44	
	Média	58,89	58,24	58,56	
Índice de uniformidade das partículas – Fina (PF)	Pó	39,66	42,51	41,08	6,89
	Microgranulado	40,23	38,65	39,44	
	Média	39,94	40,58	40,26	
Período de 34 aos 38 dias de idade					
Módulo de finura (MF)	Pó	2,17Ba	2,23Aa	2,20	1,77
	Microgranulado	2,35Aa	2,22Ab	2,28	
	Média	2,26	2,22	2,24	
Diâmetro geométrico médio (DGM)	Pó	471,0Ba	489,7Aa	485,3	2,68
	Microgranulado	531,8Aa	486,2Ab	509,0	
	Média	501,4	492,9	497,2	
Índice de uniformidade das partículas – Grossa (PG)	Pó	1,22	1,14	1,18	14,35
	Microgranulado	1,13	1,08	1,10	
	Média	1,17	1,11	1,14	
Índice de uniformidade das partículas – Média (PM)	Pó	48,00Ba	50,24Aa	49,12	3,45
	Microgranulado	56,04Aa	50,34Ab	53,19	
	Média	52,02	50,29	51,15	
Índice de uniformidade das partículas – Fina (PF)	Pó	50,77Aa	48,61Aa	49,69	3,66
	Microgranulado	42,82Bb	48,56Aa	45,69	
	Média	46,79	48,58	47,68	

Médias seguidas de letras diferentes, maiúscula na coluna (Granulometria) e minúscula (Fosfatos) na linha, diferem pelo teste Newman-Keuls ($P < 0,05$).

Durante a fabricação, transporte e distribuição de ração, se essa for de baixa qualidade, pode ocorrer a segregação dos ingredientes. Esse fato pode gerar, como consequência, a formação de partículas finas no fundo do comedouro, principalmente se houver grande quantidade de ração no prato do comedouro.

A substituição de fosfato pó por fosfatos microgranulados tende a trazer significativos benefícios, dentre eles o aumento da densidade aparente dos materiais, o que é interessante tendo-se como objetivo a redução dos custos de estocagem e transporte. Entretanto, a formação de agregados ou aglomerados, tal como ocorre no fosfato microgranulado, pode fazer com que o produto apresente uma baixa tendência de empedramento, tornando lento o processo de aglomeração, devido a uma formação de ligações ou interações mais frágeis entre as partículas (Araújo, 2014). Assim, em função desse aumento de

densidade, é possível que ocorra um significativo acúmulo do produto microgranulado no fundo do prato do comedouro.

Os frangos tipo “Caipira” normalmente encontram-se em bandos no aviário. Assim, as aves dominantes terão sempre acesso prévio sobre a ração, prejudicando o acesso das outras aves. Dessa forma, as aves dominantes podem ingerir rações com uma composição levemente diferenciada em relação à ingestão das aves não-dominantes, diminuindo a homogeneidade do referido lote. A permanência dessas aves perto dos comedouros, por um período longo, pode proporcionar a seleção das partículas maiores em detrimento das partículas menores da ração. De fato, além de demonstrarem interesse pela cor dos alimentos, as aves possuem preferência por maiores partículas de alimentos.

A análise de DGM consiste em avaliar o diâmetro geométrico médio das partículas de uma determinada ração. Essa análise é amplamente utilizada para a avaliação da granulometria de rações, sendo que os valores de DGM são empregados como referência para recomendações de granulometria nas diversas fases de criação (Lyu et al., 2020). Estudos realizados mostraram que aves alimentadas com rações com excesso de partículas grossas (55% de partículas acima de 2 mm) aumentaram o comportamento de bicagem, quando tal tratamento é comparado com um tratamento com ração de 13% de partículas acima de 2 mm (Walser & Pfirter, 2001).

Conclusões

As fontes e granulometrias dos fosfatos da ração não afetam o desempenho dos frangos tipo “Caipira”. Entretanto, a utilização de fosfatos granulados pode promover a segregação das partículas dentro dos comedouros.

Referências bibliográficas

- ANUALPEC. (2021). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- Araújo, T. D. A. (2014). *Estudo dos fundamentos de microgranulação do fosfato bicálcico em um misturador aglomerador de alto cisalhamento*. Universidade de São Paulo.
- Bellaver, C. (2001). Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. *Simpósio Sobre Ingredientes Na Alimentação Animal*, 1(1), 1–23.
- Bozkurt, M., Koçer, B., Ege, G., Tüzün, A. E., Bıyık, H. H., & Poyrazoğlu, E. (2019). Influence of the particle size and form of feed on growth performance, digestive tract traits and nutrient digestibility of white egg-laying pullets from 1 to 112 D of age. *Poultry Science*, 98(9), 4016–4029. <https://doi.org/10.3382/ps/pez144>.
- Burnell, T. W., Cromwell, G. L., & Stahly, T. S. (1990). Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. *Poultry Science*, 69(7), 1110–1117. <https://doi.org/10.3382/ps.0691110>.
- Butolo, J. E. (2002). *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Butolo.
- CBA - Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. (2009). *Guia de métodos analíticos*. Sincronizações, São Paulo, 217p.
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Cabral, L. S., Pina, D. S., Ladeira, M. M., & Azevedo, J. A. G. (2012). *Métodos para análise de alimentos*. Suprema.
- Durau, J. F. (2015). *Fitase, granulometria da fonte de cálcio e relação cálcio e fósforo em dietas para frangos de corte*. Universidade Federal do Paraná.
- Junqueira, O. M., Araújo, L. F., & Araújo, C. S. S. (2000). Efeito de diferentes fontes de fosfato bicálcico no desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 4, 56–63.
- Kaepke, F. (2004). Métodos para evaluar las propiedades de manejo de los alimentos balanceados (piensos compuestos) y sus aditivos. *Aminonews*, 6.
- Kiarie, E. G., & Mills, A. (2019). Role of feed processing on gut health and function in pigs and poultry: conundrum of optimal particle size and hydrothermal regimens. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 19. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00019>.

- Leandro, N. S. M., Stringhini, J. H., Café, M. B., Orsine, G. F., & Rocha, A. C. (2001). Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1266–1271. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000500020>.
- Lima, I. L. (1995). *Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte*. Universidade Federal de Viçosa.
- Lyu, F., Thomas, M., Hendriks, W. H., & Van Der Poel, A. F. B. (2020). Size reduction in feed technology and methods for determining, expressing and predicting particle size: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 261, 114347. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114347>.
- Lyu, F., van der Poel, A. F. B., Hendriks, W. H., & Thomas, M. (2021). Particle size distribution of hammer-milled maize and soybean meal, its nutrient composition and in vitro digestion characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 281, 115095. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115095>.
- McCoy, R. A., Behnke, K. C., Hancock, J. D., & McEllhiney, R. R. (1994). Effect of mixing uniformity on broiler chick performance. *Poultry Science*, 73(3), 443–451. <https://doi.org/10.3382/ps.0730443>.
- Mtei, A. W., Abdollahi, M. R., Schreurs, N. M., & Ravindran, V. (2019). Impact of corn particle size on nutrient digestibility varies depending on bird type. *Poultry Science*, 98(11), 5504–5513. <https://doi.org/10.3382/ps/pez206>.
- Pinheiro, S. R. F., Sakomura, N. K., Nascimento, D. C. N., Dourado, L. R. B., Fernandes, J. B. K., & Thomaz, M. C. (2011). Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 63(1), 361–369. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000100033>.
- Ribeiro, A. M. L., Magro, N., & Penz únior, A. M. (2002). Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 4(1), 47–53. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2002000100006>.
- Rocha Júnior, C. M., Teixeira, A. O., Hannas, M. I., Santana, A. L. A., Carvalho, T. A., Oliveira, B. L., Moreira, L. M., & Brighenti, C. R. G. (2015). Digestibility of phosphorus in powder and microgranular phosphate in diets for pigs. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16, 544–557. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402015000300007>.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., & Euclides, R. F. (2017). Composição de alimentos e exigências nutricionais. In *Tabelas brasileiras para aves e suínos* (3rd ed., Vol. 1, Issue 1). Universidade Federal de Viçosa.
- Sagrilo, E., Girão, E. S., Barbosa, F. J. V., Ramos, G. M., Azavedo, J. N., Medeiros, L. P., Araujo Neto, R. B., & Leal, T. M. (2016). Validação do sistema alternativo de criação de galinha caipira. *Embrapa Meio Norte. Sistema de Produção*, 1(1).
- Savino, V. J. M., Coelho, A. A. D., Rosario, M. F., & Silva, M. A. N. (2007). Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(3), 578–583.
- SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - Versão 7.1, 1997. Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG. 150p.
- Walser, P., & Pfirter, H. P. (2001). Feed structure influences behaviour of laying hens. *Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare*, 181–186.
- Xu, Y., Stark, C. R., Ferket, P. R., Williams, C. M., & Brake, J. (2015). Effects of feed form and dietary coarse ground corn on broiler live performance, body weight uniformity, relative gizzard weight, excreta nitrogen, and particle size preference behaviors. *Poultry Science*, 94(7), 1549–1556. <https://doi.org/10.3382/ps/pev074>.
- Zaefarian, F., Abdollahi, M. R., & Ravindran, V. (2016). Particle size and feed form in broiler diets: impact on gastrointestinal tract development and gut health. *World's Poultry Science Journal*, 72(2), 277–290. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000222>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 6 de junho de 2022.**Aprovado:** 27 de junho de 2022.**Disponível online:** 26 de julho de 2022.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.