



## Granulometria do Milho em Rações de Crescimento de Frangos de Corte e seu Efeito no Desempenho e Metabolismo

*Corn Particle Size on Broiler Grower Diets and its Effect on Performance and Metabolism*

### ■ Código / Code

0103

### ■ Autor(es) / Author(s)

Ribeiro AML<sup>1</sup>  
Magro N<sup>1</sup>  
Penz Jr AM<sup>1</sup>

1 -Depto. de Zootecnia - Faculdade de Agronomia / UFRGS, Porto Alegre

### ■ Correspondência / Mail Address

Andréa Machado Leal Ribeiro

Depto. de Zootecnia - Faculdade de Agronomia/  
UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 7712  
91540-220 - Porto Alegre - RS - Brasil

E-mail:aribeiro@vortex.ufrgs.br

### ■ Unitermos / Keywords

granulometria, milho, frangos de corte  
*particle size, corn, broilers*

### RESUMO

Foram realizados dois experimentos para avaliar os efeitos da granulometria do milho das rações, expressa pelo diâmetro geométrico médio (DGM), 0,337; 0,574; 0,680; 0,778; 0,868 e 0,936mm, sobre o desempenho, o metabolismo energético e a morfologia intestinal (número e altura de vilosidades do duodeno) de frangos de corte machos, de 21 aos 42 dias de idade. No 1° experimento, partículas de 0,868 mm proporcionaram às aves maior consumo de ração, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. A altura das vilosidades intestinais não foi influenciada pelo DGM das dietas, mas aumentou com a idade das aves (21, 35 e 42 dias de idade). Não foi observado efeito da granulometria sobre a deposição de gordura abdominal ou sobre as proporções das partes da carcaça. O peso da moela esteve positivamente relacionado com o aumento da granulometria das dietas. No 2° experimento, as aves alimentadas com milho de 0,337 mm apresentaram menor consumo de energia metabolizável e maior excreção de energia bruta. A granulometria não influenciou na retenção de nitrogênio.

### ABSTRACT

*Two experiments were carried out to evaluate corn particle size, expressed by the average geometric diameter (AGD), 0.337; 0.574; 0.680; 0.778; 0.868 e 0.936mm on performance, energetic metabolism and intestinal morphology (villi height and crypts depth of duodenum) of 21 to 42 day-old male broilers. In the first experiment, particle size of 0.868 mm showed greater feed intake and weight gain and better feed conversion. Villi height was not affected by the AGD of the diets, but increased with the broilers age (21, 35 and 42 days of age). Abdominal fat deposition was not affected neither the proportion of carcass cuts. Gizzard weight was positively related with particle size. In the second experiment, feed with particle size of 0.337 mm led to a lower energy intake and greater gross energy excretion. Nitrogen retention was not affected by particle size.*



## INTRODUÇÃO

O assunto granulometria, na nutrição de aves, vem merecendo atenção por parte de produtores e nutricionistas. O tamanho, a forma e a estrutura das partículas de uma dieta irão influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a dispersibilidade dos nutrientes na massa da dieta, a densidade da mesma, a qualidade dos peletes, a fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, o transporte, o fornecimento da dieta nos comedouros e a energia consumida na moagem. A literatura mostra que moagens mais grosseiras de milho podem aumentar o rendimento em até 143%, com uma redução no consumo de energia elétrica de 61%, sem afetar a digestibilidade dos ingredientes da dieta nem o desempenho dos frangos de corte (Zanotto *et al.*, 1994; Bellaver *et al.*, 1998). Do ponto de vista morfológico, a textura do alimento é decisiva sobre o comportamento alimentar das aves. As aves têm preferência por partículas maiores que tamanho de seu bico (Moran, 1982) e possuem aversão a dietas pulverulentas. Essa preferência se sustenta na estrutura morfológica do bico, o qual possui mecanorreceptores que respondem ao estímulo de contato com o alimento de forma similar aos estímulos motivados pelo paladar e pelo olfato nos mamíferos. Da mesma forma, alterações do trato gastrintestinal, como tamanho e pH de moela e duodeno, bem como a velocidade de passagem pelo trato, podem ser observadas com o uso de diferentes granulometrias (Nir *et al.*, 1994; Lott *et al.*, 1992). Assim, a granulometria torna-se importante no consumo alimentar e na nutrição, uma vez que está diretamente relacionada com o desempenho animal e a redução do custo de produção. Esse trabalho teve por objetivo comparar desempenho, morfologia intestinal e metabolismo energético de dietas compostas por milho com diferentes granulometrias compondo a dieta de crescimento de frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, concomitantemente, no Laboratório de Ensino Zootécnico da UFRGS, com frangos de corte machos, da linhagem Ross. No experimento 1 (EXP 1), 432 aves foram avaliadas em desempenho e rendimento de carcaça, e no experimento 2 (EXP 2), 36 aves foram manejadas em gaiolas individuais para ensaio de metabolismo. Em ambos os experimentos, o

período experimental foi de 21 a 42 dias de idade. As aves aos 21 dias tiveram um peso médio de  $839g \pm 30g$ . Nos dois EXP foram testadas seis granulometrias de milho, classificadas com base no diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG), a saber: T1-milho com 0,337 de DGM e 1,9mm de DPG; T2- 0,574 e 2,0mm; T3-0,680 e 2,2mm; T4-0,778 e 2,3mm; T5-0,868 e 2,4mm e T6-0,936 e 2,4mm. Cada tratamento foi constituído de 6 repetições. No EXP 1, as repetições foram de 12 aves, criadas em gaiola de 0,72 m<sup>2</sup>, e no EXP 2, de 1 ave por gaiola de 0,1m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado nos dois EXP. As dietas foram idênticas em composição nutricional, apresentando 3050kcal EM/kg, 20% PB, 1,0% Ca, 0,45% P disponível, 0,85% Met+Cis e 1,05% Lis totais. As rações foram ofertadas na forma farelada. Alimento, água e luz foram oferecidos continuamente. O milho foi moído em moinho de martelos com diferentes peneiras. O farelo de soja teve DGM de 0,622mm em todos os tratamentos. As determinações de DGM e desvio padrão geométrico (DPG) foram feitas de acordo com as metodologias propostas por Pfof & Headley (1970, 1976). No EXP 1, semanalmente, foram avaliados mortalidade, consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar corrigida para mortalidade (CA). Aos 42 dias de idade, foram abatidas duas aves por repetição, com peso representativo da média da repetição. Os parâmetros avaliados foram: peso de peito com pele e osso, peso de perna e coxa com pele e osso, peso da gordura abdominal, peso da moela e peso de carcaça incluindo cabeça e pés. Para análise de micrometria intestinal, aos 21, 35 e 42 dias de idade, foi abatida uma ave por repetição e retirados 5 cm do duodeno proximal. Essa porção foi lavada com água deionizada e conservada em formol a 10%. O material coletado foi fixado em formalina tamponada a 10%. A solução foi composta por 100 mL de formaldeído 40%, 4 g de fosfato de sódio monobásico, 6,5 g de fosfato de sódio dibásico e 900 mL de água destilada em um litro. Os intestinos foram embebidos em parafina, cortados em lâminas de 2 a 5 micra e depois corados por hematoxilina-eosina e examinados em microscopia ótica. O tamanho e a contagem dos vilos foram feitos por micrometria com objetiva de 4 vezes (Prophet *et al.*, 1992).

No EXP 2, diariamente, a excreta foi coletada e guardada em câmara fria a -10° C. Ao final dos 21 dias do período experimental, a excreta foi seca em estufa de ar forçado a 60° C, por 72 horas, para determinar o teor de matéria parcialmente seca. Após moídas, as excretas e dietas foram analisadas para umidade,



proteína bruta, gordura bruta, cinzas, cálcio, fósforo e energia bruta (AOAC, 1984). Os parâmetros avaliados foram: consumo de energia metabolizável, excreção de EB, EM da dieta e retenção de nitrogênio. Os dados obtidos em ambos os experimentos foram submetidos à análise da variância e regressão utilizando o programa Statistix (1996) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados contidos na Tabela 1 mostram que houve diferenças de desempenho entre as dietas com diferentes granulometrias do milho. Pelo teste de médias, observa-se que a menor granulometria (0,337mm) determinou menor consumo de ração, menor ganho de peso e pior conversão alimentar das aves comparada com granulometrias acima de 0,778 mm (inclusive). A análise de regressão mostrou um efeito linear da granulometria nos parâmetros de desempenho ( $p < 0,01$ ), indicando que as aves respondem positivamente a maiores granulometrias e confirmando a preferência dos frangos por partículas maiores (Nir *et al.*, 1994; Portella *et al.*, 1988). Além do DGM, Nir *et al.* (1994) identificaram a importância da uniformidade das partículas nas dietas para frangos de corte mostrando que, quando o DPG aproximou-se de 2,00, as aves tiveram menor ganho de peso e pior conversão alimentar. No presente experimento, as maiores granulometrias também tiveram maiores DPG, porém esse fator não foi suficiente para influenciar negativamente o desempenho dos animais. Partículas maiores têm uma passagem pelo trato digestivo mais lenta, permitindo a ação enzimática dos sucos digestivos mais efetiva, aumentando o anti-peristaltismo e melhorando a disponibilidade dos nutrientes (Nir *et al.*, 1994). Esses autores observaram que dietas produzidas com partículas finas fluem mais rapidamente do estômago para o duodeno e para as demais partes do intestino delgado. Essa passagem mais rápida é acompanhada por acentuada atrofia da moela e por discreta hipertrofia do intestino delgado. No presente trabalho, o peso da moela também respondeu positivamente a maiores granulometrias, mostrando um efeito linear (Figura 1). O tamanho da moela está relacionado à massa muscular, que por sua vez é obtida através do trabalho mecânico da moela quando recebe partículas médias ou grossas para fazer a maceração dos alimentos. O trabalho mecânico faz com que

ocorra um maior desenvolvimento da musculatura lisa longitudinal da moela, que em frangos é constituída de dois pares musculares denominados músculos intermediários e laterais. Com o aumento da atividade mecânica, esses músculos sofrem hipertrofia e aumento da massa muscular pela maior atividade da moela. Isso permite respostas rápidas na contração da moela no momento do fluxo (moela-duodeno) e do refluxo (duodeno-moela) do bolo alimentar.

No que diz respeito à carcaça e partes, na Tabela 2 observa-se que a granulometria influenciou peso de carcaça, de peito, de coxa e perna, bem como rendimento de carcaça. Porém, não influenciou rendimento de peito, perna e coxa nem peso e rendimento de gordura abdominal. Os resultados mostram que o peso das partes correspondeu aos pesos corporais e que a granulometria não influenciou no crescimento diferenciado de algumas partes em relação a outras. Em função das aves terem ganho mais peso nos tratamentos compostos por milho de granulometrias maiores, era esperado que também tivessem maior teor de gordura abdominal (Lecznieski, 1997). No entanto, em função dessa característica ter alta variabilidade individual, nem a análise de variância, nem a análise de regressão mostraram esse efeito.

O número e a altura das vilosidades no duodeno das aves, independentemente da idade, alimentadas com dietas com diferentes granulometrias de milho, não foram estatisticamente diferentes entre si ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3). Ao contrário, a idade das aves influenciou tanto o número quanto a altura das vilosidades, embora a análise de regressão tenha demonstrado efeito linear somente para número de vilosidades, mostrando um aumento nesta característica com o aumento da idade. Esses resultados contrariam aqueles encontrados por Yamauchi & Isshiki (1991), que verificaram que o número de vilosidades diminuiu com o aumento da idade de frangos de corte e poedeiras.

## Experimento 2

A análise de variância mostrou diferenças entre os tratamentos ( $p < 0,0001$ ) para CR, GP e CA (Tabela 4). As aves consumindo dietas com milho de 0,337 mm tiveram menor CR, menor GP, e pior CA. Quando foi empregada a análise de regressão, foi verificado um efeito quadrático da granulometria no CR e GP, diferentemente do EXP 1, e um efeito linear na CA. Calculando-se o ponto máximo para GP, chegou-se ao valor de granulometria de 0,817 mm. Observa-se que frangos alimentados com milho variando o DGM de



0,778 a 0,868mm apresentaram os maiores consumos de ração. À semelhança do trabalho de Lott *et al.* (1992), que observou DGM de 1,19mm prejudicando o desempenho de frangos, nesse trabalho, o efeito quadrático observado indica que partículas maiores podem influenciar negativamente consumo e ganho de peso. No entanto, CA teve um comportamento linear, melhorando com o aumento das partículas.

Quanto às variáveis de metabolismo, a análise de variância mostrou que as dietas com granulometria igual ou superior a 0,574 mm proporcionaram um aumento no consumo de energia metabolizável quando comparadas com a dieta de 0,337 mm ( $p < 0,002$ ) (Tabela 5). A análise de regressão mostrou um efeito quadrático para consumo de EM. Esse efeito está relacionado com a diminuição na ingestão de energia nos frangos que receberam a dieta com milho de 0,936mm. Os frangos que receberam a dieta com 0,337 mm excretaram mais energia bruta, porém não mostraram diferenças estatísticas em relação ao tratamento com milho de 0,778mm. As dietas que efetivamente diferenciaram-se entre si em EM foram a de 0,337 e 0,574 mm, embora todas as dietas com

DGM acima de 0,337 tenham tido maior energia metabolizável que a primeira. Esse fenômeno pode ter sido ocasionado pela maior velocidade de passagem do alimento finamente moído da moela para o duodeno e pelo intestino delgado, observação feita por NIR *et al.* (1994). Isto pode dificultar a ação dos sucos digestivos na moela e a ação enzimática no intestino delgado dos frangos, podendo reduzir a digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes para a posterior absorção. Não houve efeito significativo da granulometria sobre a percentagem do nitrogênio retido ( $p > 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

Granulometrias do milho superiores a 0,337 mm não mostraram diferenças no que diz respeito a desempenho, rendimento de carcaça e energia metabolizável da dieta. No entanto, observou-se que a melhor granulometria pela comparação de médias foi a de 0,868 mm. A altura e o número de vilosidades da porção proximal do duodeno não foram afetados pelo DGM das partículas de milho.

**Tabela 1** – Efeito da granulometria no consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso da moela (PM) dos frangos de corte (EXP 1).

Granulometrias do milho (mm)	CR (g) <sup>1</sup>	GP (g) <sup>2</sup>	CA (g/g) <sup>3</sup>	PM (g)
0,337	3119 b	1413 b	2,210 a	26 d
0,574	3167 ab	1510 ab	2,100 ab	36 bc
0,680	3179 ab	1543 ab	2,107 ab	35 c
0,778	3302 a	1569 a	2,106 b	41 ab
0,868	3312 a	1641 a	2,018 b	42 a
0,936	3227 ab	1566 ab	2,061 b	43 a
Probabilidade	0,014	0,0005	0,005	0,0001
C.V. (%)	3,2	4,9	3,7	12,8

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

1 -  $Y = 283,35X + 3020,4$ ;  $R^2 = 0,23$ ;  $p < 0,003$

2 -  $Y = 315,77X + 1320,5$ ;  $R^2 = 0,42$ ;  $p < 0,0001$

3 -  $Y = -0,2602X + 2,2749$ ;  $R^2 = 0,31$ ;  $p < 0,001$



**Tabela 2** – Peso (PC) e rendimento de carcaça (RC), peso (PP) e rendimento de peito (RP), peso e rendimento de coxa/perna (PC/P, RPC/P) e peso e rendimento de gordura abdominal (GAB, RGAB) de frangos aos 42 dias de idade alimentados com dietas de diferentes granulometrias (DGM) (Experimento 1).

DGM (mm)	PC (g)*	RC (%)	PP (g)	RP** (%)	PC/P(g)	RC/P (%)	GAB (g)	RGAB (%)
0,337	1808b	83,61b	457 b	24,0	470b	25,1	47	2,51
0,574	1908ab	84,39ab	486ab	25,0	513a	26,2	45	2,29
0,680	1923a	84,93a	494ab	25,0	496ab	25,2	48	2,43
0,778	1926a	85,01a	484ab	24,5	501ab	25,3	49	2,49
0,868	1967a	85,15a	506a	25,0	509ab	25,2	49	2,43
0,936	1923a	84,83a	476ab	24,0	515a	26,0	48	2,44
Prob	0,0019	0,0014	0,0198	NS	0,0151	NS	NS	NS
C.V.(%)	4,6	1,1	7,0	5,3	6,6	6,2	25,1	25,5

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

\* Peso de carcaça inclui cabeça e pés.

\*\* Rendimento da parte: peso da parte/peso da carcaça.

**Tabela 3** – Efeito da granulometria da dieta (DGM) e da idade das aves no número e na altura dos vilos do duodeno (Experimento 1).

DGM (mm)	Número de vilosidades	Altura de vilosidades (mm)
0,337	55,2	19,7
0,574	55,3	20,4
0,680	54,1	20,6
0,778	57,2	20,4
0,868	54,2	21,0
0,936	55,3	20,5
Idade das aves		
21	47,4c	19,9b
35	56,8b	21,3a
42	61,4a	20,0b
Probabilidade		
DGM	NS	NS
Idade das aves	0,001	0,001
CV(%)	7,1	8,4

Efeito linear para idade das aves em relação ao n° de vilosidades  $NV = 33,28 + 0,67X$ ,  $R^2 = 0,67$  ( $p < 0,0001$ ).



**Tabela 4** – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da granulometria da dieta (DGM) (Experimento 2).

DGM (mm)	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)
0,337	2970 b	1303 b	2,28 a
0,574	3148 a	1458 a	2,16 ab
0,680	3154 a	1493 a	2,11 b
0,778	3199 a	1457 a	2,19 ab
0,868	3198 a	1530 a	2,09 b
0,936	3151 a	1483 a	2,12 ab
Probabilidade	0,0001	0,0001	0,0159
C.V. (%)	2,36	4,54	4,19

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Efeito quadrático para CR:  $CR = 2514 + 1720,4x - 1096,6x^2$ ,  $R^2 = 0,55$ ;  $p < 0,002$ .

Efeito quadrático para GP:  $GP = 1023 + 1137,5x - 696,6x^2$ ,  $R^2 = 0,42$ ;  $p < 0,01$ .

Efeito linear para CA:  $CA = 2,28 - 0,156x$ ,  $R^2 = 0,09$ ;  $p < 0,003$ .

**Tabela 5** – Efeito da granulometria das dietas (DGM) sobre a energia metabolizável consumida (EMc), energia bruta das excretas (EBe), energia metabolizável das dietas (EMn) e nitrogênio retido (NR) (Experimento 2).

DGM (mm)	EMc(kcal)	EBe(kcal)	EMn(kcal/kg)	NR (%)
0,337	8805 b	3977 a	2942 b	65,12
0,574	9534 a	3854 b	3029 a	66,88
0,680	9414 a	3831 b	2985 ab	67,99
0,778	9426 a	3885 ab	2947 ab	68,02
0,868	9552 a	3850 b	2988 ab	67,99
0,936	9237 a	3873 b	2931 b	68,25
Probabilidade	0,001	0,003	0,01	0,240
C.V. (%)	2,62	1,50	1,62	3,66

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Efeito quadrático para EMc:  $EMc = 7026,1 + 6971,3x - 4865x^2$ ,  $R^2 = 0,49$  ( $p < 0,0002$ ).

Efeito quadrático para EBe:  $EBe = 4284 - 1199x + 818,8x^2$ ,  $R^2 = 0,37$  ( $p < 0,01$ ).

Efeito quadrático para EMn:  $EMn = 2750,9 + 804,9x - 650x^2$ ,  $R^2 = 0,20$ , ( $p < 0,01$ ).

Efeito linear para NR:  $NR = 63,8 + 5,17x$ ,  $R^2 = 0,17$ , ( $p < 0,01$ ).

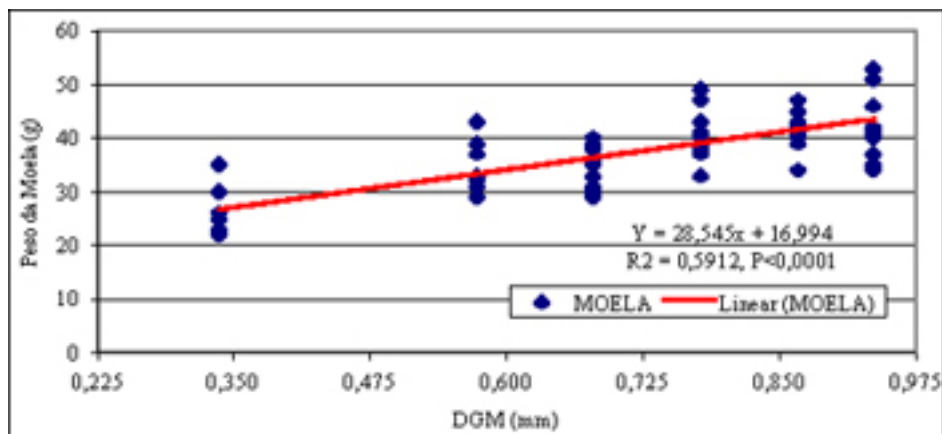


Figura 1 - Efeito da granulometria do milho no peso de moela de frangos de corte (experimento 1).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington; 1984; 1094p.

Bellaver C, Zanotto D, Brum P. In: Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para aves e suínos. Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves CNPSA/EMBRAPA - Concórdia, 1998; 26-47p.

Leczniwski JL. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça, a utilização e a retenção da energia líquida de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade. Porto Alegre.1997. [Dissertação de Mestrado em Agronomia – Zootecnia]. 108p.

Lott BD, Day EJ, Deaton JW, May D. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. Poultry Science 1992; 71:618-624.

Moran Jr ET. Comparative nutrition of the fowl and swine. The Gastrointestinal Systems. University of Guelph, Guelph, Ontário, Canada, 1982.

Nir I, Shefet Y, Aroni G. Effect of particle size on performance. I. corn. Poultry Science 1994; 73: 45-49.

Pfost HE, Headley V. Methods of Determining and Expressing Particle Size. In: Feed Manufacturing Technology, Kansas; 1970; 512 - 519.

Pfost HE, Headley V. Methods of Determining and Expressing Particle Size. In: Feed Manufacturing Technology II – Appendix C. Am. Feed Manufacturing Assoc., Arlington; 1976.

Portela FJ, Caston LJ, Lesson S. Apparent feed particle size preference by broilers. Canadian Journal of Animal Science 1988; 66: 923-930.

Prophet EB, Mills B, Arrington JB, Sobin LH. Laboratory methods in histotechnology. Armed Forces Institute of Pathology. American Registry of Pathology, Washington, 1992. 279p.

Statistix for windows: user's manual. Tallahassee, Fl.: Analytical Software, 1996. 333p.

Yamauchi KS, Isshiki Y. Post-Hatching Development Changes in the Ultrastructure of the Duodenal Absorptive Epithelial Cells in 1, 10 and 60-D-Old Chickens, With Special Reference to Mitochondria. Katagana University, Miki-Cho, Kagana-Ken, Japan; 1991; 761p.

Zanotto DL, Albino LFT, Brum P. Efeito do grau de moagem no valor energético do milho para frangos de corte. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Maringá. Anais... Maringá: SBZ, 1994; 57p.