

EFEITO DE NÍVEIS DE PROTEÍNA E GORDURA DA DIETA NA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS ESTRESSADOS POR CALOR ¹

CHRISTINE LAGANA², ANDRÉA MACHADO LEAL RIBEIRO³, ALEXANDRE DE MELO KESSLER³, LILIAN RIBEIRO KRATZ³,
CÁTIA CHILANTI PINHEIRO³

¹Parte da tese apresentada pelo primeiro autor a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recebido para publicação em 22/08/05. Aceito para publicação em 20/12/05.

²Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 01, CEP 13910-000, Monte Alegre do Sul, SP. E-mail: christine@aptaregional.sp.gov.br

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa postal 776, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS.

RESUMO: A pesquisa teve como objetivos verificar o efeito de dietas com mais gordura (2,4 vs 4,0%) e menos proteína bruta (19,5 vs 18,5%) no rendimento de gordura abdominal de frangos de corte de 21 a 42 dias submetidos a estresse cíclico por calor (25-32°C) e verificar o efeito direto do calor no rendimento de gordura abdominal das aves, na situação de consumo pareado. Utilizou-se um fatorial 2x2+2, sendo os fatores dois ambientes - termoneutro (21-25°C e UR 73%) e estresse cíclico por calor (25-32°C e UR 65%), e dois tipos de dieta - controle (2,4% gordura e 19,5% proteína) e verão (4,0% de gordura e 18,5% de proteína com suplementação de Lys e Met + Cys ao nível da dieta controle). No ambiente termoneutro, foram criados mais dois tratamentos, nos quais as aves receberam dieta em quantidade pareada com as aves do estresse por calor, para ambos os tipos de ração. O abate dos animais foi realizado aos 42 dias, para todos os tratamentos. Após a pesagem das aves para se determinar o rendimento de carcaça, a gordura abdominal foi retirada manualmente, pesada e em seguida foi calculada a porcentagem de gordura abdominal na forma de rendimento, isto é, peso da gordura dividido pelo peso da carcaça. A dieta com 1,6% a mais de gordura e 1% a menos proteína não influenciou no rendimento de gordura abdominal das aves. Nos tratamentos com consumo equalizado, a temperatura do ambiente não fez com que as aves tivessem rendimento de gordura abdominal diferente.

Palavras-chave: estresse por calor, frango de corte, gordura, gordura abdominal, proteína

EFFECTS OF PROTEIN AND FAT DIET LEVEL ON THE ABDOMINAL FAT IN CHICKEN STRESSED BY HIGH TEMPERATURE

ABSTRACT: This research aimed to verify the effect of two nutritional profiles with more fat (2.4 x 4.0%) and less crude protein (19.5 x 18.5%) in the abdominal fat of broilers with 21 to 42 days submitted to cyclic heat stress (25-32°C). The direct effect of heat in the abdominal fat of the birds in a pair feeding consumption treatment was also verified. The factorial 2x2+2 was used, being the factors two environments - thermoneutral (21-25°C and UR 73%) and cyclic heat stress (25-32°C and UR 65%), and two diet profiles - control (2.4% fat and 19.5% protein) and summer (4.0% fat and 18.5% protein) with supplement of Lys and Met + Cys to the level of the control diet. Two treatments were applied in the thermoneutral environment: broilers received paired feeding diet with the birds stressed by heat, for both kinds of ratio. The animals were slaughtered in the 42nd day of treatment. After weighted and slaughtered, their abdominal fat was removed and weighted. The yield was calculated as fat weight by carcass weight. The diet with 1.6 % more fat and 1% less protein did not interfere with the abdominal fat yield. In the equalized consumption treatment, the environmental temperature did not influence the abdominal fat yield.

Keywords: heat stress, broilers chicken, fat, abdominal fat, protein

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos, especialmente na genética e na nutrição, têm feito com que o frango de corte atual tenha uma taxa de crescimento corporal alta, o que determina um aumento na demanda sanguínea tecidual, devido à alta taxa metabólica (MACARI *et al.*, 2004).

MORGAN (1990) e CZARICK e TISON (1990) concluíram que a primeira resposta da ave ao estresse por calor (EPC) é o decréscimo no consumo de alimentos, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produção e o seu bem-estar. A segunda resposta é a perda de água do organismo, levando à desidratação.

A queda na produção geralmente progride com a idade sendo que o frango diminui sua capacidade em lidar com uma soma de processos gerados pelo calor. O ganho de peso corporal diminui, o conteúdo de gordura aumenta, enquanto que a umidade e a proteína diminuem (HOWLINDER e ROSE, 1987). DEATON *et al.* (1968) constataram uma pior conversão alimentar para aves adultas, submetidas a temperaturas variando ciclicamente de 23,9 a 35°C, quando comparadas com as aves em microclima estável de 21,1°C. Estas mudanças são o resultado de várias adaptações físicas e metabólicas do frango em se adaptar e sobreviver.

Aumentos na proteína e na energia da dieta, para compensar a redução no consumo são freqüentemente recomendados no EPC. Tem sido indicado substituir carboidratos por gordura, como fonte energética e assegurar um perfil adequado de aminoácidos. O uso de gordura no lugar de carboidrato se justifica pelo fato de que a gordura, entre todos os nutrientes, tem o menor incremento de calor (9%), sendo o incremento calórico da proteína de 26% (RIBEIRO e LAGANÁ, 2002).

DALE e FULLER (1980) observaram efeitos menos adversos de altas temperaturas sobre o ganho de peso quando 27,5% da energia metabolizável (EM) da dieta foi suprida por gordura (adição de 8% vs 2,25%). Os mesmos autores constataram que, quando as aves foram impostas a estresse cíclico pelo calor, a taxa de crescimento foi melhorada devido à gordura adicionada na ração. O mesmo não aconteceu quando as aves foram submetidas à estresse crônico.

Nos últimos anos, a indústria de frangos de corte tem estado mais atenta aos problemas criados pela gordura excessiva da carcaça das aves (JONES e Wiseman, 1985). Um dos problemas com relação a gordura abdominal é a perda durante o processo de abate (LEENSTRA, 1986). Existe uma grande importância do rendimento de carcaça e das partes para viabilidade econômica da produção de frangos e uma escassez de informações sobre estas características (MENDES *et al.*, 1993).

À medida que aumenta a idade da ave ocorre um aumento na quantidade de proteína e gordura e uma diminuição na umidade e cinzas da carcaça, tanto em machos como em fêmeas. Quanto ao efeito do sexo, vários autores encontraram maiores percentagens de umidade e proteína e menores de gordura na carcaça para os machos que para as fêmeas, enquanto os teores de cinzas foram similares. Ao se aumentar o nível de energia da dieta, ocorre um aumento na concentração de gordura da carcaça e uma diminuição na umidade, enquanto a proteína aparentemente não é afetada. Esse aumento no nível de gordura da carcaça também ocorre com o aumento na quantidade de gordura da dieta, independente do aumento no nível de energia da dieta. Também existe uma correlação positiva entre a relação energia-proteína da dieta e a quantidade de gordura da carcaça e inversa com a proteína e a umidade. O frango de corte atual possui cerca de 2% de gordura abdominal em relação ao seu peso vivo. Além disso, essa característica apresenta uma alta correlação com a gordura total da carcaça. Quanto ao sexo, está bem estabelecido, na literatura, que as fêmeas acumulam mais gordura que os machos. Isso está relacionado com a presença de hormônios e com o maior metabolismo apresentado pelos machos. Além disso, na fase final de criação, a proporção de gordura acumulada pelas fêmeas é sempre maior que nos machos, independentemente do nível de energia da ração utilizada. Com isso, torna-se interessante abater as fêmeas mais precocemente que os machos a fim de minimizar o problema de acúmulo de gordura. Entretanto, deve-se salientar que a nutrição afeta a quantidade de gordura abdominal de uma maneira diferente, de acordo com o sexo (MENDES, 1992).

Com a finalidade de apresentar alternativas para reduzir os efeitos do estresse por calor, o presente estudo teve os seguintes objetivos: a) verificar a influência de dietas com mais gordura e menos proteína bruta no rendimento de gordura abdominal de

frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor (25-32°C); b) verificar o efeito direto da alta temperatura ambiental no rendimento de gordura abdominal, na situação de consumo pareado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico da UFRGS. Foram utilizados 288 pintos machos, Ross, de 21 dias de idade, distribuídos em blocos de três categorias de peso – leves (700 a 770 g), médios (771 a 870 g) e pesados (871 a 940g), em esquema fatorial 2 x 2 + 2, com seis repetições de 8 aves cada. O fatorial foi constituído de dois ambientes descritos no Quadro 1- ATN (ambiente com temperatura controlada) e EPC (estresse por calor cíclico)- e dois tipos de dieta- dieta controle e dieta verão (Quadro 2). No ATN, foram criados mais dois tratamentos, nos quais as aves foram submetidas à restrição alimentar, mantendo o mesmo consumo das aves em EPC, para ambos os tipos de ração. A ração de verão conteve 1,6% a mais de óleo e 1% a menos de PB que a controle, mantendo a mesma energia, mesmo nível de Lys e Met+Cys e mesma suplementação vitamínico-mineral.

Quadro 1. Descrição da temperatura e umidade relativa nos ambientes ATN e EPC

Temperatura e Umidade relativa	Ambiente				
	ATN		EPC		
Tempo de exposição por dia (h)	24	12	3	6	3
Temperatura (°C)	21-25	25	25-32	32	32-25
UR média (%) 21 a 28 dias	65	65	65	65	65
UR média (%) 28 a 42 dias	81	65	65	65	65

Os tratamentos foram assim distribuídos: T1- EPC, dieta controle; T2- EPC, dieta verão; T3- ATN, dieta controle, à vontade; T4- ATN, dieta verão, à vontade; T5- ATN, dieta controle, consumo equalizado com T1; T6- ATN, dieta verão, consumo equalizado com T2.

Para equalizar o consumo dos tratamentos T5 e

T6 com os tratamentos T1 e T2, diariamente foi calculado o consumo dos últimos e a quantidade de ração consumida foi ofertada aos primeiros dois tratamentos no dia seguinte.

Quadro 2. Composição em ingredientes e nutricional das dietas experimentais para os frangos de corte de 21-42 dias

	Dieta controle	Dieta Verão
Ingrediente		
Milho	64,1	61,12
Farelo de soja (46%)	29,5	27,7
Óleo de soja	2,4	4,00
Calcário	1,47	1,42
Fosfato bicálcico	1,63	1,67
Sal	0,46	0,49
Suplemnto vitamínico	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,1	0,1
Hidróxi-Análogo de Metionina	0,26	0,30
Colina	0,03	0,05
Caulim	–	3,10
Nível nutricional		
EM (kcal kg ⁻¹)	3100	3100
PB (%)	19,5	18,5
Lys	1,14	1,14
Met + Cys	0,83	0,83
Arg	1,27	1,20
Thr	0,75	0,71
Trp	0,24	0,23
Relação Arg:Lys	1,11	1,05
Ca	0,95	0,95
P disp	0,42	0,42

¹Suplemento vitamínico (Conteúdo por kg/ração) Vit. A. 10.000 UI; Vit D3 3.000 UI; Vit E 60 mg; Vit K3 3 mg; Vit B1 3 mg; Vit. B2 8 mg; Vit B6 4 mg; Vit B12 0,014 mg; Ácido Pantotênico 20 mg; Niacina 50 mg; Ácido Fólico: 2 mg; Biotina 0,15 mg.

²Suplemento mineral (Conteúdo por kg/ração) : Fe 40 mg; Zn 80 mg; Mn 80 mg; Cu 10 mg; I 0,7 mg; Se 0,3 mg.

³níveis calculados baseados em Rostagno *et al.* (2000)

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar de cada ambiente foi feito por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e de máxima e mínima, marca Incotherm, colocados à altura intermediária das gaiolas. O programa de luz adotado durante o experimento foi contínuo (24 horas de luz artificial/dia).

As aves foram pesadas no início do período experimental e, semanalmente, para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi calculado considerando a ração fornecida e as sobras nos

comedouros e desperdícios. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

O abate dos animais foi realizado aos 42 dias, para todos os tratamentos. Após a pesagem das aves para se determinar o rendimento de carcaça, a gordura abdominal foi retirada manualmente, pesada e em seguida foi calculada a porcentagem de gordura abdominal na forma de rendimento, isto é, peso da gordura em relação ao peso da carcaça.

As análises de variância foram realizadas por meio do procedimento GLM (General Linear Models) do SAS. Para verificar significância entre as médias, foi utilizado o LSMeans do SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o peso relativo da gordura abdominal foi similar nas aves em ambos os ambientes e considerando ainda o EPC como uma forma de restrição alimentar, os resultados estão de acordo com os obtidos por YU *et al.* (1990) e ZUBAIR e LEESON (1994), que observaram que a realimentação após um período de restrição teve como resultado aves com gordura abdominal similar às aves sem restrição (Quadro 3). Por outro lado, segundo BAZIZ *et al.* (1996), o metabolismo basal e a atividade física

das aves são reduzidos no calor, o que poderia resultar em maior quantidade de energia, disponível para o crescimento. Essa energia extra seria armazenada essencialmente como gordura abdominal em suínos e gordura subcutânea e abdominal em aves. FURLAN *et al.* (2001) avaliando o efeito da restrição alimentar e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte, observou que o peso relativo da gordura abdominal das aves restritas foi significativamente reduzido quando comparado ao das aves alimentadas *ad libitum*. Segundo ZUBAIR e LEESON (1996), a hipertrofia dos adipócitos seria a responsável pelo aumento da gordura abdominal em frangos após a realimentação. Esses dados sugerem que após um período de restrição alimentar, os frangos repõem a energia utilizada durante a restrição alimentar, fazendo a partição dos nutrientes e aumentando a lipogênese e a deposição de gordura nos adipócitos. No atual experimento, não houve um período de realimentação, já que a restrição alimentar teve a intenção de parear consumo com as aves estressadas por calor. Os diferentes tipos de dieta também não tiveram influência na porcentagem de gordura abdominal, contrariando os resultados obtidos por COSTA *et al.* (2001) em que as aves que receberam mais proteína na ração (18,0; 18,5; 19,0 e 19,5%) depositaram significativamente menos gordura que aquelas que receberam 17,50% de proteína bruta. Uma redução mais severa na quantidade de proteína bruta talvez deixasse mais claro os resultados encontrados.

Quadro 3: Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo¹ (%) de gordura abdominal, no peso médio, no ganho de peso e na mortalidade de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Aves com Consumo à Vontade (<i>ad libitum</i>)				
	Rendimento de Gordura Abdominal (%)	Peso Médio (kg)	Ganho de Peso (kg)	Mortalidade (%)
Ambiente				
EPC	1,21	2,37b	1,58b	8,63a
ATN	1,32	2,50a	1,72a	0b
P	0,28	0,003	0,0008	0,03
Dieta				
Verão	1,32	2,41	1,63	2,08
Controle	1,21	2,45	1,67	6,55
P	0,35	0,28	0,27	0,23
CV%	22,4	3,8	4,8	9,3

¹ O rendimento de gordura abdominal é em relação ao peso de carcaça¹

² Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si

As aves do EPC também tiveram menor ganho de peso ($P < 0,005$) do que as aves do ATN, justificando pela redução no consumo alimentar, e chegaram ao final do experimento com peso médio 6% abaixo do peso das aves do ATN, valores que se assemelham com os encontrados por RIBEIRO *et al.* (2001), de 9%, que também submetem as aves a estresse por calor cíclico, porém, por maior período (21 a 56 dias).

A mortalidade dentro dos tratamentos que receberam ração à vontade apresentou diferença significativa ($P < 0,03$) para o efeito ambiente, tendo morrido 8,6% das aves em EPC e nenhuma no ATN. Segundo Ito (2002), com o aumento da temperatura corporal acima de 42°C ocorre a morte por calor. A perda de dióxido de carbono na ofegação, ocorrente em altas temperaturas, resulta em vários níveis de alcalose respiratória, o que por sua vez leva a um desequilíbrio de água, eletrólitos e íons hidrogênio.

Cada uma dessas situações de desequilíbrio pode também levar à mortalidade (HARRISON, 1995).

Quando comparadas as aves em ambientes distintos (ATN e EPC) e com o mesmo consumo, pode ser observado que o peso relativo da gordura abdominal não foi afetado pelo calor (Quadro 4). Contrariamente, FURLAN *et al.*, (2001) verificaram que temperatura ambiente pode afetar a deposição de gordura corporal. Segundo os autores, frangos mantidos nas temperaturas ambientes quente e termoneutra apresentaram maiores quantidades de gordura abdominal quando comparadas às de aves mantidas na temperatura fria. Segundo HOWLIDER e ROSE (1987), frangos apresentam aumento de 0,81 % na gordura abdominal para cada grau centígrado de incremento na temperatura ambiente. Resultados semelhantes foram encontrados por GERAERT *et al.* (1996) que observaram maior deposição de gordura em aves mantidas em condições de temperatura elevada (32°C).

Quadro 4. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo¹ (%) de gordura abdominal, no peso médio, no ganho de peso e na mortalidade de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

	Aves com Consumo Equalizado			
	Rendimento de Gordura Abdominal (%)	Peso Médio (kg)	Ganho de Peso (kg)	Mortalidade (%)
Ambiente				
EPC	1,21	2,37	1,58	8,63 a
ATN	1,13	2,33	1,54	0 b
P	0,29	0,25	0,34	0,03
Dieta				
Verão	1,23	2,35	1,56	1,87
Controle	1,12	2,35	1,55	6,55
P	0,17	0,88	0,84	0,23
CV%	15,9	3,4	5,3	9,6

¹ O rendimento de gordura abdominal é em relação ao peso de carcaça¹

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si

As diferentes dietas também não interferiram nos resultados, contrariando LEENSTRA, (1986) que afirmou existir relação entre idade e a composição da dieta na deposição de gordura na carcaça. No entanto, é importante observar os elevados coeficientes de variação. Para maior exatidão dos resultados seria necessário pesquisa posterior para averiguar a gordura da carcaça.

É possível notar que não houve diferença signi-

ficativa entre os tratamentos para peso vivo e ganho de peso, contrariando os resultados obtidos por DALE e FULLER (1980) e GERAERT *et al.* (1996) que mesmo igualando o consumo, observaram que as aves submetidas ao estresse por calor não tiveram a mesma taxa de crescimento das aves mantidas em ambiente termoneutro.

A mortalidade apresentou valor significativamente maior para as aves do EPC ($P < 0,03$) quando

comparadas às do ATN. Em todo o experimento, a mortalidade foi maior no grupo de aves criados no calor independentemente do tipo de dieta consumida.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais descritas e de acordo com os dados obtidos nesse trabalho pode-se concluir que dietas com 1,6% a mais de gordura e 1% menos proteína bruta não afetaram a porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor. O efeito direto da alta temperatura ambiental, assim como o consumo restrito de ração, também não influenciaram o rendimento de gordura abdominal na carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZIZ, H.A. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v.75, n.4, p.505-513, 1996.
- COSTA, F.G.P. et al. Dietary crude protein levels for broilers chickens from 1 to 21 and 22 to 42 days of age. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.1498-1505, 2001
- CZARICK, M.; TISON, B.L. Reflective roof coatings on commercial laying houses. **Transaction ASAE**, St. Joseph, v. 90, p.4512, 1990.
- DALE N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. constant x cycling temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.9, p.1431-1441, 1980.
- DEATON, J.W.; REECE, F.N.; VARDAMAN, T.H. The effect of temperature and density on broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v.47, n.2, p.293-300, 1968.
- FURLAN, R.L. et al. Effect of early quantitative feed restriction and environmental temperature on viscera growth and compensatory gain of broiler chickens. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, p.1-7, 2001.
- GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal Nutrition**, Bethesda, v.75, p.195-204, 1996.
- HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.43, n.2, p.228-237, 1987.
- ITO, N.M.K. **Manejo e prevenção das doenças dos frangos de corte na época do verão**. São Paulo: Elanco Saúde Animal, 2002. 45 p. (Manual técnico).
- JONES, R.L.; WISEMAN, J. Effect of nutrition on broiler carcass composition: Influence of dietary energy content in the starter and finisher phases. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 26, p. 381-388, 1985.
- LEENSTRA, F.R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens - a review. **World's Poultry Science Journal**. v.42, p.12-24, 1986.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, 2004. p.137-156.
- MENDES, A.A. Características de interesse industrial das principais linhagens de corte criadas no Brasil. In: **Industrialização da Carne de Frango**. Campinas: ITAL/CTC, 1992. p.1-21, 1992.
- MENDES, A.A. et al. Efeitos do nível nutricional da dieta e do sexo sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.22, p. 473-480, 1993.
- MORGAN, W.E. Heat reflective roof coatings. **Transaction ASAE**, v.90, p.4513, 1990.
- RIBEIRO, A.M.L.; PENZ, A.M.; TEETER, R. Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid and DL-Methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. **Journal Applied Poultry Research**, v. 10, n.4, p.419-426, 2001.
- RIBEIRO, A. M. L.; LAGANÁ C. Estratégias nutricionais para otimizar a produção de frangos de corte em altas temperaturas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002, Cuiabá. **Resumos....** Cuiabá: ENIPEC, 2002. CD-ROM.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** : composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- SAS. **SAS (2001) User's Guide (8.2)**. Statistical Analysis System Institute. Cary: 2001.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride, and potassium carbonate. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.11, p.1777-1781, 1986.

YU, M.W. et al. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.11, p.2074-2081, 1990.

ZUBAIR, A.K., LEESON, S. Changes in body composition and adipocyte cellularity of male broilers subjected to varying degrees of early-life feed restriction. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.719-728, 1996.

ZUBAIR, A.K.; LEESON, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.129-136, 1994.