



# Utilização da Energia de Dietas para Frangos de Corte Formuladas com Óleo Ácido de Soja

## *Energy Utilization of Broiler Feeds Formulated with Acidulated Soybean Soapstock*

### ■ Código / Code

0112

### ■ Autor(es) / Author(s)

Vieira SL<sup>1</sup>  
Ribeiro AML  
Kessler AM  
Fernandes LM  
Ebert AR  
Eichner G

1 - Depto. de Zootecnia - UFRGS

De onde são os outros ??

### ■ Correspondência / Mail Address

Sergio L. Vieira

Depto. de Zootecnia - UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 7712  
91540-000 - Porto Alegre - RS - Brasil

E-mail: slvieira@ufrgs.br

### ■ Unitermos / Keywords

ácidos graxos livres, energia, frango de corte, gordura, óleo ácido de soja

*acidulated soapstock, broiler, energy, fat, energy*

### ■ Observações / Notes

Projeto subvencionado parcialmente pela FAPERGS.

### RESUMO

O produto comercialmente chamado "óleo ácido de soja", resulta da acidificação da borra residual do processo de refino do óleo de soja. Este tem sido muito utilizado na indústria de rações animais, ainda que com vários questionamentos a cerca de sua eficiência, tais como a adulteração com outros ácidos graxos de baixo valor nutricional, nível de peroxidação, presença de impurezas, e valores energéticos não confiáveis. Neste estudo, foi avaliado o desempenho de frangos de corte consumindo dietas contendo óleo de soja ou óleo ácido de soja nos níveis de 4 e 8% ou a mistura das duas fontes em partes iguais de 2 e 4% cada. Essas dietas foram fornecidas para frangos de corte alojados em baterias climatizadas a partir dos 7 dias de idade. As aves que receberam misturas equivalentes de óleo ácido de soja e óleo de soja apresentaram menor peso corporal no final do experimento (aos 42 dias) quando comparadas com aquelas que consumiram apenas óleo ou óleo ácido de soja, independentemente do nível adicionado. O nível de inclusão de óleo de soja ou óleo ácido de soja não influenciou o peso final das aves. Foi verificado maior consumo de ração pelos animais que receberam dietas de menor nível de inclusão, o que contribuiu para piorar a conversão alimentar dos mesmos. O óleo ácido de soja demonstrou ser uma fonte energética alternativa de alto potencial econômico para uso em dietas comerciais para frangos de corte, apresentando valor energético de 8.114 kcal EMAn/kg de MS, valor 5% inferior ao determinado para o óleo de soja degomado.

### ABSTRACT

*Acidulated soapstock, a by-product from the vegetable oil industry has been widely used in poultry nutrition. It is produced by the acid treatment of the residue left after refining vegetable oils. Several concerns exist on the use of this product, such as: adulteration, peroxidation, impurity, and uncertain energetic value. The current experiment focused on the use of the acidulated soapstock in broiler feeds compared with soybean oil. Feeds formulated with 4 and 8% added acidulated soapstock or soybean oil or their mixture in the ratios of 2 : 2 and 4 : 4 % were given to 7 day-old broiler chicks to 42 days of age placed in heated batteries. Birds receiving the diets with acidulated soapstock plus soybean oil had lower body weight at the end of the experiment when compared with birds on the treatments exclusively prepared with acidulated soapstock or soybean oil. This response was independent of the level of oil inclusion. Birds on the lower inclusion level consumed more feed, regardless of the oil source and showed poorer feed conversions, but did not show reduction in body weight when compared to the higher level of inclusion.*



*Acidulated soapstock demonstrated an excellent potential as an energy supplement to be used in broiler feeds and had its energetic value determined as 8.114 kcal EMAn/kg DM, 5% below the value determined for soybean oil.*

## INTRODUÇÃO

O "óleo ácido de soja", conhecido genericamente como "ácidos graxos livres de soja", é obtido após a acidificação da borra resultante do processo de refino do óleo de soja. Este possui em torno de 70% de ácidos graxos na forma livre, enquanto que no óleo de soja refinado essa proporção é de apenas 1% (Lipstein & Bornstein, 1968). Devido ao seu baixo custo, esse produto tem sido largamente utilizado como suplemento energético pela indústria de rações para animais. Entretanto, vários questionamentos cercam a validade e a eficiência de sua utilização, entre eles: a falta de consistência da composição de ácidos graxos nos produtos comerciais disponíveis, que muitas vezes sugere adulteração pela inclusão de outros produtos de baixo valor nutricional; a presença de impurezas na forma de sulfatos capazes de gerar desgastes em equipamentos usados em fábricas de rações, e também a presença de umidade excessiva. Sob o ponto de vista nutricional, a maior incerteza relacionada ao óleo ácido de soja diz respeito ao seu valor energético.

A utilização das gorduras neutras pelas aves é dependente da hidrólise dos triglicerídios pela lipase pancreática e da emulsificação dos monoglicerídios e ácidos graxos livres pela bile. Estes são então absorvidos e reesterificados a triglicerídios pela síntese de novo. A eficiência desse processo depende da presença de monoglicerídios e do comprimento e saturação de cadeia dos ácidos graxos (Hofmann & Borgström, 1962). A substituição de óleo de soja por quantidades iguais de óleo ácido de soja em rações determinou perdas de desempenho de frangos de corte, o que é um indicativo forte de que o primeiro possui menor valor energético para aves do que o óleo de soja (Bornstein & Lipstein, 1963; Sklan, 1979; Gaiotto *et al.*, 2000). A menor proporção da gordura total na forma de triglicerídios é, em geral, apresentada como a principal explicação para esses piores desempenhos. Essa característica pode reduzir a capacidade de absorção de ácidos graxos provenientes do óleo ácido de soja em até 9% quando comparado com o óleo de soja, tendo, entretanto, um impacto negativo sobre a conversão

alimentar de no máximo 6% (Bornstein & Lipstein, 1963; Lipstein & Bornstein, 1968; Artman, 1964).

Em muitas situações práticas, óleos e gorduras de várias origens são misturados previamente a sua incorporação em rações para aves. Essa mistura é, em muitos casos, uma necessidade estratégica da indústria, mas pode ser benéfica, com ganhos de digestibilidade das frações com alto grau de saturação, caso da mistura do sebo bovino com gorduras de menor saturação (Renner & Hill, 1960; Artman, 1964; Ketels & De Groote, 1989; Zumbado *et al.*, 1999).

A falta de valores de energia metabolizável confiáveis parece ser o principal entrave para que os nutricionistas possam ter mais segurança na utilização do óleo ácido de soja com vistas à redução dos custos de formulação de rações para frangos de corte. Da mesma forma, o entendimento do impacto da mistura desse produto com o óleo de soja sobre o desempenho animal é importante, pois é uma situação muitas vezes inevitável sob o ponto de vista prático. Assim, este estudo teve como objetivos a avaliação da incorporação de óleo ácido de soja, óleo de soja e suas misturas em níveis equivalentes sobre o desempenho de frangos de corte. Também foi estudado o metabolismo energético dessas gorduras de forma a gerar valores de energia metabolizável seguros para posterior utilização na produção avícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram alojados 480 pintinhos machos de um dia, provenientes do cruzamento Ross vs. Ross 308, em bateria de 40 gaiolas de 1 m<sup>2</sup> cada, contendo 12 aves por gaiola. Na primeira semana, todas as aves receberam uma mesma dieta, seguindo as recomendações do NRC (1994) para a fase inicial, sendo as dietas experimentais distribuídas após pesagem das aves ao final do sétimo dia de idade. Estas foram compostas de um tratamento basal (sem adição de gordura) e de outros com inclusões de 4% e 8% de óleo de soja e do produto "óleo ácido de soja" e de suas misturas com 2% e 4% de cada tipo de gordura, gerando, assim, os demais tratamentos expressos na Tabela 1. As dietas experimentais foram formuladas seguindo as recomendações do NRC (1994) para todos nutrientes para os períodos inicial 7 a 21 dias e crescimento 21 a 42 dias. Dessa forma, foram utilizados sete tratamentos com cinco repetições, em delineamento completamente casualizado. O óleo de soja degomado utilizado nesse experimento foi adquirido no mercado local, enquanto que o óleo ácido de soja foi adquirido da empresa Sulina Comércio de Óleos Ltda, localizada em Guaíba, RS. A Tabela 2 mostra a



composição dos óleos utilizados neste estudo.

As avaliações de desempenho das aves foram feitas semanalmente, com medidas de peso corporal, ganho de peso corporal, consumo de alimento, mortalidade e conversão alimentar. A iluminação foi contínua e o acesso ao alimento e a água foi à vontade. Aos 21 dias de idade, foi feita homogeneização das repetições de acordo com o peso corporal, quando então foram retiradas das repetições as fêmeas. Nesse momento, também foram eliminadas as aves apresentando problemas de pernas.

Os procedimentos para determinação de energia metabolizável ocorreram aos 28, 29 e 30 dias de idade, com a determinação do consumo total de ração e do total de fezes produzidas nesse período (Sibbald & Slinger, 1963). Após a coleta, as amostras das fezes foram secadas por 72 horas em estufa de ar forçado a 60° C, sendo moídas posteriormente. Determinações de matéria seca, proteína bruta, energia bruta e gordura bruta foram feitas de acordo com as normas do AOAC (1990). Os valores provenientes dessas determinações foram utilizados para os cálculos de digestibilidade e metabolizabilidade das dietas. Foram calculados os coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), de metabolizabilidade da energia bruta (CMEn), da retenção de nitrogênio (CRN), e da metabolizabilidade da gordura total (CMGT). Posteriormente, foi calculada a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn). Os coeficientes de metabolizabilidade do óleo degomado de soja e do óleo ácido de soja, bem como a energia metabolizável dos mesmos, foram calculados ajustando os valores de gordura total das rações e das fezes para a gordura adicionada, descontando a gordura proveniente dos demais ingredientes presentes na dieta, seguindo a metodologia proposta por Wiseman *et al.* (1991).

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância através do módulo GLM do programa estatístico SAS (1986). As tabelas com os resultados avaliados apresentam médias para os contrastes dos fatores estudados. Neste estudo, as respostas foram consideradas diferentes sempre que a significância foi superior a 5%.

## RESULTADOS

A apresentação dos resultados será feita com o uso das médias dos contrastes, pois permite a visualização dos efeitos individualizados. As médias

nas tabelas estão acompanhadas dos erros padrões para cada tratamento, que são diferentes dentro de cada contraste com número de repetições diferentes.

As aves consumindo dietas contendo gordura suplementar, independentemente da fonte, apresentaram ganho de peso superior àquelas do tratamento sem gordura até o final da quarta semana de idade. A partir de então, passaram a apresentar ganhos similares até o final do experimento. Os ganhos superiores nas primeiras semanas foram suficientes para perpetuar peso vivo superior às seis semanas de idade para aquelas consumindo gordura suplementar. Não foram detectadas diferenças de ganho de peso entre as dietas com óleo ácido ou óleo de soja, nem entre o consumo exclusivo de dietas contendo óleo ou as suas misturas (Tabela 3).

Conforme esperado, as aves ajustaram o consumo de ração à concentração energética das mesmas. Uma tendência de redução de consumo seguiu as dietas de maior adição de gordura, ainda que a significância quando considerada ao nível de 5% tenha sido detectada apenas entre as dietas com 4 e 8% de óleo ácido de soja adicionado (Tabela 4). As conversões alimentares refletiram essas tendências, sendo melhores para as dietas com maior proporção de gordura adicionada. As aves consumindo dietas contendo óleo de soja como gordura suplementar exclusiva demonstraram melhor conversão alimentar, projetando eficiência de transformação superior em 3% àquela obtida com adição exclusiva de óleo ácido de soja. Dietas contendo misturas entre os dois tipos de gordura não alteraram o desempenho das aves quando comparadas com aquelas que receberam níveis similares de inclusão exclusiva de óleo de soja ou óleo ácido de soja (Tabela 5). Não foram encontrados efeitos dos tratamentos para mortalidade (Tabela 6).

No ensaio de metabolismo, conduzido entre 28 e 30 dias de idade, foi verificado que as aves que consumiram dietas contendo gordura adicionada apresentaram redução na digestibilidade da matéria seca da ração, da metabolizabilidade da energia bruta da ração e da retenção protéica quando comparadas àquelas aves que receberam dietas sem adição de gordura. A metabolizabilidade da gordura total e o valor de EM da ração foram superiores com as dietas que tiveram gordura adicionada. Na comparação entre as dietas contendo óleo ácido ou óleo degomado de soja, foi possível detectar melhor aproveitamento daquelas contendo óleo degomado de soja. Essa vantagem situou-se ao redor de 5% para todas as respostas de metabolismo, com exceção da metabolizabilidade da



gordura total das dietas, que foi similar para as duas fontes de gordura (Tabela 7).

A inclusão de gordura suplementar nos níveis de 4 e 8% não afetou diretamente a digestibilidade da ração, nem a metabolizabilidade da energia bruta, quando óleo ácido ou óleo de soja foram utilizados como fonte exclusiva. Entretanto, ao administrar a dieta contendo misturas entre os dois tipos de óleo, houve perda significativa para estas duas respostas no nível de 8%. Os valores de EM das dietas foram significativamente superiores quando óleo ácido ou óleo de soja foram adicionados ao nível de 8% comparados ao nível de 4%. Essa melhoria não foi detectada com as misturas em partes iguais com as gorduras suplementadas.

O uso de dietas com 8% de gordura adicionada resultou em melhoria significativa na metabolizabilidade da gordura total, independentemente se na forma exclusiva ou de mistura de ambas as fontes.

A Tabela 8 apresenta coeficientes de metabolizabilidade e valores de energia metabolizável calculados para cada uma das fontes de gordura suplementares, dos níveis de inclusão e suas interações. Foi possível observar que o coeficiente de metabolizabilidade foi similar entre as gorduras e suas misturas, mas foi superior no maior nível de inclusão (Tabela 7).

Os valores calculados de EM (kcal/kg de gordura suplementada) seguiram a metodologia proposta por Wiseman *et al.* (1991) com a comparação dos valores energéticos produzidos para os dois níveis de inclusão de gordura suplementar. Não houve diferença significativa entre as fontes de gordura, mas o nível de inclusão de 8% apresentou valor superior ao de 4%. Não houve diferença significativa para interação entre as fontes de gordura suplementares e os dois níveis de inclusão das mesmas.

## DISCUSSÃO

A viabilização do uso do óleo ácido de soja na produção animal representa a possibilidade de aumento na oferta de suplementos energéticos para uso em rações, e, conseqüentemente, aumenta a competitividade desse mercado tradicionalmente dominado pelo óleo de soja degomado. Em paralelo, reduz o potencial de contaminação do meio ambiente com material orgânico através da reciclagem de grande parte dos resíduos originados do processo de refino de óleos vegetais dentro da indústria animal.

Obviamente, a utilização do óleo ácido em rações para animais depende da manutenção de garantias mínimas de qualidade, como a manutenção de um produto sem adulteração pela inclusão de outros óleos de baixa qualidade. É necessário também que os produtores de óleo ácido garantam a mesma qualidade dos demais óleos com relação à umidade, impurezas e ao teste de insaponificação (análise usualmente chamada de MIU). O produto utilizado nesse estudo apresentou MIU total de menos de 1% para este índice, sendo considerado adequado pelos nutricionistas. Além da garantia de qualidade, a grande limitação para o uso deste produto diz respeito ao valor energético do mesmo. O valor de energia metabolizável corrigida para nitrogênio retido, determinado com frangos de corte às 4 semanas de idade neste estudo, foi 5% inferior ao do óleo degomado de soja. Esse valor foi considerado surpreendente no momento da conclusão do cálculo, principalmente devido ao fato de que os usuários do mesmo, na indústria avícola, tradicionalmente utilizam valores até 50% mais baixos. A principal justificativa para tamanha diferença é a falta de referências baseadas em estudos para os óleos ácidos disponíveis em nosso país, que determina prejuízos para as partes envolvidas.

A não detecção de diferenças significativas entre as respostas de desempenho observadas entre aves consumindo óleo degomado ou óleo ácido de soja neste estudo foi positiva no sentido de justificar a pequena diferença entre o valor energético das mesmas. É preciso ressaltar que o óleo ácido de soja tem sido muitas vezes considerado composto apenas por ácidos graxos livres. Entretanto, a análise realizada no produto comercial utilizado neste estudo demonstrou que 30% de seu total não foi encontrado nessa forma, sendo possível supor que essa fração seja composta de uma mistura de mono, di e triglicerídios. A presença de ácidos graxos esterificados com glicerol é considerado um requisito importante para a formação de micelas no processo de emulsificação das gorduras e está diretamente relacionado com a melhoria de sua absorção (Garrett & Young, 1975). De fato, Sklan (1979) observou uma menor presença proporcional de micelas no intestino delgado de frangos de corte que consumiram dietas contendo óleo ácido de soja, o que reduziu potencialmente a capacidade de absorção dessa gordura. Entretanto, em estudos que quantificaram a diferença entre a absorção de ácidos graxos originários de óleo de soja ou óleo ácido de soja, esta foi reduzida em no máximo 9% quando comparado com o óleo de soja, indicando que o valor energético total das duas fontes é bastante próximo (Bornstein & Lipstein, 1963;



Lipstein & Bornstein, 1968; Artman, 1968).

As demais respostas de desempenho vivo obtidas nesse estudo tiveram um comportamento esperado. Assim, o ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram melhor resposta quando as dietas suplementadas com gordura foram comparadas com o controle não suplementado. Da mesma forma, as suplementações com 8% de gordura levaram à melhoria da conversão alimentar quando comparadas com as suplementações de 4%, independentemente se na forma de óleo de soja, óleo ácido de soja ou mistura de 50% de cada uma. A resposta positiva das dietas contendo alto nível de energia sobre a conversão alimentar de frangos de corte tem várias fundamentações, como proposto por Summers (1984).

## **CONCLUSÕES**

O óleo ácido de soja pode ser incluído até o nível de 8% em dietas para frangos de corte a partir dos 7 dias de idade, sem que haja prejuízo ao desempenho vivo das aves. Seu valor energético é 5% inferior ao do óleo degomado de soja. Este estudo sugere que seja utilizado o valor de 8.114 kcal de EMAn/kg de matéria seca de óleo ácido de soja na formulação de rações para frangos de corte a partir dos 28 dias de idade.



**Tabela 1** – Composição calculada e fórmulas das dietas experimentais contendo inclusões de óleo de soja, óleo ácido de soja e de suas misturas.

Nutrientes	7 a 21 dias			21 a 42 dias		
	Basal	GA <sup>1</sup> 4%	GA 8%	Basal	GA 4%	GA 8%
EM, kcal/kg <sup>2</sup>	2.934	3.143	3.352	2.966	3.175	3.384
PB, %	22,00	22,00	22,00	21,00	21,00	21,00
Ca, %	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90
Pd, %	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40
Na, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Ingredientes (%)						
Milho	60,02	55,24	50,43	62,83	58,03	53,23
Farelo de soja 48%	35,78	36,58	37,38	33,47	34,27	35,08
Gordura Adicionada	0	4,00	8,00	0	4,00	8,00
Calcário	1,48	1,47	1,47	1,36	1,35	1,35
Fosfato bicálcico	1,71	1,71	1,72	1,45	1,46	1,46
Sal comum	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
DL-Metionina	0,21	0,22	0,23	0,15	0,16	0,17
L-Lisina	0,15	0,13	0,12	0,08	0,07	0,05
Cloreto de Colina	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix Vitaminico <sup>4</sup>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Coban <sup>5</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

1 - Gordura Adicionada nas rações de 7 – 21 e 21 – 42 dias:

Fonte de Gordura	Gordura Adicionada, %						
	-	Óleo Ácido		Óleo de Soja		Mistura 50:50%	
% de gordura adicionada	0	4	8	4	8	4	8

2 - Estimativa dos valores de EM utilizou valores equivalentes para o óleo de soja e óleo ácido de soja.

3 - Composição por kg de ração, respectivamente para 7-21 e 21-42 dias- Vitamina A=10.000 e 8.000 UI, D3=3.000 e 2.000 UI, E=30 e 20 mg, K3=3 e 2 mg, B1= 3 e 2 mg, B2=8 e 6 mg, B6=4 e 2,5 mg, B12=0,014 e 0,012 mg, Ác. Pantotênico=20 e 15 mg, Niacina=50 e 35 mg, Ácido Fólico=2 e 1 mg, Biotina=0,15 e 0,08.

4 - Composição por kg de ração para ambas fases: Ferro=40 mg, Zinco=80 mg, Manganês=80 mg, Cobre=10 mg, Iodo=0,7 mg, Selênio=0,3 mg.

5 - Monensina 400 g/kg.





**Tabela 2** – Composição dos óleos ácido e degomado de soja utilizados nas dietas experimentais. <sup>1</sup>

Composição	Óleo de Soja, %	Óleo Ácido de Soja, % <sup>2</sup>
C16:0	12,6	13,0
C18:0	4,4	3,6
C18:1 $\omega$ 9	22,7	25,6
C18:2 $\omega$ 6	52,8	48,1
C18:3 $\omega$ 3 $\alpha$	6,8	0,2
C20:1 $\omega$ 11	0,3	5,0
C22:0	0,4	0,5
Saturados	17,4	20,6
Monoinsaturados	23,0	26,1
Poliinsaturados	59,6	53,1

1 - Laudo fornecido pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP.

2 - Produzido por Sulina Comércio de Óleos Ltda, Av. da Indústrias, 35, Guaíba, RS, 92500-000.

**Tabela 3** – Ganho de peso (g) de frangos de corte recebendo dietas com dois níveis de óleo ácido ou degomado de soja e suas misturas.

Contrastes	Ganho de Peso Médio Individual/período					
	7 - 14	14 - 21	21 - 28	28 - 35	35 - 42	7 - 42
Sem gordura	240 ± 19	358 ± 25	457 ± 52	484 ± 71	444 ± 103	2.015 ± 147
Com gordura	272 ± 12	403 ± 34	497 ± 30	533 ± 66	440 ± 91	2.141 ± 95
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0084</b>	<b>0,0312</b>	<b>0,1718</b>	<b>0,8950</b>	<b>0,0295</b>
Fonte exclusiva	272 ± 13	403 ± 35	497 ± 32	539 ± 56	457 ± 103	2.171 ± 96
Mistura 50:50%	273 ± 13	403 ± 34	497 ± 27	520 ± 86	408 ± 55	2.083 ± 62
<b>Probabilidade</b>	<b>0,8648</b>	<b>0,9627</b>	<b>0,9888</b>	<b>0,4935</b>	<b>0,3107</b>	<b>0,0516</b>
Óleo ácido	267 ± 11	400 ± 39	496 ± 37	532 ± 52	441 ± 122	2.143 ± 95
Óleo soja	276 ± 13	406 ± 32	498 ± 27	546 ± 51	471 ± 88	2.197 ± 95
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1563</b>	<b>0,6666</b>	<b>0,9035</b>	<b>0,6647</b>	<b>0,4317</b>	<b>0,2972</b>
Óleo ácido 4%	267 ± 14	420 ± 30	500 ± 19	526 ± 33	394 ± 27	2.135 ± 53
Óleo ácido 8%	267 ± 8	380 ± 39	492 ± 52	539 ± 86	470 ± 152	2.148 ± 120
<b>Probabilidade</b>	<b>0,9300</b>	<b>0,0645</b>	<b>0,7192</b>	<b>0,7724</b>	<b>0,2958</b>	<b>0,8607</b>
Óleo soja 4 %	274 ± 14	411 ± 39	497 ± 17	536 ± 41	464 ± 71	2.176 ± 43
Óleo soja 8%	278 ± 13	401 ± 27	499 ± 37	557 ± 63	477 ± 108	2.213 ± 126
<b>Probabilidade</b>	<b>0,6771</b>	<b>0,6074</b>	<b>0,9317</b>	<b>0,6426</b>	<b>0,8401</b>	<b>0,5824</b>
Mistura 4%	271 ± 12	418 ± 22	494 ± 30	505 ± 77	400 ± 54	2.090 ± 65
Mistura 8%	274 ± 14	389 ± 39	501 ± 26	535 ± 100	418 ± 63	2.075 ± 67
<b>Probabilidade</b>	<b>0,7257</b>	<b>0,1655</b>	<b>0,7709</b>	<b>0,5178</b>	<b>0,7839</b>	<b>0,8184</b>
Média geral	267	396	491	526	441	2.124
CV (%) <sup>1</sup>	5,33	8,27	7,43	13,57	21,88	4,69

1 - CV: coeficiente de variação.



**Tabela 4** – Consumo de ração (g) de frangos de corte recebendo dietas com dois níveis de óleo ácido ou degomado de soja e suas misturas.

Contrastes	Consumo Médio Individual de Ração/período					
	7 - 14	14 -21	21 - 28	28 - 35	35 - 42	7 - 42
Sem gordura	372 ± 15	553 ± 30	815 ± 51	1.042 ± 77	1.178 ± 182	3.986 ± 238
Com gordura	369 ± 20	532 ± 48	829 ± 39	1.088 ± 105	1.114 ± 122	3.927 ± 154
<b>Probabilidade</b>	<b>0,7301</b>	<b>0,2035</b>	<b>0,4370</b>	<b>0,3312</b>	<b>0,3532</b>	<b>0,5488</b>
Fonte exclusiva	368 ± 18	537 ± 40	819 ± 35	1.096 ± 177	1.142 ± 135	3.958 ± 157
Mistura 50:50%	372 ± 25	523 ± 63	850 ± 40	1.073 ± 77	1.060 ± 74	3.867 ± 135
<b>Probabilidade</b>	<b>0,5904</b>	<b>0,2824</b>	<b>0,0468</b>	<b>0,5556</b>	<b>0,1717</b>	<b>0,0632</b>
Óleo ácido	362 ± 15	532 ± 47	822 ± 35	1.088 ± 155	1.175 ± 188	3.970 ± 185
Óleo soja	374 ± 20	541 ± 33	816 ± 36	1.104 ± 70	1.112 ± 57	3.948 ± 137
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1351</b>	<b>0,5553</b>	<b>0,7025</b>	<b>0,7151</b>	<b>0,4974</b>	<b>0,5472</b>
Óleo ácido 4%	369 ± 14	571 ± 25	839 ± 25	1.172 ± 100	1.095 ± 58	4.117 ± 106
Óleo ácido 8%	355 ± 13	494 ± 25	805 ± 37	1.004 ± 163	1.224 ± 230	3.883 ± 172
<b>Probabilidade</b>	<b>0,2231</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,1757</b>	<b>0,0114</b>	<b>0,1823</b>	<b>0,0410</b>
Óleo soja 4 %	382 ± 17	558 ± 14	816 ± 37	1.107 ± 39	1.149 ± 29	4.020 ± 87
Óleo soja 8%	366 ± 21	524 ± 40	815 ± 39	1.101 ± 97	1.082 ± 59	3.890 ± 149
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1564</b>	<b>0,1180</b>	<b>0,9477</b>	<b>0,9238</b>	<b>0,4444</b>	<b>0,2050</b>
Mistura 4%	387 ± 23	569 ± 40	872 ± 39	1.074 ± 67	1.042 ± 38	3.945 ± 48
Mistura 8%	356 ± 16	477 ± 45	828 ± 31	1.073 ± 95	1.083 ± 107	3.768 ± 150
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0120</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0809</b>	<b>0,9796</b>	<b>0,6419</b>	<b>0,0875</b>
Média geral	370	535	827	1.082	1.122	3.934
CV (%) <sup>1</sup>	4,87	6,22	4,62	9,07	11,38	3,75

1 - CV: coeficiente de variação.





**Tabela 5** – Conversão alimentar de frangos de corte recebendo dietas com dois níveis de óleo ácido ou degomado de soja e suas misturas.

Contrastes	Conversão alimentar/periodo					
	7 - 14	14 -21	21 - 28	28 - 35	35 - 42	7 - 42
Sem gordura	1,55 ± 0,08	1,55 ± 0,17	1,79 ± 0,11	2,17 ± 0,27	2,70 ± 0,40	1,97 ± 0,04
Com gordura	1,35 ± 0,06	1,32 ± 0,12	1,67 ± 0,09	2,05 ± 0,21	2,59 ± 0,39	1,83 ± 0,07
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,0198</b>	<b>0,2537</b>	<b>0,653</b>	<b>0,0004</b>
Fonte exclusiva	1,35 ± 0,05	1,34 ± 0,13	1,65 ± 0,09	2,04 ± 0,22	2,57 ± 0,41	1,82 ± 0,08
Mistura 50:50%	1,36 ± 0,08	1,29 ± 0,12	1,71 ± 0,10	2,09 ± 0,20	2,63 ± 0,38	1,85 ± 0,06
<b>Probabilidade</b>	<b>0,6690</b>	<b>0,4010</b>	<b>0,1325</b>	<b>0,5329</b>	<b>0,8132</b>	<b>0,5343</b>
Óleo ácido	1,35 ± 0,05	1,33 ± 0,12	1,66 ± 0,09	2,05 ± 0,27	2,74 ± 0,38	1,85 ± 0,08
Óleo soja	1,35 ± 0,05	1,34 ± 0,14	1,64 ± 0,09	2,03 ± 0,17	2,42 ± 0,40	1,79 ± 0,07
<b>Probabilidade</b>	<b>0,9373</b>	<b>0,9713</b>	<b>0,6213</b>	<b>0,8557</b>	<b>0,1342</b>	<b>0,0439</b>
Óleo ácido 4%	1,38 ± 0,05	1,36 ± 0,06	1,67 ± 0,06	2,23 ± 0,23	2,77 ± 0,04	1,92 ± 0,06
Óleo ácido 8%	1,33 ± 0,03	1,31 ± 0,17	1,64 ± 0,12	1,86 ± 0,15	2,72 ± 0,50	1,80 ± 0,06
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1506</b>	<b>0,5576</b>	<b>0,6303</b>	<b>0,0093</b>	<b>0,8687</b>	<b>0,0140</b>
Óleo soja 4%	1,39 ± 0,03	1,36 ± 0,11	1,64 ± 0,02	2,07 ± 0,09	2,52 ± 0,37	1,84 ± 0,01
Óleo soja 8%	1,31 ± 0,03	1,31 ± 0,17	1,63 ± 0,14	1,99 ± 0,24	2,34 ± 0,44	1,76 ± 0,08
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0276</b>	<b>0,5669</b>	<b>0,9801</b>	<b>0,5563</b>	<b>0,5382</b>	<b>0,0464</b>
Mistura 4%	1,42 ± 0,06	1,36 ± 0,13	1,76 ± 0,08	2,14 ± 0,20	2,63 ± 0,36	1,88 ± 0,06
Mistura 8%	1,30 ± 0,04	1,22 ± 0,03	1,65 ± 0,08	2,03 ± 0,22	2,62 ± 0,46	1,81 ± 0,05
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,1223</b>	<b>0,0913</b>	<b>0,4138</b>	<b>0,9684</b>	<b>0,0918</b>
Média geral	1,38	1,35	1,68	2,07	2,61	1,85
CV (%) <sup>1</sup>	3,85	9,96	5,96	10,15	15,81	3,31

1 - CV: coeficiente de variação.



**Tabela 6** – Frequências observada e esperada da ocorrência de mortalidade de frangos de corte<sup>1</sup>.

Contrastes	Com Mortalidade, %		Sem Mortalidade, %	
	Observada	Esperada	Observada	Esperada
Sem gordura (30) <sup>2</sup>	26	26	4	4
Com gordura (180)	154	154	26	26
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>0,872</b>			
Fonte exclusiva (120)	101	103	19	17
Mistura 50:50% (60)	53	51	7	9
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>0,453</b>			
Óleo ácido (60)	47	51	13	10
Óleo soja (60)	54	51	6	10
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>0,080</b>			
Óleo ácido 4 % (30)	22	24	8	7
Óleo ácido 8 % (30)	25	24	5	7
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>0,347</b>			
Óleo soja 4 % (30)	27	27	3	3
Óleo soja 8 % (30)	27	27	3	3
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>1,000</b>			
Mistura 4 % (30)	26	27	4	4
Mistura 8 % (30)	27	27	3	4
<b>Probabilidade <math>\chi^2</math></b>	<b>0,688</b>			

1 - Presença ou ausência de mortalidade durante o período de uma semana em cada tratamento.

2 - Valor entre parênteses é o número de semanas vs. o número de repetições de cada tratamento ou grupo de tratamentos.



**Tabela 7** – Respostas de eficiência de uso de dietas com dois níveis de óleo ácido ou degomado de soja e suas misturas obtidas com frangos de corte de 28 a 30 dias de idade.

Contrastes <sup>1</sup>	CDMS (%)	CME (%)	EM (kcal/kg)	CRPB (%)	CMGT (%)
Sem gordura	74,92 ± 2,09	73,92 ± 2,12	3.232 ± 92	62,11 ± 7,25	25,63 ± 10,36
Com gordura	72,87 ± 2,11	72,56 ± 2,19	3.371 ± 113	58,50 ± 4,09	69,48 ± 7,73
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0048</b>	<b>0,0402</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0767</b>	<b>0,0001</b>
Fonte exclusiva	73,29 ± 1,78	72,83 ± 2,50	3.376 ± 133	59,65 ± 3,47	69,37 ± 8,57
Mistura 50:50%	72,13 ± 2,53	72,06 ± 2,12	3.361 ± 69	56,43 ± 4,45	68,32 ± 6,31
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0828</b>	<b>0,3277</b>	<b>0,8692</b>	<b>0,0765</b>	<b>0,5994</b>
Óleo ácido	71,77 ± 1,27	70,73 ± 1,17	3.268 ± 67	57,43 ± 2,99	68,50 ± 8,57
Óleo soja	74,50 ± 1,50	74,51 ± 1,20	3.464 ± 105	61,42 ± 2,82	70,06 ± 8,98
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0512</b>	<b>0,4782</b>
Óleo ácido 4%	72,48 ± 1,38	71,16 ± 1,48	3.224 ± 67	55,73 ± 2,15	61,34 ± 4,96
Óleo ácido 8%	71,07 ± 0,73	70,31 ± 0,73	3.311 ± 34	59,14 ± 2,91	75,67 ± 3,15
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1706</b>	<b>0,4038</b>	<b>0,0681</b>	<b>0,2523</b>	<b>0,0002</b>
Óleo soja 4 %	73,82 ± 0,66	73,62 ± 0,99	3.369 ± 45	61,01 ± 3,40	61,63 ± 1,78
Óleo soja 8%	75,18 ± 0,09	75,40 ± 0,56	3.558 ± 26	61,84 ± 2,42	78,49 ± 0,74
<b>Probabilidade</b>	<b>0,1411</b>	<b>0,0571</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,7522</b>	<b>0,0001</b>
Mistura 4%	74,03 ± 1,93	73,48 ± 1,88	3.364 ± 86	58,85 ± 4,12	63,05 ± 4,24
Mistura 8%	70,23 ± 1,31	70,65 ± 1,24	3.359 ± 58	54,01 ± 3,61	73,60 ± 1,40
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0038</b>	<b>0,9092</b>	<b>0,0741</b>	<b>0,0012</b>
Média geral	73,18	72,76	3.350	59,05	63,57
CV %	1,92	1,94	1,90	6,96	7,18

1 - CDMS: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CME: coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta; EM: energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio; CRPB: coeficiente de retenção da proteína bruta; CMGT: coeficiente de metabolizabilidade aparente da gordura total.



**Tabela 8** – Coeficiente de metabolizabilidade e energia metabolizável corrigida para nitrogênio retido das gorduras adicionadas a dietas de frangos de corte com dois níveis de óleo ácido ou degomado de soja e suas misturas obtidas com frangos de corte de 28 a 30 dias de idade.

	CMGA (%) <sup>1</sup>	EMGA (kcal/kg MS)
<b>Fonte</b>		
Óleo ácido	88,50	8.114
Óleo de soja	91,50	8.540
Mistura 50:50%	88,18	8.159
<b>Probabilidade</b>	<b>0,3320</b>	<b>0,1223</b>
<b>Nível de Inclusão</b>		
Suplementação 4 %	85,94	7.951
Suplementação 8 %	92,42	8.556
<b>Probabilidade</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,0015</b>
<b>Fonte X Nível de Inclusão</b>		
Óleo ácido 4 %	85,30	7.821
Óleo ácido 8 %	91,70	8.407
Óleo de soja 4%	86,60	8.083
Óleo de soja 8%	95,42	8.906
Mistura 4 %	85,92	7.950
Mistura 8 %	90,00	8.325
<b>Probabilidade</b>	<b>0,5452</b>	<b>0,5280</b>
Média geral	89,43	8.277
CV (%) <sup>2</sup>	5,00	4,96

1 -CMGA: Coeficiente de metabolizabilidade da gordura adicionada; EMGA: Energia metabolizável da gordura adicionada.

2 - CV: coeficiente de variação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15ed. Arlington. 1990. 1094p.

Artman NR. Interactions of fats and fatty acids as energy sources for the chick. *Poultry Science* 1964; 43:994-1004.

Bornstein S, Lipstein B. Some unusual waste vegetable oils as fat supplements in practical broiler rations. *World's Poultry Science Journal* 1963; 19:172-184.

Gaiotto JB, Menten JFM, Racanicci AMC, Lafigliola MC. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações para frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2000; 2:219-227.

Garrett RL, Young RJ. Effect of micelle formation on the absorption of neutral fat and fatty acids by the chicken. *Journal of Nutrition* 1975; 105:827-838.

Hofmann AF, Borgström B. Physico-chemical state of lipids in intestinal content during their digestion and absorption. *Federation Proceedings* 1962; 21:43-50.

Ketels E, De Groote G. Effect of ratio of saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. *Poultry Science* 1989; 68:1506-1512.

Lipstein B, Bornstein S. Lack of interference between dietary acidulated soybean soapstock and calcium in chicks and laying hens. *Poultry Science* 1968; 47:1905-1911.

National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. 9<sup>th</sup> revised edition. National Academy of Sciences. Washington, DC. 1994. 155 p.

Renner R, Hill FW. The utilization of corn oil, lard, and tallow by chicks of various ages. *Poultry Science* 1960; 39:849-854.

SAS Institute. User's Guide: Statistics. Sas Institute, Cary, NC. 1986.

Sibbald IR, Slinger SJ. A biological assay for ME in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science* 1963; 42:313-325.

Sklan D. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: synthesis of monoglycerides in the intestine. *Poultry Science* 1979; 58:885-889.

Summers JD. The extra caloric value of fats in poultry diets. In: Fats in animal nutrition. Wiseman J, ed. London: Butterworths. 1984. p. 265-276.

Wiseman J, Salvador F, Craigon J. Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chickens. *Poultry Science* 1991; 70:1527-1533.

Zumbado M, Scheele CW, Kwakernaak C. Chemical composition, digestibility, and metabolizable energy content of different fat and oil by-products. *Journal of Applied Poultry Research* 1999; 8:263-271.