

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FABRICIO COELHO BARBOSA

**DESEMPENHO E PRODUÇÃO DE CALOR DE FRANGOS DE
CORTE SUBMETIDOS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL INCREMENTADA COM
GLICERINA**

TERESINA - PI
2016

FABRICIO COELHO BARBOSA

**DESEMPENHO E PRODUÇÃO DE CALOR DE FRANGOS DE
CORTE SUBMETIDOS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL INCREMENTADA COM
GLICERINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado

TERESINA – PI
2016

**DESEMPENHO E PRODUÇÃO DE CALOR DE FRANGOS DE CORTE
SUBMETIDOS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL INCREMENTADA COM GLICERINA**

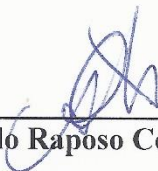
FABRÍCIO COELHO BARBOSA

Tese aprovada em: 12/07/2016

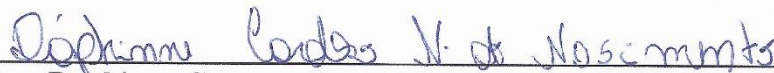
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado (Presidente) / CPCE/UFPI



Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa (Interno) / DMV/CCA/UFPI



Prof. Dra. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento (Externa) / Nenhuma

DEDICATÓRIA

A Deus.

Aos meus pais, **Francisco de Assis e Maria Helena**, pelo amor, dedicação, motivação e por sempre apoiarem as minhas decisões.

Ao meu irmão, **Fabio Coelho**, pela amizade e companheirismo.

Ao meu grande amor, **Isamara Duarte**, pelo companheirismo, carinho, amor e apoio nos momentos difíceis.

A minha querida orientadora, Professora **Dra. Leilane Rocha Barros Dourado**, pelo apoio, confiança, amizade e paciência comigo.

A minha avó, **Francisca Barbosa**, a minha querida madrinha, **Margarida Barbosa**, aos meus tios, **José Maria Barbosa, Deusa Helena, Maria de Jesus, Maria do Amparo, Amarilada**, por todo apoio e ajuda.

Ao grande amigo, **Alison** (in memoriam) e minha prima, **Sândila** (in memoriam).

A todos os meus familiares e amigos, o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Piauí por minha formação profissional e pela viabilização desta pesquisa;

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA/UFPI) por toda estrutura fornecida aos pós-graduandos;

À equipe de pesquisadores e de apoio técnico do projeto da dissertação, bem como a toda infraestrutura para a pesquisa do Colégio Agrícola de Bom Jesus-CABJ, no Campus Professora Cinobelina Elvas-CPCE, Bom Jesus, PI, situado na Universidade Federal do Piauí;

A empresa ADM pela doação da glicerina;

GENPAS (Grupo de Estudos em Nutrição e Produção de Aves e Suínos), em especial Ramon, Edna, Zildemar e Kelly;

Ao BNB (Banco do Nordeste do Brasil) e FAPEPI (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí);

A todos os professores do Curso de Mestrado em Ciência Animal, pela amizade e pelos ensinamentos.

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	09
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Estresse por calor em aves	10
2.2 Consumo e níveis de energia na dieta para aves	11
2.3 Produção de calor	12
2.4 Ingredientes de baixo incremento calórico	13
3 CAPÍTULO I	15
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMO

O objetivo foi avaliar o desempenho e a produção de calor de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável incrementados com ingredientes de baixo incremento calórico (glicerina ou óleo de soja). Quatro experimentos foram realizados utilizando 640 aves de corte, machos, da linhagem Cobb, em todas as fases de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 dias, sendo 160 aves em cada fase). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4 (duas fontes de incremento energético x quatro níveis de energia metabolizável), sendo oito tratamentos com quatro repetições de cinco aves cada. Os quatro níveis de energia para cada fase foram estabelecidos por meio da inclusão da glicerina ou do óleo de soja, em intervalos de 75 kcal/kg de energia metabolizável da dieta, sendo o primeiro nível com 75 kcal abaixo da exigência, o segundo corresponde à exigência para cada fase (2.925, 2.980, 3.050 e 3.100 kcal/kg para as fases 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente), o terceiro e o quarto nível com 75 kcal e 150 kcal, respectivamente, acima do valor da exigência da ave para a fase avaliada. Água e ração foram fornecidos à vontade. Avaliou-se peso médio (PM) consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida (ER) e a produção de calor (PC) em cada fase. Utilizou-se a técnica do abate comparativo (calorimetria animal) e ensaio com coleta de excretas para avaliar a produção de calor das aves. Na fase pré-inicial houve efeito linear decrescente na conversão alimentar (CA) com o aumento dos níveis de energia e foi observado efeito da fonte sobre a ingestão de energia metabolizável, sendo menor para aves que ingeriram dietas com glicerina. Na fase inicial não houve efeito da fonte para as variáveis de desempenho, porém para IEM e PC foram observados menores valores quando se utilizou glicerina como fonte de incremento energético. O ganho de peso e conversão alimentar aumentaram à medida que aumentou o nível de energia, independente da fonte, na fase inicial. Houve efeito quadrático da produção de calor com a inclusão de óleo e linear com inclusão de glicerina na fase inicial. Na fase de 21 a 33 e de 34 a 42 dias de idade não foi observado efeito da fonte e nem regressão linear e quadrática significativa. A inclusão de glicerina ou óleo de soja pode ser utilizada como ingredientes energéticos sem prejuízos ao desempenho produtivo dos frangos de corte. A utilização de 3075 e 3130kcal/kg na fase pré-inicial e inicial, respectivamente, melhora a conversão alimentar. Somente na fase inicial de criação, a produção de calor foi significativamente menor com a inclusão de glicerina em relação ao óleo de soja.

Palavras-chave: balanço energético, densidade energética, fontes de energia, ingrediente.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance and production of heat broiler chickens fed diets with different levels of energy increment with low heat increment ingredients (glycerin or soybean oil). Four experiments were performed using 640 broilers, male Cobb lineage in all stages (from 1 to 7, 8 to 21, 22 to 33, 34 to 42 days, and 160 birds in each stage). It used the factorial 2 x 4 (two sources of energy increment x four levels of metabolizable energy), and eight treatments with four replicates of five birds each. The four power levels for each phase were established by the inclusion of glycerin or soybean oil at intervals of 75 kcal / kg metabolizable energy of the diet, the first level of 75 kcal below the requirement, the second corresponds to requirement for each phase (2,925, 2,980, 3,050 and 3,100 kcal / kg for phases 1 to 7, 8 to 21, 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), the third and fourth level 75 kcal to 150 kcal , respectively, higher than the requirement of the bird for the evaluated phase. Water and food were provided at will. It evaluated average weight (MW) feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion (FC), metabolizable energy intake (MEI), retained energy (RE) and heat production (PC) in each phase. We used the technique of comparative slaughter (animal calorimetry) and testing with excreta collection to evaluate the heat of birds. In the pre-initial phase there was a decreasing linear effect on feed conversion (CA) with increased energy levels and was observed effect of the source of the metabolizable energy intake was lower for birds who ate diets with glycerin. In the initial phase there was no effect of the source for the performance variables, but for IEM and PC values were smaller when using glycerin as a source of energy increase. Weight gain and feed conversion increased as increased energy level, regardless of source, in the initial phase. There was a quadratic effect of heat production with the inclusion of oil and linear with the inclusion of glycerin in the initial phase. In phase 21-33 and 34-42 days of age was not observed effect of the source and no significant linear and quadratic regression. The inclusion of glycerin or soybean oil can be used as energetic ingredients without damage to the productive performance of broiler chickens. The use of 3075 and 3130kcal / kg in pre-initial and early stages, respectively, improves feed conversion. Only the initial phase of breeding, the production of heat was significantly lower with the addition of glycerine to soy oil.

Key words: energy balance, energy densidad, energy sources, ingredient.

1 INTRODUÇÃO

Na produção de frangos de corte no Brasil, um dos principais problemas enfrentados pelos produtores é devido às altas temperaturas registradas durante todo ano, que alcançam médias acima de 32° C. Nestas condições de criação, o frango de corte está em estresse por calor, acarretando prejuízos no desempenho produtivo.

Em estresse por calor, as aves ativam mecanismos termorregulatórios na tentativa de minimizar os efeitos da temperatura ambiente sobre a homeostase corporal, dentre estes efeitos temos: redução no consumo de ração, diminuindo a ingestão de energia e nutrientes, aumento na conversão alimentar, altas taxas de mortalidade, aumento da exigência de energia para manutenção e crescimento (FURLAN; MACARI, 2008). Longo et al. (2006) observaram aumento da exigência de energia para manutenção com o aumento da temperatura ambiente.

Estratégias nutricionais têm sido foco de estudos para diminuir os efeitos da alta temperatura na produção de frangos de corte. Dentre estas estratégias temos o aumento da densidade energética das dietas por meio de ingredientes de baixo incremento calórico objetivando melhora no desempenho e redução da produção de calor. A produção de calor é definida pela perda de energia pelo animal, podendo ser medida por calorimetria direta, indireta ou através de análise corporal denominada de calorimetria animal, utilizando-se a técnica do abate comparativo. Pela diferença entre a ingestão de energia metabolizável e energia retida no corpo, obtém-se a produção de calor. (SAKOMURA, ROSTAGNO, 2007). Segundo Lara et al. (2008) o aumento da densidade energética melhora a conversão alimentar de frangos de corte machos e fêmeas.

O incremento calórico pode ser definido como a perda de energia em forma de calor durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (SAKOMURA et al., 2004). O incremento calórico da dieta varia de acordo com os nutrientes que a constituem, pois as proteínas apresentam maior incremento calórico, seguido dos carboidratos e dos lipídios. Neste caso, a utilização de dietas com composição química (nutrientes) de baixo incremento calórico, pode auxiliar a ave na redução da produção de calor, e conseqüentemente na redução da exigência de energia para manutenção, melhorando assim, a disponibilidade de energia líquida para a produção.

Dentre os ingredientes energéticos, o mais utilizado é o óleo de soja, por conter lipídeos de baixo incremento calórico, ser fonte de ácidos graxos essenciais (oleico, linoleico, linolênico) e alta densidade energética (PINTO et al., 2014). A glicerina (glicerol), produto obtido a partir da produção do biodiesel, também pode ser utilizada como fonte energética nas rações para frango de corte (DOZIER et al., 2008; BARBOSA et al., 2010; SANTOS, 2012). O glicerol é absorvido pelo organismo por difusão facilitada, ou seja, de forma passiva com alta taxa de absorção (DOZIER et

al., 2008), com base nesta informação, pressupõe-se que há um baixo custo energético durante o metabolismo da glicerina, que talvez possa refletir em uma menor produção de calor. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar fontes energéticas de baixo incremento calórico e diferentes níveis de energia sobre a produção de calor e o desempenho dos frangos de corte em estresse por calor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estresse por calor em aves

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, conseguem manter a temperatura corporal dentro de certos limites, para tanto, quando submetidas a temperaturas adversas acionam mecanismos termorregulatórios (RABELLO, 2008).

A temperatura corporal da ave é de 41,1°C, com a elevação da temperatura ambiental há aumento da dissipação de calor da ave para o ambiente, nesse sentido as aves ativam mecanismos comportamentais e fisiológicos de controle da temperatura corporal (FURLAN; MACARI, 2008).

Em estresse por calor, as aves aumentam a perda de calor evaporativo através da vasodilatação periférica, aumentando o fluxo sanguíneo para as regiões desprovidas de penas (cristas, barbelas e pernas), outra alteração fisiológica que a ave utiliza, é o aumento da frequência respiratória (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

A zona de conforto térmico caracteriza-se pela faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético. No entanto esta zona pode variar em função de fatores intrínsecos (isolamento interno, isolamento externo, mecanismos de vasomotricidade) e fatores extrínsecos (energia da dieta, ventilação, e características física das instalações) (FURLAN; MACARI, 2008). O excesso de calor produzido nos processos metabólicos mais o proveniente do ambiente devem ser dissipados do corpo da ave para manter a homeotermia, sendo que na zona de termoneutralidade essas trocas de calor são realizadas com gasto mínimo de energia (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

Os principais problemas relacionados à produção de frangos de corte em regiões de clima tropical são as altas temperaturas, que dificulta a capacidade das aves de dissipar calor para o ambiente. A elevação da temperatura corporal da ave provoca o aparecimento das características do estresse por calor, como a diminuição da ingestão de alimentos com consequente redução dos substratos metabólicos disponíveis para o metabolismo (LAGANÁ, 2008).

Os problemas enfrentados pelos produtores em regiões de altas temperaturas são o desempenho dos frangos de corte e o aparecimento de distúrbios metabólicos, como por exemplo, a síndrome da hiperventilação pulmonar e o aumento da mortalidade do plantel acarretando prejuízos

na produtividade. O desempenho de frangos de corte é afetado diretamente pela temperatura ambiente, influenciando no consumo de ração e conseqüentemente no ganho de peso e conversão alimentar (LANA et al., 2000). Ao estudar o efeito da temperatura ambiente na produção de frangos de corte, Oliveira et al. (2006) observaram diminuição do desempenho e menor peso da carcaça em frangos criados abaixo ou acima das temperaturas de 24 a 26,3°C. Diante deste fato os nutricionistas tem utilizado o aumento da densidade energética da dieta, a fim de permitir pela ave o consumo de energia adequado as suas exigências.

2.2 Consumo e Níveis de energia na dieta para aves

A energia é um produto obtido a partir da oxidação das moléculas orgânicas, ou seja, dos nutrientes presentes nos alimentos, dentre estes estão os carboidratos, lipídeos e proteínas. A energia utilizada pelos animais não ruminantes é dividida biologicamente em: energia bruta, energia digestível (exceção das aves), energia metabolizável aparente, energia metabolizável verdadeira e energia líquida de manutença e produção (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A energia é essencial para manutenção, crescimento e reprodução. A quantidade de energia a ser utilizada nas dietas de frangos de corte pode afetar diretamente o crescimento e a utilização ou aproveitamento dos alimentos (BRANDÃO, 2008).

O controle do consumo de alimento ocorre por sinais que chegam ao hipotálamo, região pré-piriforme do córtex cerebral, por meio de fatores intrínsecos nutricionais (glicose, aminoácidos, lipídeos e íons) e não nutricionais (temperatura) e por fatores extrínsecos (visuais, orais, olfatórios, gastrintestinais e hepáticos) (GONZALES, 2008). De acordo com Bertechini (2012), as duas teorias mais aceitas referem-se à glicostática (glicose) e a aminostática (aminoácidos). Este mesmo autor afirma que o melhoramento genético dos frangos de corte objetivando maximizar a ingestão de ração e o ganho de peso, gerou alterações no comportamento fisiológico dessas aves e que estas aves de corte perderam de certa forma a sensibilidade para controlar a ingestão de ração pelo conteúdo de energia, entretanto Merval (2012) avaliando fontes energéticas e níveis de energia observou que o aumento da densidade energética afetou o consumo de ração em todas as fases de criação.

As aves criadas em regiões de clima quente, ou seja, acima de 30°C reduzem drasticamente o consumo de alimentos, conseqüentemente, há uma menor ingestão de energia e nutrientes, além do aumento de seus requerimentos energéticos para manutença, pois necessitam de uma maior quantidade de energia para dissipar calor, com isso há prejuízos no desempenho (LAGANÁ, 2008). Neste sentido, parte da energia que seria utilizada para o crescimento é desviada para o controle da temperatura corporal. O consumo de alimentos também pode-se reduzir em função do aumento da

densidade energética da ração, havendo a necessidade de um nível adequado e a correta relação energia: proteína na dieta, a fim de evitar efeitos negativos no desempenho (SILVA et al., 2001).

O aumento da densidade energética da ração é uma das alternativas utilizadas pelos nutricionistas para melhorar o desempenho das aves e minimizar os efeitos das altas temperaturas sobre a ingestão de ração. Oliveira Neto et al. (1999); Oliveira et al. (2000) avaliando o efeito da temperatura ambiente e dos níveis de energia sobre o desempenho, observaram aumento do consumo de energia metabolizável e melhora no ganho de peso, conversão alimentar e deposição de proteína na carcaça com o aumento dos níveis energéticos das rações em frangos de corte (22 a 42 dias), porém houve maior deposição de gordura com a elevação dos níveis energéticos. Silva Filha et al. (2004) ao utilizar diferentes níveis de energia na ração observaram diferenças no desempenho e no consumo de energia. Resultados contrários foram observado por Mendes et al. (2004) que ao elevar o nível de energia da dieta, o consumo de ração diminuiu, mas a conversão alimentar melhorou. Essas informações mostram a importância do incremento energético da ração para minimizar os efeitos das altas temperaturas na produção de aves, porém deve estar atento aos efeitos negativos que podem ocorrer. Sakomura et al. (2004) observaram que o aumento dos níveis de energia da dieta, ocasionou aumento na ingestão de energia metabolizável e conseqüentemente na energia retida na carcaça e na produção de calor, ou seja, os níveis de energia afetam o metabolismo energético do animal.

2.3 Produção de calor

A produção de calor refere-se a perda de energia na forma de calor pelo animal, sendo determinada por calorimetria direta ou indireta ou ainda pela técnica do abate comparativo através da análise corporal, denominada de calorimetria animal. A produção de calor, determinada por calorimetria animal é obtida pela diferença da energia metabolizável ingerida (EMI) determinada em ensaio de metabolismo, pela energia retida corporal ($PC = EMI - ERC$) (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Pela fórmula qualquer fator que altere a ingestão de energia ou na retenção de energia pode provocar diferenças na produção de calor, como por exemplo: altas temperaturas que influenciam no consumo de ração e nas exigências de energia de manutenção e a composição da dieta, ou seja, fatores dietéticos (densidade energética, incremento calórico, forma física da ração). Freitas et al. (2008) avaliando diferentes formas físicas da ração (farelada, triturada, pelotizada) observaram que a ração farelada teve menor consumo de energia, e maior proporção da energia ingerida para produção de calor.

O estudo do balanço energético é de grande importância para se determinar a utilização orgânica da ingestão calórica, pois o organismo distribui a energia dietética diferentemente de acordo com as necessidades orgânicas dos animais (BERTECHINI, 2012).

Com a variação da temperatura ambiente as aves alteram seu metabolismo; sob altas temperaturas aumentam a dissipação de calor e sob baixas temperaturas aumentam a necessidade de produção de calor. Com o aumento da temperatura ambiente há menor ingestão de energia metabolizável, conseqüentemente menor produção de calor em razão da diminuição do consumo, com isso há diminuição da exigência de manutenção de energia pelas aves. Esta energia de manutenção pode variar também em função do peso corporal, taxa de crescimento, grau de atividade física e o grau de empenamento (LONGO et al., 2006).

A composição das dietas pode ser também um fator inerente a menor produção de calor e exigência de manutenção. Sakomura et al. (2004) observou que o metabolismo energético das aves foi influenciado pela composição energética da dieta, ocorrendo diferenças na eficiência de utilização da energia para deposição de gordura e proteína, que constituem característica relevante na qualidade da carcaça dos frangos de corte. Freitas et al. (2008) ao utilizar diferentes formas físicas das rações (farelada, triturada e peletizada), com o mesmo teor de energia metabolizável, observou variação na energia metabolizável ingerida e energia retida. Estes trabalhos mostram que a composição da dieta interferiu nos componentes do balanço energético, mostrando a relevância de estudo mais detalhada desta variável, podendo futuramente ser utilizada como estratégia nutricional.

2.4 Ingredientes de baixo incremento calórico

No Brasil, o milho é um dos ingredientes de origem vegetal mais utilizados nas rações para frangos de corte, constituindo uma fonte energética. Contudo há necessidade de alimentos alternativos que possam diminuir os custos da dieta e melhorar a produção de aves (COSTA, 2013).

O óleo de soja é um ingrediente amplamente utilizado nas rações de frangos de corte com o objetivo de incrementar a energia da dieta (ANDREOTTI et al. 2004; BRANDÃO, 2008) e melhorar o balanço energético das rações (PUCCI et al., 2003). O óleo de soja além de fornecer energia de baixo incremento calórico tem outras vantagens a sua utilização nas dietas, como por exemplo é fonte de ácidos graxos essenciais, melhora a absorção de vitaminas lipossolúveis e a palatabilidade da ração. Estas características dos óleos e gorduras são denominadas de efeito extracalórico (BRAGA; BAIÃO, 2001).

A glicerina é um co-produto gerado durante a produção do biodiesel. Durante este processo de produção cerca de 10% corresponde a glicerina (SILVA et al., 2012).

Nos últimos anos tem-se gerado um aumento da produção deste co-produto no Brasil, devido a sanção da Lei de nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005, assinada pelo então presidente Luiz Inácio da Silva, esta lei estabeleceu que o biodiesel deve ser introduzido na matriz energética, estabelecendo-se, ainda, que até o ano de 2013, todos os veículos de transporte de cargas do Brasil estariam obrigados a usar combustível com mistura de 95% de óleo diesel e 5% de biodiesel.

Com o aumento da produção de biodiesel no país, várias pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de buscar alternativas para a utilização da glicerina. Vários autores comprovam a utilização da inclusão da glicerina como fonte de energia nas rações das aves sem perdas no desempenho produtivo (CERRATE et al., 2006; BARBOSA et al., 2010; DOZIER et al., 2008; GUERRA et al., 2011; SILVA et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

A utilização de diferentes níveis de inclusão de glicerina nas dietas de frangos de corte apresentou diferenças na produção de calor de acordo com a idade. Na fase de um a sete dias (pré-inicial) o aumento da inclusão de glicerina diminuiu a produção de calor. Nas demais fases estudadas (inicial, crescimento, final) os níveis de inclusão de glicerina (0% até 12,5%) não alterou a produção de calor (SANTOS, 2013).

Dozier et al. (2008) encontrou valores de energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) de 3434 kcal/kg para toda fase de criação (1 a 42 dias de idade), com um coeficiente de metabolização de 95% (aproveitamento energético), que se justifica pelo baixo peso molecular do glicerol e a forma de absorção pelo organismo que ocorre por transporte passivo. Neste sentido pode-se deduzir que há um baixo custo energético durante o metabolismo do glicerol e um alto aproveitamento pelo organismo, refletindo diretamente na produção de calor, com maior disponibilidade de energia para produção e conseqüentemente melhora no desempenho dos frangos de corte em condições de estresse por calor (KERR et al., 2012).

3 CAPÍTULO I

Artigo Científico

(Artigo redigido de acordo com as normas da revista Semina: Ciências Agrárias)

1 **Desempenho e produção de calor de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de**
2 **energia metabolizável incrementada com glicerina**
3 **Performance and heat production of broiler chickens fed diets with different levels of**
4 **metabolizable energy increased with glycerine**

5
6 Fabrício Coelho Barbosa, Leilane Rocha Barros Dourado

7
8 **Resumo**

9 O objetivo foi avaliar a influência de ingredientes energéticos de baixo incremento calórico (glicerina ou
10 óleo de soja) sobre o desempenho e a produção de calor de frangos de corte criados em condições de estresses
11 por calor. Quatro experimentos foram realizados utilizando 640 aves de corte, machos, da linhagem Cobb, em
12 todas as fases de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 dias, sendo 160 aves em cada fase). Foi utilizado o
13 delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4 (duas fontes de incremento energético
14 x quatro níveis de energia metabolizável), sendo oito tratamentos com quatro repetições de cinco aves cada. Os
15 quatro níveis de energia para cada fase foram estabelecidos através da inclusão da glicerina ou do óleo de soja,
16 em intervalos de 75 kcal/kg de energia metabolizável da dieta, sendo o primeiro nível com 75 kcal abaixo da
17 exigência, o segundo corresponde à exigência para cada fase (2.925, 2.980, 3.050 e 3.100 kcal/kg para as fases
18 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente), o terceiro e o quarto nível com 75 kcal e 150 kcal,
19 respectivamente, acima do valor da exigência da ave para a fase avaliada. Água e ração foram fornecidos à
20 vontade. Avaliou-se peso médio (PM) consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA),
21 ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida (ER) e a produção de calor (PC) em cada fase.
22 Utilizou-se a técnica do abate comparativo (calorimetria animal) para avaliar o efeito dos níveis de energia e
23 das fontes energéticas na produção de calor das aves. Na fase pré-inicial houve efeito linear decrescente na
24 conversão alimentar (CA) com o aumento dos níveis de energia e foi observado efeito da fonte sobre a ingestão
25 de energia metabolizável, sendo menor para aves que ingeriram dietas com glicerina. Na fase inicial não houve
26 efeito da fonte para as variáveis de desempenho, porém para IEM e PC foram observados menores valores
27 quando se utilizou glicerina como fonte de incremento energético. O ganho de peso e conversão alimentar
28 aumentaram à medida que aumentou o nível de energia, independente da fonte, na fase inicial. Houve efeito
29 quadrático da produção de calor com a inclusão de óleo e linear com inclusão de glicerina na fase inicial. Na
30 fase de 21 a 33 e de 34 a 42 dias de idade não foi observado efeito da fonte e nem regressão linear e quadrática
31 significativa. A inclusão de glicerina ou óleo de soja pode ser utilizada como ingredientes energéticos sem
32 prejuízos ao desempenho produtivo dos frangos de corte. A utilização de 3075 e 3130 kcal/kg na fase pré-
33 inicial e inicial, respectivamente, melhora a conversão alimentar. Somente na fase inicial de criação, a
34 produção de calor foi significativamente menor com a inclusão de glicerina em relação ao óleo de soja.

35
36 **Palavras-chave:** balanço energético, densidade energética, fontes de energia, ingrediente.

37

38

Abstract

1
2 The objective was to evaluate the influence of energetic ingredients low-calorie increment (glycerin
3 or soybean oil) on the performance and broiler production of heat created in stressful conditions for heat.
4 Four experiments were performed using 640 broilers, male Cobb lineage in all stages (from 1 to 7, 8 to 21,
5 22 to 33, 34 to 42 days, and 160 birds in each stage). We used a completely randomized design (CRD)
6 factorial 2 x 4 (two sources of energy increment x four levels of metabolizable energy), and eight treatments
7 with four replicates of five birds each. The four power levels for each phase were established by adding
8 glycerin or soybean oil at intervals of 75 kcal / kg metabolizable energy of the diet, the first level of 75 kcal
9 below the requirement, the second corresponds to the requirement for each phase (2,925, 2,980, 3,050 and
10 3,100 kcal / kg for phases 1 to 7, 8 to 21, 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), the third and fourth level
11 75 kcal to 150 kcal, respectively, higher than the requirement of the bird to the measured phase. Water and
12 food were provided at will. It evaluated average weight (MW) feed intake (FI), weight gain (WG), feed
13 conversion (FC), metabolizable energy intake (MEI), retained energy (RE) and heat production (PC) in each
14 phase. We used the technique of comparative slaughter (animal calorimetry) to evaluate the effect of energy
15 levels and energy sources in the heat of birds. In the pre-initial phase there was a decreasing linear effect on
16 feed conversion (CA) with increased energy levels and was observed effect of the source of the
17 metabolizable energy intake was lower for birds who ate diets with glycerin. In the initial phase there was no
18 effect of the source for the performance variables, but for IEM and PC values were smaller when using
19 glycerin as a source of energy increase. Weight gain and feed conversion increased as increased energy level,
20 regardless of source, in the initial phase. There was a quadratic effect of heat production with the inclusion of
21 oil and linear with the inclusion of glycerin in the initial phase. In phase 21-33 and 34-42 days of age was not
22 observed effect of the source and no significant linear and quadratic regression. The inclusion of glycerin or
23 soybean oil can be used as energetic ingredients without damage to the productive performance of broiler
24 chickens. The use of 3075 and 3130 kcal / kg in pre-initial and early stages, respectively, improves feed
25 conversion. Only the initial phase of breeding, the production of heat was significantly lower with the
26 addition of glycerine to soy oil.

27 **Key words:** energy balance, energy densidad, energy sources, ingredient.

28
29 Um dos grandes desafios do setor avícola é a otimização da produção de frangos de corte na região
30 nordeste, porém, esta região caracteriza-se por elevadas temperaturas durante todo o ano o que vem a
31 prejudicar o sistema de produção de frangos. Temperatura e umidade relativamente altas fazem com que as
32 aves não consigam respirar suficientemente rápido para remover todo calor que precisam para dissipar do seu
33 corpo, quando a temperatura ultrapassa a zona de conforto térmico a capacidade das aves de dissipar calor
34 reduz drasticamente e conseqüentemente a temperatura corporal eleva-se e aparecem os sintomas do estresse
35 por calor (LANGANÁ, 2008).

36 Em estresse por calor, as aves ativam mecanismos termorregulatórios na tentativa de minimizar os efeitos
37 da temperatura ambiente sobre a homeostase corporal, dentre estes efeitos temos: redução no consumo de

1 ração, aumento na conversão alimentar, altas taxas de mortalidade, aumento da exigência de energia para
2 manutenção e crescimento (FURLAN; MACARI, 2008).

3 Várias estratégias têm sido utilizadas para minimizar os efeitos do estresse por calor na produção de
4 frangos de corte, seja através de modificações das instalações ou a utilização de técnicas nutricionais, como por
5 exemplo, o aumento da densidade energética por meio da inclusão de fontes ditas de baixo incremento calórico
6 (óleo de soja e glicerina). Vários estudos relatam resultados satisfatórios no desempenho das aves, com a
7 utilização de níveis energéticos na dieta (LARA et al., 2008; NUNES et al., 2015; OLIVEIRA, 2015).

8 O incremento calórico é definido como toda perda de energia durante os processos de digestão, absorção e
9 metabolismo dos nutrientes, sendo que este incremento calórico não é utilizado nos processos produtivos, mas
10 pode ser utilizado para manter a temperatura corporal em condições de baixa temperatura (SAKOMURA;
11 ROSTAGNO, 2007). Um ingrediente energético bastante utilizado para reduzir a produção de calor em aves,
12 sendo está definida como a energia perdida pelo animal, podendo ser mensurada por calorimetria direta ou
13 indireta, ou ainda pela utilização de outros métodos indiretos, como o método do abate comparativo
14 (SAKOMURA; ROSTAGNO, 20107), tem sido o óleo de soja, pois o mesmo é fonte de ácidos graxos
15 essenciais, melhora a palatabilidade da dieta e a absorção de vitaminas lipossolúveis, porém a sua utilização em
16 longo prazo pode se tornar inviável na alimentação das aves, pois este ingrediente é utilizado no consumo
17 humano.

18 A glicerina tem sido foco de estudo nos últimos anos, sendo comprovada sua eficácia como ingrediente
19 energético na alimentação das aves (DOZIER; KERR; BRANTON, 2011; GUERRA, 2011), podendo
20 substituir parcialmente o milho e óleo de soja que são fontes energéticas comumente utilizadas. Na alimentação
21 de aves, alguns estudos foram realizados para determinação da energia metabolizável da glicerina. Lammers et
22 al. (2008) encontraram valores de 3.805 kcal/kg de energia metabolizável para poedeiras representando um
23 aproveitamento superior a 100% da energia bruta (3.625kcal). Gianfelice et al. (2011) encontraram valores
24 médios de 3.276 kcal/kg representando um aproveitamento de 78,04%.

25 Este trabalho foi realizado com objetivo de avaliar o efeito de fontes energéticas de baixo incremento
26 calórico e diferentes níveis de energia sobre o desempenho e produção de calor dos frangos de corte em estresse
27 por calor.

28 O experimento foi conduzido no setor de avicultura do departamento de zootecnia do Centro de Ciências
29 Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Campos Professora Cinobelina Elvas (CPCE), Bom Jesus - Piauí.

30 Quatro experimentos foram realizados utilizando 640 aves de corte, machos, da linhagem Cobb, em todas
31 as fases de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 dias, sendo 160 aves em cada fase). As aves foram alojadas
32 em baterias metálicas com gaiolas (100x100x50cm) de metabolismo (unidades experimentais), com um
33 comedouro tipo calha, um bebedouro tipo copinho e lâmpada incandescente de 200 *watts* para aquecimento nos
34 primeiros dias de criação.

35 O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4 (duas fontes
36 de incremento energético x quatro níveis de energia), constituindo oito tratamentos (conforme descrito na
37 tabela 1), com quatro repetições de cinco aves cada.

1 Para cada fonte (glicerina ou óleo) os níveis de energia metabolizável das rações experimentais
2 intermediárias foram obtidos por meio da diluição de T1 e T4 (glicerina) e T5 e T8 (óleo de soja) nas
3 proporções representadas na tabela 2.

4 Os níveis de energia foram estabelecidos por meio da inclusão da glicerina ou do óleo de soja, em
5 intervalos de 75 kcal/kg de energia metabolizável da dieta, sendo o primeiro nível com 75 kcal abaixo da
6 exigência preconizada por Rostagno et al. (2011), o segundo corresponde à exigência para cada fase (2.925,
7 2.980, 3.050 e 3.100 kcal/kg, correspondente as fases 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente), o
8 terceiro nível com 75 kcal e o quarto nível com 150 kcal, acima do valor da exigência da ave para a fase
9 avaliada.

10 As dietas experimentais foram formuladas para atender as exigência nutricionais dos frangos de corte para
11 a fase estudada de acordo com a recomendação de Rostagno et al. (2011) (Tabelas 3, 4, 5, 6) exceto para a
12 energia metabolizável que varia de acordo com os tratamentos e também o nível de sódio que ficou um pouco
13 acima da exigência em virtude do teor de glicerina incluído na dieta para obtenção dos níveis de energia, que
14 consequentemente elevam o teor de sódio da ração e portanto foi mantido o mesmo valor para todas as outras
15 dietas. O programa computacional utilizado para as formulações das rações foi o SUPER CRAC 5.0 MASTER,
16 ajustado para a composição de ingredientes preconizada por Rostagno et al. (2011) e também para os valores
17 de sódio e energia analisados da glicerina. A composição da glicerina utilizada nesse estudo foi 80,95% de
18 glicerol, 0,003% de resíduos de metanol e 2,29% de sódio.

19 Foram avaliadas as variáveis de desempenho, peso médio (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso
20 (GP) e conversão alimentar (CA), que foram analisadas para a fase de criação, sendo corrigidas pela
21 mortalidade e calculadas por meio de pesagens das aves e quantificações das rações, feito no primeiro e último
22 da fase avaliada e os componentes do balanço energético das dietas (energia metabolizável ingerido, energia
23 retida corporal e produção de calor).

24 Para mensuração dos componentes do balanço energético foi determinada a energia metabolizável
25 aparente da dieta (EMA) e o consumo de ração (CR) durante cada período, para posteriormente determinar a
26 ingestão de energia metabolizável (IEM).

$$\left[\text{IEM} = \text{CR} \times \text{EMA} \right]$$

27 Para o cálculo da energia metabolizável foi utilizado o método de coleta total de excretas. As dietas foram
28 fornecidas à vontade, durante oito dias, sendo quatro dias para adaptação das aves e quatro para coleta de
29 excretas. As rações foram pesadas no início do experimento e as sobras no final do período de coleta, para
30 determinação do consumo da dieta.

31 Para estabelecer o início do consumo das rações experimentais de cada parcela e em cada período de
32 coleta, foi pesada uma determinada quantidade de ração de acordo com o número de aves por unidade
33 experimental e em seguida adicionado à ração 1% de óxido férrico, (composto indigestível de cor
34 avermelhada) utilizado para marcar as excretas da coleta, sendo este utilizado no primeiro e no último dia de
35 coleta, identificando assim as excretas provenientes das dietas experimentais. Desta forma, na primeira coleta,
36 as excretas não marcadas foram descartadas e na última coleta do período experimental, as excretas marcadas
37 foram descartadas.
38

1 As bandejas foram cobertas com lonas plásticas e colocadas sob cada gaiola da bateria, de modo a evitar
2 perdas do material excretado. Toda a excreta de cada parcela foi coletada no início da manhã e no final da
3 tarde. Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas de
4 acordo com os tratamentos e cada parcela experimental, as mesmas foram pesadas e levadas ao freezer.

5 No final do período de coleta total, as excretas foram descongeladas em temperatura ambiente e em
6 seguida homogeneizadas, tiradas alíquotas de aproximadamente 200g de em cada unidade experimental e secas
7 em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Após secagem foram moídas e, posteriormente,
8 analisados os valores de energia bruta, matéria seca e teores de nitrogênio de acordo com as metodologias
9 descritas por Silva e Queiroz (2002).

10 Para determinar a energia retida corporal (ERC) foram realizados dois abates, um no início e outro no final
11 da fase experimental, ambos para analisar a composição energética corporal inicial e final das aves.

12 No abate inicial foi retirado um grupo de 12 aves (seis repetições de duas aves) com peso semelhante ao
13 peso médio das aves no início do ensaio, no abate final foi retirado duas aves de cada parcela experimental com
14 peso semelhante ao peso médio da parcela. Após as aves serem abatidas foram colocadas em sacos plásticos
15 devidamente identificados, encaminhadas para o laboratório onde ficaram acondicionadas em freezer até serem
16 autoclavadas. Para processamento das aves, as mesmas foram descongeladas em temperaturas ambiente,
17 pesadas, colocadas em recipientes específicos para autoclavar e submetidas a uma temperatura de 127°C e
18 pressão de 1 atm, de acordo com procedimento descrito por Mendonça (2008).

19 Após este procedimento, as amostras foram homogeneizadas em liquidificador industrial, secas em estufa
20 de circulação forçada a 55°C por 72 horas, após a secagem, moídas em micromoinho e acondicionadas em
21 recipientes identificados, para posteriormente serem determinados os valores de energia retida na carcaça de
22 todas as parcelas experimentais.

23 Por meio da técnica do abate comparativo de acordo com os métodos descritos por Sakomura e Rostagno
24 (2007), na qual se conhecendo a ingestão de energia metabolizável aparente (determinada em ensaio de
25 metabolismo) e a energia retida na carcaça, obteve-se por diferença a produção de calor.

$$26 \quad [\text{PC} = \text{EMI} - \text{ERC}]$$

27 PC = Produção de calor;

28 EMI = Energia metabolizável ingerida;

29 ERc = Energia retida corporal.

30 Os dados foram submetidos à avaliação de homogeneidade e normalidade, os outliers identificados foram
31 removidos. Em seguida os dados foram submetidos à análise da variância pelo procedimento GLM do SAS
32 (StatisticalAnalysis System, 9.2). Para explorar os efeitos dos níveis crescentes de EM das rações foram
33 utilizados modelos de regressão polinomial, considerando-se o nível de significância de 5%. Quando o efeito
34 da interação foi detectado pelo teste “F” da ANOVA, foi procedida a análise de regressão polinomial dentro de
35 cada fonte.

36 Durante o experimento as temperaturas médias registradas foram de 29,41; 28,51; 28,83; 28,84;
37 respectivamente para as fases pé-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21), crescimento (22 a 33) e final (34 a 42).

1 Não foi observado efeito ($P > 0,05$) entre as fontes de energia de baixo incremento calórico (glicerina ou
2 óleo de soja) sobre o peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar
3 (CA) (tabela 7). Estes dados comprovam que de fato a glicerina pode ser utilizada em substituição ao óleo de
4 soja sem que ocorram prejuízos no desempenho dos pintainhos. A glicerina pode ser utilizada como
5 ingrediente alternativo energético na formulação de rações para frangos de corte sem perdas no desempenho
6 produtivo (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008; GUERRA et al., 2011; SILVA et al., 2012; SANTOS
7 et al., 2012). Em relação aos níveis de energia metabolizável (EM) nas dietas, observou-se efeito linear
8 decrescente ($CA = 2,278 - 0,0004EM$, $R^2 = 0,93$) somente para a conversão alimentar (CA). Independente da
9 inclusão de glicerina ou óleo de soja nas dietas, o aumento da densidade energética, melhorou a conversão
10 alimentar dos frangos de corte, com uma diferença do menor para o maior nível de 0,09 g de ração/g de ganho
11 de peso, sendo que a cada nível de energia metabolizável (EM) a mais na ração, foi observada uma redução de
12 0,0004 g de ração/g de ganho de peso.

13 O aumento da densidade energética é uma das estratégias nutricionais utilizadas para reduzir o efeito das
14 altas temperaturas sobre a ingestão de ração e conseqüentemente de nutrientes, o que acarreta perdas no
15 desempenho. Fontes de baixo incremento calórico como a glicerina ou óleo de soja reduzem a produção de
16 calor e permitem maior ingestão de energia. Há trabalhos que evidenciam melhoras na conversão alimentar
17 com aumento da densidade energética, tendo como principal fonte de energia o óleo de soja (OLIVEIRA et al.,
18 2000; MENDES et al., 2004; SILVA et al., 2004). Ao realizar experimento semelhante a este, com uma única
19 diferença na criação das aves em boxes, Merval (2013) observou que a conversão alimentar (CA) nesta mesma
20 fase de criação foi significativamente melhor com a inclusão de glicerina em relação ao óleo de soja e que o
21 aumento dos níveis de energia proporcionou redução na conversão alimentar.

22 Para interação entre fontes x níveis de energia não foi observado efeito ($P > 0,05$) para as variáveis de
23 desempenho estudadas (PM, GP, CR e CA).

24 Na tabela 8, foi observado efeito ($P < 0,05$) da fonte energética (glicerina ou óleo de soja) sobre a ingestão
25 de energia metabolizável (IEM), não havendo diferença ($P > 0,05$) para a energia retida (ER) e produção de
26 calor (PC). A inclusão de óleo de soja na dieta proporcionou maior ingestão de energia metabolizável em
27 relação à inclusão de glicerina. A ingestão de energia metabolizável (IEM) foi obtida pelo consumo de ração x
28 energia metabolizável aparente da dieta ($IEM = CR \times EMA$), essas duas variáveis são influenciadas pela
29 temperatura, umidade, composição química, densidade energética da ração, nível de alimentação, entre outros
30 fatores existentes. Avaliando níveis de inclusão de glicerina em dietas para frangos de corte na fase inicial,
31 Barbosa et al. (2009) observou que o maior nível de inclusão (12,5%) reduziu o consumo de ração pelas aves.

32 Na literatura há diferenças dos valores de energia metabolizável (EM) da glicerina, que varia em função
33 do nível de inclusão na dieta, fase de criação e do processo de produção a qual foi obtida, com valores citados
34 de 4.015 kcal/kg de EMA na matéria natural (OLIVEIRA et al., 2013), 3.621 kcal/kg de EMAn entre 7 e 10
35 dias de idade, 3.331 kcal/kg de EMAn entre 21 e 24 dias e 3.349 kcal/kg de EMAn entre 42 e 45 dias de idade
36 (DOZIER et al., 2008). A energia metabolizável da glicerina é dependente da composição química (glicerol,
37 metanol, ácidos graxos, cloreto de sódio) que varia de acordo com o processo de produção (DOZIER; KERR;
38 BRANTON, 2011). De acordo com Kerr et al. (2012) as principais variações estão relacionadas com o teor de

1 glicerol (78 a 85%), umidade (8 a 15%), sais (2 a 10%), ácidos graxos (em torno 0,5%) e de metanol onde são
2 encontrados valores abaixo de 0,5%.

3 Em relação ao óleo de soja, a energia metabolizável aparente (EMA) pode ter sido maior em relação à
4 dieta com inclusão de glicerina e conseqüentemente maior ingestão de energia metabolizável (IEM), sendo
5 justificado pelo efeito extra calórico do óleo (fonte de ácidos graxos essenciais, melhora a palatabilidade da
6 ração e a absorção de vitaminas lipossolúveis) e ao efeito extra metabólico da gordura, resultando na melhoria
7 da eficiência energética (SAKOMURA et al., 2004).

8 Não foi observado efeito significativo dos níveis de energia metabolizável das dietas, como também não
9 houve interação das fontes energéticas de baixo incremento calórico (glicerina ou óleo de soja) com os níveis
10 de energia metabolizável das dietas para as variáveis ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida
11 (ER) e produção de calor (PC).

12 Foi observado que as variáveis de desempenho (PM, GP, CR e CA) não foram influenciadas ($P > 0,05$)
13 pelo tipo de fonte de baixo incremento calórico (glicerina ou óleo de soja) (tabela 9). Estes dados comprovam
14 que a glicerina é uma fonte energética alternativa a ser utilizada na ração de frangos de corte, estando de
15 acordo com os dados relatados na fase pré-inicial deste estudo.

16 Não foi observado interação ($P > 0,05$) das fontes de baixo incremento calórico com os níveis de energia,
17 entretanto observou-se efeito ($P < 0,05$) do aumento da densidade energética por meio da inclusão de glicerina
18 ou óleo de soja nas dietas sobre as variáveis peso médio (PM), ganho de peso (GP) e conversão alimentar
19 (CA). Houve efeito quadrático para peso médio ($PM = -14273 + 9,7327EM - 0,0016EM^2$, $R^2 = 0,75$), e para
20 ganho de peso ($GP = -14171 + 9,5576EM - 0,00155EM^2$, $R^2 = 0,74$), com nível ótimo de 3.041 kcal/kg para
21 peso médio e 3.185 kcal/kg para ganho de peso. Para conversão alimentar houve efeito linear decrescente (CA
22 $= 3,7331 - 0,007EM$, $R^2 = 0,89$).

23 Na tabela 10, foi observado diferença ($P < 0,05$) entre as fontes energéticas de baixo incremento calórico
24 para a ingestão de energia metabolizável (IEM) e Produção de calor (PC). A IEM foi maior com a inclusão de
25 óleo de soja em comparação a glicerina na dieta, porém a inclusão de glicerina permitiu reduzir a produção de
26 calor. Houve efeito linear crescente ($ER = -201,97 + 0,1206EM$, $R^2 = 0,98$) na retenção de energia corporal com
27 o aumento dos níveis de energia na dieta, não havendo diferença entre os tipos de fontes (glicerina ou óleo de
28 soja). A cada nível energético na dieta, houve aumento de 0,1206 kcal/kg^{0,75}/dia de energia na carcaça por ave,
29 observando maior retenção de energia ao nível de 3.130 kcal/kg, estando este nível com 150 kcal/kg acima da
30 exigência para esta fase. O aumento dos níveis de energia na dieta permitiu maior ingestão de energia e em
31 função desta houve aumento da energia retida na carcaça e na produção de calor (SAKOMURA et al., 2004). A
32 energia retida na carcaça (ER) é proveniente da energia metabolizável disponível para produção (EMp), sendo
33 uma parte desta, destinada para retenção de proteína e outra para retenção de gordura (ROSTAGNO;
34 SAKOMURA, 2007).

35 Houve interação entre as fontes e os níveis de energia para as variáveis ingestão de energia metabolizável
36 (IEM) e produção de calor (PC). Na variável IEM, houve efeito quadrático ($IEM_o = -7276,412 + 5,014EM -$
37 $0,000824EM^2$, $R^2 = 0,98$) para as dietas com óleo de soja, sendo observado maior IEM com o nível de 3042
38 kcal/kg. Para produção de calor (PC) verifica-se efeito quadrático ($PC_g = 11887 - 6,96852EM + 0,00113EM^2$,

1 $R^2 = 0,98$) com a inclusão de glicerina, diminuindo até nível de 3.083 kcal/kg e aumentando a partir deste
2 nível. Com a inclusão de óleo de soja também foi observado regressão quadrática ($PCo = -15108,20663 +$
3 $10,20856EM + 0,0017EM^2$, $R^2 = 0,99$) com ponto mínimo de 3002 kcal/kg. Estes dados comprovam a eficácia
4 da glicerina como ingrediente de baixo incremento calórico a ser utilizado na dieta de frangos de corte,
5 demonstrando melhor que o óleo de soja. Em temperaturas elevadas às aves reduz o consumo de ração para
6 diminuir a ingestão de energia metabolizável e, conseqüentemente, a produção de calor (BLAXTER, 1989).
7 Longo et al. (2006) observou redução da IEM, ER e do PC conforme o nível de alimentação decresceu, e nas
8 diferentes temperaturas (13°, 23°, 32° C). Neste estudo, as aves estavam em estresse por calor, não
9 apresentaram redução da IEM, tendo como base o nível da exigência de energia metabolizável de 2980 kcal/kg
10 para respectiva fase, o que vem a comprovar a eficiência do aumento da densidade energética com a inclusão
11 de glicerina, sendo uma forma viável de estratégia nutricional frente aos efeitos negativos da temperatura sobre
12 o desempenho produtivo das aves.

13 Não foi observado efeito significativo das fontes de baixo incremento calórico sobre os parâmetros de
14 desempenho (PM, GP, CR e CA) (tabela 11). Houve efeito dos níveis de energia da dieta para a variável ganho
15 de peso e conversão alimentar, com regressão linear e quadrática não significativa.

16 Na tabela 12, não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de baixo incremento calórico
17 para as variáveis estudadas (IEM, ER, PC), porém observa-se efeito linear crescente para a ingestão de energia
18 metabolizável ($IEM = -69,947 + 0,1405EM$, $R^2 = 0,61$); com aumento dos níveis de energia, ocorrendo
19 acréscimos de 0,1405 kcal/kg^{0,75}/dia a cada nível. Ao nível de 3.200 kcal/kg houve maior ingestão de energia e
20 menor com o nível de 2.975 kcal/kg. O aumento da inclusão de glicerina ou óleo de soja na ração, que são
21 consideradas ingredientes energéticos, possibilita o aumento da densidade energética da dieta e
22 conseqüentemente maior consumo energético (kcal/dia) pela ave.

23 Verificou-se interação significativa das fontes de baixo incremento calórico com os níveis de energia das
24 dietas para a variável energia retida na carcaça (ER). Para o óleo de soja houve efeito quadrático ($ERo = 24326$
25 $-15,563EM + 0,0025EM^2$, $R^2 = 0,98$) com o aumento dos níveis de energia, com ponto mínimo de 3,112
26 kcal/kg, aumentando a partir deste nível. Percebe-se que a densidade energética da dieta influencia no
27 metabolismo energético das aves, ocorrendo diferentes retenções de energia na carcaça. Sakomura et al. (2004)
28 observou diferença entre os níveis energéticos da dieta, ao nível de 3.200 kcal/kg foi obtido melhor equilíbrio
29 na eficiência de utilização de energia para deposição de proteína e gordura e ao nível de 3.350 kcal/kg
30 melhorou o desempenho dos frangos de corte. Diante disso é necessário determinar um nível energético que
31 possibilite um bom desempenho aos frangos de corte e ao mesmo tempo uma melhor qualidade de carcaça,
32 obtida com menor teor de gordura corporal.

33 Para a variável produção de calor (PC) não foi observado regressão linear e quadrática significativa com o
34 aumento dos níveis de energia. Observa-se que a maior ingestão de energia (IEM) devido a maior densidade
35 energética ocasionou maior produção de calor, ou seja, há uma relação entre estas duas variáveis (IEM x PC),
36 porém foi observado que este fato foi diferente em relação a variável energia retida (ER). Os frangos de corte
37 em estresses por calor tendem a reduzir o consumo de ração, objetivando a redução na produção de calor para
38 manter a homeotermia corporal (FURLAN; MACARI, 2008). Frangos de corte submetidos a diferentes

1 temperaturas e níveis de alimentação apresentam comportamentos diferentes para IEM e PC. Temperaturas
 2 abaixo da zona de conforto térmico as aves aumentam a ingestão de energia e conseqüentemente a produção de
 3 calor, ocorrendo efeito contrário com temperaturas acima da zona de conforto térmico (LONGO et al., 2006).
 4 Existe um nível energético que possibilita uma adequada ingestão de energia e produção de calor sem que
 5 ocorram prejuízos no desempenho e qualidade da carcaça dos frangos de corte.

6 Não foi observado efeito significativo entre as fontes de baixo incremento calórico para as variáveis de
 7 desempenho, não sendo observada também interação ($P > 0,05$) entre as fontes e os níveis de energia das
 8 dietas (tabela 13). Na conversão alimentar (CA) foi observado efeito quadrático dos níveis de energia. Estes
 9 dados corroboram com os de Merval (2013) que não observou interação da inclusão de glicerina ou óleo de
 10 soja com os níveis de energia das dietas, porém o consumo de ração foi significativamente maior com a
 11 inclusão de glicerina. De acordo com Oliveira (2015), o aumento dos níveis de energia metabolizável na ração
 12 melhorou a conversão alimentar dos frangos de corte, obtendo-se a melhor CA com o nível de 3275 kcal/kg.

13 Não houve efeito ($P > 0,05$) entre a glicerina ou óleo de soja para as variáveis do balanço energético (tabela
 14 8), entretanto observa-se interação das fontes de baixo incremento calórico e dos níveis de energia das dietas na
 15 variável ingestão de energia metabolizável (IEM). Para a inclusão de glicerina na dieta não se observou
 16 regressão significativa e para inclusão de óleo de soja, houve efeito quadrático ($IEM_o = -17578,8 +$
 17 $11,2682EM - 0,00177EM^2$, $R^2 = 0,63$). A partir da derivada da equação de regressão obteve-se a máxima
 18 ingestão de energia ao nível de 3.183 kcal/kg. As aves que ingeriram dietas com óleo de soja não conseguem
 19 ajustar adequadamente a ingestão de energia em função dos níveis energéticos, porém observa-se o contrário
 20 com glicerina nas dietas, havendo neste caso, melhor ajuste com esta dieta. Sakomura et al. (2004) avaliando
 21 níveis energéticos da dieta para frangos de corte, não observaram diferença significativa do consumo de
 22 energia.

23 A glicerina e o óleo de soja podem ser incluídas nas dietas de frangos de corte sem perdas no
 24 desempenho. Somente na fase inicial de criação, a produção de calor foi significativamente menor com a
 25 inclusão de glicerina em relação ao óleo de soja.

26
 27 BLAXTER, K. **Energy metabolism in animals and man**. Cambridge, 1989. 336p.

28 CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed
 29 ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.11, p.1001-1007, 2006.

30
 31 DOZIER, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A. Apparent metabolizable energy of crude glycerin originating
 32 from different sources in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, p. 2528-2534, 2011.

33
 34 DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin or Broiler Chickens.
 35 **Poultry Science**, v. 87, p.317-322, 2008.

36
 37
 38 FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M; FURLAN, L.R.; GONZALES, E. (Ed.)
 39 **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 209-228.

40
 41 GIANFELICI, M. F.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ Jr, A. M.; KESSLER, A. M.; VIEIRA, M. M.;
 42 MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens.
 43 **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.

- 1
2 KERR, B.J.; SHURSON, G.C.; JOHNSTON, L.J.; DOZIER, W.A. Utilization of crude glycerin in
3 nonruminants. In: Montero, G.; Stoytcheva, M. **Biodiesel – Quality, Emissions and By-Products**. InTech,
4 Rijeka, Croatia, 2012. p. 365-380.
5
- 6 LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYMAN M. S.; STALDER, K.; DOZIER, W. A.; WEBER, T.E.;
7 KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol
8 for laying hens. **Poultry Science**, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008.
9
- 10 LANGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa e Tecnologia**,
11 v.5, n.11, outubro de 2008. www.aptaregional.sp.gov.br.
12
- 13 LARA, L. J. C. et al. Efeito dos níveis de energia da dieta sobre o desempenho e rendimentos de carcaça de
14 frangos de corte. **Revista Ceres**, Belo Horizonte, v.55, n. 5, p. 402-408, 2008.
15
- 16 LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; RABELLO, C.B.V. et al. Exigências energéticas para manutenção e para
17 o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.
18
- 19 MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan. 2007. 386p.
20
- 21 MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; GARCIA,E.A.; ALMEIDA, M. I. M.; GARCIA, R. G.
22 Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de
23 corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004 (Supl. 3).
24
- 25 MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; FREITAS, E. R.; JFERNANDES, J. B. K.;
26 BARBOSA, N. A. A. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em
27 semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1433-1440, 2008.
28
- 29 MERVAL, R.R. **Energia metabolizável incrementada com glicerina ou óleo de soja em rações para**
30 **frangos de corte em ambiente de desconforto térmico**. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência
31 Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
32
- 33 NUNES, V. R. et al. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para pintos de corte de 8 a 21 dias de
34 idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3935-3946, 2015.
35
- 36 OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.I. et al. Níveis de energia metabolizável
37 para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista**
38 **Brasileira de Zootecnia**, v.4, 29, p. 1132-1140, 2000.
39
- 40 OLIVEIRA, D. D.; PINHEIRO, J. W.; OBA, A.; FONSECA, N. A. N. Desempenho de frangos de corte
41 alimentados com glicerina pura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4083-
42 4092, 2013.
43
- 44 OLIVEIRA, P.Q. **Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável no**
45 **desempenho de frangos de corte na fase final de criação**. 2015. 48f. Dissertação (Mestrado em engenharia
46 agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
47
- 48 PENZ JUNIOR, A.M.; GIANFELLICE, M. Futuro dos grãos x combustível. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL
49 DE AVICULTURA, 9., 2008, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Embrapa Suínos e Aves, 2008. p. 34-48.
50
- 51 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:**
52 **composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
53 252p.
54
- 55 SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.V. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da
56 dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33,
p.1758-1767, 2004.

- 1
2 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.**
3 Jaboticabal: Funep, 2007 283p.
4
- 5 SANTOS, E.T. **Glicerina como estratégia nutricional para frangos de corte criados em região de clima**
6 **quente.** 2013. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus.
7 SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System: user's guide.** Version 9.1 eds. Cary; 2002.
8
- 9 SANTOS, E.T.; SILVA, F.F.; BARBOSA, F.C. et al. Equação de Predição para Determinação de Energia
10 Metabolizável da Glicerina na Alimentação de Frangos de Corte em Diferentes Idades. In: Simpósio de
11 Avicultura do Nordeste, 2012, João Pessoa. 1., **Anais...** João Pessoa: GETA, 2012.
12
- 13 SILVA FILHA, O.L.; BARBOZA, W.A.; FARIAS FILHO, R.V. et al. Efeito do nível energético da ração
14 sobre o desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista**
15 **da FZVA**, v.11, p.194-207, 2004.
16
- 17 SILVA, C. L. S.; MENTEN, J. F. M.; TRALDI, A. B.; PREIRA, R.; ZAVARIZE, K. C.; SANTAROSA, J.
18 Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Revista Brasileira de Ciência**
19 **Avícola**, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.
20
- 21 SILVA, C.L.S. et al. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Brazilian**
22 **Journal of Poultry Science**, v.14, n.3, p.159-232, 2012.
23
- 24 SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa: UFV,
25 2002. 235p.

1 **Tabela 1.** Tratamentos experimentais

Tratamentos	Fonte Energética	Níveis de Energia (kcal/kg)			
		(Fases de criação)			
		Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
T1	Glicerina	2850	2905	2975	3025
T2	Glicerina	2925	2980	3050	3100
T3	Glicerina	3000	3055	3125	3175
T4	Glicerina	3075	3130	3200	3250
T5	Óleo de soja	2850	2905	2975	3025
T6	Óleo de soja	2925	2980	3050	3100
T7	Óleo de soja	3000	3055	3125	3175
T8	Óleo de soja	3075	3130	3200	3250

2

3 **Tabela 2.** Proporção da mistura da ração

Níveis EM (Kcal/kg)	Tratamentos (%)							
	Glicerina				Óleo de soja			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1 a 7 dias								
2850	100	66,67	33,33	-	100	66,67	33,33	-
3075	-	33,33	66,67	100	-	33,33	66,67	100
8 a 21 dias								
2905	100	66,67	33,33	-	100	66,67	33,33	-
3130	-	33,33	66,67	100	-	33,33	66,67	100
22 a 33 dias								
2975	100	66,67	33,33	-	100	66,67	33,33	-
3200	-	33,33	66,67	100	-	33,33	66,67	100
34 a 42 dias								
3025	100	66,67	33,33	-	100	66,67	33,33	-
3250	-	33,33	66,67	100	-	33,33	66,67	100

Tabela 3. Composição das dietas experimentais na fase de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes	Glicerina		Óleo de soja	
	T1	T4	T5	T8
Milho Grão	55,486	42,278	56,092	52,213
Farelo de soja 45%	36,889	19,238	37,721	32,559
Soja int. extrusada	1,155	25,949	-	7,268
Óleo de soja	-	-	0,853	3,412
Glicerina ADM	2,090	8,360	-	-
Fosfato Bicálcico	1,910	1,908	1,910	1,910
Calcário Calcítico	0,913	0,886	0,914	0,907
Areia	-	-	0,773	-
Metionina MHA	0,417	0,435	0,417	0,421
L-Lisina 79	0,289	0,255	0,290	0,280
Sal Comum	0,248	-	0,248	0,253
Suplemento Mineral e Vitamínico ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Cloreto de Amônia	-	0,240	-	-
Bicarbonato de Sódio	0,203	0,051	0,382	0,377
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional				
Ácido Linoleico (%)	1,499	3,488	1,867	3,832
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920
Cloro (%)	0,200	0,200	0,200	0,200
Energ. Met. Aves (Mcal/Kg)	2,850	3,075	2,850	3,075
Fósforo Disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470
Lisina Dig. Aves (%)	1,304	1,304	1,304	1,304
Met. + Cist. Dig. Aves (%)	0,939	0,939	0,939	0,939
Metionina Dig. Aves (%)	0,642	0,654	0,641	0,645
Potássio (%)	0,854	0,900	0,853	0,866
Proteína Bruta (%)	22,000	22,000	22,000	22,000
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220
Treonina Dig. Aves (%)	0,743	0,747	0,743	0,744

¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico 200 mg. Ácidopantoténico 3.120 mg. aditivo antioxidante 25.000 mg. biotina 10.000 mg. cobre 2.000 mg. colina 78.102,01 mg. ferro 11.250 mg. halquinol 7.500 mg. iodo 187.50 mg. manganês 18.738,60 mg. monensina 25.000 mg. niacina 8.400 mg. selênio 75 mg. vitamina A 1.680.000 UI. vitamina B1 436,50 mg. vitamina B2 1.200 mg. vitamina B6 624 mg. vitamina B12 2.400 mg. vitamina D3 400.000 UI. vitamina E 3.500 mg. vitamina K3 360 mg. zinco 17.500 mg.

1

Tabela 4. Composição das dietas experimentais na fase de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Glicerina		Óleo de soja	
	T1	T4	T5	T8
Milho Grão	61,297	48,324	61,287	58,178
Farelo de soja 45%	32,607	15,270	32,620	28,481
Soja int. extrusada	-	24,355	-	5,827
Óleo de soja	-	-	0,853	3,412
Glicerina ADM	2,090	8,360	-	-
Fosfato Bicálcico	1,490	1,488	1,489	1,489
Calcário Calcítico	1,058	1,030	1,058	1,050
Areia	0,071	-	1,128	-
Metionina MHA	0,328	0,345	0,328	0,332
L-Lisina 79	0,237	0,204	0,238	0,230
Sal Comum	0,229	0,009	0,229	0,234
Suplemento Mineral e Vitamínico ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Cloreto de Amônia	-	0,215	-	-
Bicarbonato de Sódio	0,193	-	0,370	0,367
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional				
Ácido Linoleico (%)	1,461	3,414	1,921	3,770
Cálcio (%)	0,860	0,860	0,860	0,860
Cloro (%)	0,190	0,190	0,190	0,190
Energ. Met. Aves (Mcal/Kg)	2,905	3,130	2,905	3,130
Fósforo Disponível (%)	0,384	0,384	0,384	0,384
Lisina Dig. Aves (%)	1,141	1,141	1,141	1,141
Met. + Cist. Dig. Aves (%)	0,822	0,822	0,822	0,822
Metionina Dig. Aves (%)	0,547	0,558	0,547	0,549
Potássio (%)	0,774	0,819	0,774	0,785
Proteína Bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210
Treonina Dig. Aves (%)	0,677	0,679	0,677	0,678

¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico 162,50 mg. Ácidopantoténico 2,600 mg. aditivo antioxidante 25.000 mg. cobre 2.000 mg. colina 71.593,49 mg. ferro 11.250 mg. halquinol 7.500 mg. iodo 187.50 mg. manganês 18.750 mg. niacina 7000 mg. selênio 75 mg. vitamina A 1.400.000 UI. vitamina B1 388 mg. vitamina B2 1.000 mg. vitamina B6 520 mg. vitamina B12 2.000 mg. vitamina D3 300.000 UI. vitamina E 2.500 mg. vitamina K3 300 mg. zinco 17.500 mg.

2
3
4
5
6
7
8
9
10

1 **Tabela 5.** Composição das dietas experimentais na fase de 22 a 33 dias de idade

Ingredientes	Glicerina		Óleo de soja	
	T1	T4	T5	T8
Milho Grão	63,762	49,908	65,237	60,488
Farelo de soja 45%	27,939	9,570	29,927	23,610
Soja int. extrusada	2,781	28,700	-	8,896
Óleo de soja	-	-	0,853	3,412
Glicerina ADM	2,090	8,360	-	-
Fosfato Bicálcico	1,243	1,240	1,243	1,243
Calcário Calcítico	0,936	0,908	0,939	0,930
Areia	-	0,295	0,200	-
DL-Metionina	0,242	0,257	0,240	0,246
L-Lisina 79	0,190	0,152	0,194	0,180
Sal Comum	0,213	-	0,085	0,218
Suplemento Mineral e Vitamínico ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Cloreto de Amônia	-	0,210	0,113	-
Bicarbonato de Sódio	0,204	-	0,569	0,377
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional				
Ácido Linoleico (%)	1,7355	3,813	1,973	4,068
Cálcio (%)	0,7500	0,750	0,750	0,750
Cloro (%)	0,1800	0,180	0,180	0,180
Energ. Met. Aves (Mcal/Kg)	2,9750	3,200	2,975	3,200
Fósforo Disponível (%)	0,3350	0,334	0,335	0,335
Lisina Dig. Aves (%)	1,0450	1,045	1,045	1,045
Met. + Cist. Dig. Aves (%)	0,763	0,763	0,763	0,763
Metionina Dig. Aves (%)	0,4995	0,511	0,498	0,502
Potássio (%)	0,7418	0,790	0,736	0,753
Proteína Bruta (%)	19,000	19,028	19,000	19,000
Sódio (%)	0,206	0,206	0,206	0,206
Treonina Dig. Aves (%)	0,646	0,649	0,646	0,647

2 ¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico 162,50 mg. ácidopantoténico 2.600 mg. aditivo
3 antioxidante 25.000 mg. cobre 2.000 mg. colina 71.593,49 mg. ferro 11.250 mg. halquinol 7.500 mg.
4 iodo 187.50 mg. manganês 18.750 mg. niacina 7000mg. selênio 75 mg. vitamina A 1.400.000 UI.
5 vitamina B1 388 mg. vitamina B2 1.000 mg. vitamina B6 520 mg. vitamina B12 2.000 mg. vitamina
6 D3 300.000 UI. vitamina E 2.500 mg. vitamina K3 300 mg. zinco 17,500 mg.

7
8
9
10
11
12
13
14

1 **Tabela 6.** Composição das dietas experimentais na fase de 34 a 42 dias de idade

Ingredientes	Glicerina		Óleo de soja	
	T1	T4	T5	T8
Milho Grão	67,700	50,500	68,934	64,427
Farelo de soja 45%	25,000	2,000	26,667	20,672
Soja int. extrusada	2,329	34,650	-	8,442
Óleo de soja	-	-	0,853	3,412
Glicerina ADM	2,090	8,36	-	-
Fosfato Bicálcico	1,027	1,025	1,027	1,026
Calcário Calcítico	0,830	0,794	0,832	0,823
Areia	-	1,895	0,484	-
DL-Metionina	0,211	0,231	0,210	0,215
L-Lisina 79	0,192	0,147	0,195	0,183
Sal Comum	0,195	-	0,193	0,200
Suplemento Mineral e Vitamínico ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloreto de Amônia	-	0,198	-	-
Bicarbonato de Sódio	0,226	-	0,405	0,400
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional				
Ácido Linoleico (%)	1,740	4,333	2,014	4,073
Cálcio (%)	0,650	0,650	0,650	0,650
Cloro (%)	0,170	0,170	0,170	0,170
Energ. Met. Aves (Mcal/Kg)	3,025	3,250	3,025	3,250
Fósforo Disponível (%)	0,290	0,290	0,290	0,290
Lisina Dig. Aves (%)	0,969	0,969	0,969	0,969
Met. + Cist. Dig. Aves (%)	0,707	0,707	0,707	0,707
Metionina Dig. Aves (%)	0,457	0,472	0,455	0,459
Potássio (%)	0,692	0,751	0,687	0,703
Proteína Bruta (%)	17,800	17,798	17,800	17,800
Sódio (%)	0,205	0,205	0,205	0,205
Treonina Dig. Aves (%)	0,604	0,607	0,604	0,605

2 ¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido pantotênico 3536,00 mg; cobre 3.250,00 mg; colina
3 117,15 mg ; ferro 20,00 g; iodo 400 mg; manganês 30,00 g; niacina 10,21 g; selênio 100,00 mg;
4 vitamina A 982500,00 UI; vitamina B12 2.357,00 mg; vitamina B2 1.212,00 mg; vitamina D3
5 25000,00 UI; vitamina E 2750,00 UI; vitamina K3 275,00 mg; zinco 25,00 g.

Tabela 7. Efeito dos níveis de energia incrementados com fontes energéticas de baixo incremento calórico sobre o peso médio (PM), Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) na fase de 1 a 7 dias de idade

Variáveis	Fontes	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		2850	2925	3000	3075			Fonte	EM	F x EM
PM (Kg)	Glicerina	159,00	165,15	151,71	162,00	159,46	5,60	0,4430	0,7175	0,1129
	Óleo de soja	166,20	155,55	163,95	162,10	161,95				
	Média	162,60	160,35	157,83	162,05					
GP (Kg)	Glicerina	114,10	120,05	106,81	117,10	114,51	7,82	0,4411	0,7299	0,1187
	Óleo de soja	121,10	110,55	119,15	117,30	117,02				
	Média	117,60	115,30	112,98	117,20					
CR (Kg)	Glicerina	133,20	137,30	121,74	123,30	128,88	7,36	0,0977	0,1413	0,1611
	Óleo de soja	142,80	129,50	135,20	131,70	134,80				
	Média	138,00	133,40	128,47	127,50					
CA	Glicerina	1,16	1,14	1,14	1,05	1,12	4,71	0,1836	0,0208	0,5335
	Óleo de soja	1,18	1,17	1,13	1,12	1,15				
	Média ¹	1,17	1,15	1,13	1,08					

¹Efeito linear (CA = 2,278 – 0,0004EM, R² = 0,93).

Tabela 8. Médias obtidas com dietas contendo glicerina ou óleo de soja sobre a ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida no corpo (ER) e produção de calor (PC) na fase de 1 a 7 dias de idade

Variáveis (Kcal/kg ^{0,75} / dia)	Fontes	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média ¹	CV (%)	P>F		
		2850	2925	3000	3075			Fonte	EM	F x EM
IEM	Glicerina	304,62	315,94	287,65	298,18	301,60 B	5,30	0,0052	0,4212	0,0618
	Óleo de soja	322,92	306,27	316,91	331,92	319,50 A				
	Média	313,77	311,11	302,28	315,05					
ER	Glicerina	96,75	115,24	80,20	140,77	108,24	27,42	0,3234	0,1900	0,2837
	Óleo de soja	130,22	117,79	109,88	119,56	119,36				
	Média	113,49	116,51	95,04	130,17					
PC	Glicerina	207,87	200,71	207,46	157,41	193,36	16,42	0,5582	0,5699	0,1331
	Óleo de soja	192,71	188,48	207,03	212,36	200,15				
	Média	200,29	194,60	207,25	184,88					

¹Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente (P<0,05) pelo teste SNK.

Tabela 9. Efeito dos níveis de energia incrementados com fontes energéticas de baixo incremento calórico sobre o peso médio (PM), Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar na fase de 8 a 21 dias de idade

Variáveis	Fontes	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		2905	2980	3055	3130			Fonte	EM	F x EM
PM (Kg)	Glicerina	682,40	702,32	758,40	730,67	718,41	5,05	0,2169	0,0169	0,7929
	Óleo de soja	684,40	690,90	725,50	708,60	702,35				
	Média ¹	683,40	696,61	741,95	719,64					
GP (Kg)	Glicerina	520,10	538,92	594,70	568,17	555,48	6,61	0,2062	0,0184	0,8171
	Óleo de soja	520,80	527,30	562,60	544,70	538,85				
	Média ²	520,45	533,11	578,65	556,44					
CR (Kg)	Glicerina	826,55	793,19	830,80	799,83	812,59	3,93	0,5484	0,2150	0,5495
	Óleo de soja	813,70	814,70	811,60	783,00	805,75				
	Média	820,13	803,95	821,20	791,42					
CA	Glicerina	1,59	1,47	1,40	1,40	1,46	3,74	0,1104	0,0001	0,3880
	Óleo de soja	1,57	1,54	1,44	1,44	1,49				
	Média ³	1,58	1,50	1,42	1,42					

¹Efeito quadrático (PM= -14273+9,7327EM - 0,0016EM², R² = 0,75); ²Efeito quadrático (GP = -14171 + 9,5576EM - 0,0015EM², R² = 0,74); ³Efeito linear (CA = 3,7331 - 0,007EM, R² = 0,89).

Tabela 10. Médias obtidas com dietas contendo glicerina ou óleo de soja sobre a ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida no corpo (ER) e produção de calor (PC) na fase de 8 a 21 dias de idade

Variável (Kcal/kg ^{0,75} / dia)	Fonte	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média ¹	CV (%)	P>F		
		2905	2980	3055	3130			Fonte	EM	F x EM
IEM	Glicerina ²	344,52	340,86	341,82	344,40	342,94 B	1,89	0,0343	0,2622	0,0487
	Óleo de soja ³	338,70	352,56	353,97	349,13	348,27 A				
	Média	341,61	346,71	347,90	346,76					
ER	Glicerina	143,75	165,70	172,97	175,26	163,55	8,49	0,3466	0,0084	0,2849
	Óleo de soja	151,65	152,73	156,35	176,80	158,61				
	Média ⁴	147,70	159,21	164,66	176,03					
PC	Glicerina ⁵	200,75	175,16	168,87	169,13	179,38 B	7,24	0,0482	0,0330	0,0195
	Óleo de soja ⁶	187,02	199,83	197,65	172,40	189,67 A				
	Média	193,88	187,50	186,26	170,76					

¹Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente (P<0,05) pelo teste SNK; ²Regressão não significativa (P>0,05); ³Efeito quadrático (IEMo= -7344,70 + 5,05940EM - 0,0008EM², R² = 0,98); ⁴Efeito Linear (ER= -201,97 + 0,1206EM, R²=0,98) ⁵Efeito quadrático (PCg = 11887 - 6,96852EM + 0,00113EM², R² = 0,98); ⁶Efeito quadrático (PCo = - 15108,20663 + 10,20856EM + 0,0017EM², R² = 0,99).

Tabela 11. Efeito dos níveis de energia incrementados com fontes energéticas de baixo incremento calórico sobre o peso médio (PM), Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar na fase de 22 a 33 dias de idade

Variáveis	Fontes	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		2975	3050	3125	3200			Fonte	EM	F x EM
PM (Kg)	Glicerina	1569,60	1594,25	1599,85	1642,00	1601,43	2,67	0,8272	0,1253	0,7997
	Óleo de soja	1577,50	1599,47	1602,85	1612,50	1598,08				
	Média	1573,55	1596,86	1601,35	1627,25					
GP (Kg)	Glicerina	890,50	915,75	922,45	966,00	923,68	4,36	0,4620	0,0484	0,4485
	Óleo de soja	905,70	922,17	921,75	933,60	920,81				
	Média ¹	898,10	918,96	922,10	949,80					
CR (Kg)	Glicerina	1449,70	1499,05	1467,55	1530,05	1486,59	5,49	0,8419	0,1107	0,6652
	Óleo de soja	1490,80	1574,43	1411,70	1556,40	1508,33				
	Média	1470,25	1536,74	1439,63	1543,23					
CA	Glicerina	1,70	1,64	1,59	1,58	1,62	4,77	0,7090	0,0279	0,1567
	Óleo de soja	1,64	1,71	1,53	1,67	1,63				
	Média ²	1,66	1,67	1,56	1,62					

¹ Regressão linear e quadrática não significativa; ² Regressão linear e quadrática não significativa.

Tabela 12. Médias obtidas com dietas contendo glicerina ou óleo de soja sobre a ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida no corpo (ER) e produção de calor (PC) na fase de 22 a 33 dias de idade

Variável (Kcal/kg ^{0,75} /dia)	Fonte	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		2975	3050	3125	3200			Fonte	EM	F x EM
IEM	Glicerina	342,65	358,37	369,65	386,20	364,21	5,14	0,9318	0,0027	0,0783
	Óleo de soja	348,87	380,15	340,75	384,76	362,22				
	Média ¹	345,76	369,26	355,20	385,58					
ER	Glicerina ²	170,53	177,30	221,28	188,10	189,30	9,22	0,1105	0,0998	0,0003
	Óleo de soja ³	204,32	165,37	164,67	182,10	178,92				
	Média	187,42	171,33	192,97	185,52					
PC	Glicerina	172,12	181,10	148,35	198,13	174,92	13,78	0,2916	0,0026	0,0823
	Óleo de soja	144,57	214,80	176,07	202,70	183,32				
	Média ⁴	158,35	197,95	162,21	200,09					

¹ Efeito linear (IEM = -69,947+0,1405EM, R² = 0,61); ² Regressão não significativa (P>0,05); ³ Efeito quadrático (ERo = 24326 -15,563EM+0,0025EM², R² = 0,98); ⁴ Regressão linear e quadrática não significativa (P>0,05).

Tabela 13. Efeito dos níveis de energia incrementados com fontes energéticas de baixo incremento calórico sobre o peso médio (PM), Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar na fase de 34 a 42 dias de idade

Variáveis	Fontes	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		3025	3100	3175	3250			Fonte	EM	F x EM
PM (Kg)	Glicerina	2322,18	2332,50	2306,56	2317,08	2319,52	2,24	0,8197	0,2654	0,4958
	Óleo de soja	2297,50	2346,25	2286,18	2364,37	2323,83				
	Média	2309,84	2339,38	2296,88	2340,73					
GP (Kg)	Glicerina	765,93	770,00	740,31	760,83	759,27	6,94	0,6845	0,5839	0,9008
	Óleo de soja	745,00	756,25	728,43	776,87	751,64				
	Média	755,47	763,13	734,38	768,85					
CR (Kg)	Glicerina	1515,34	1486,68	1429,81	1404,50	1459,09	5,29	0,4686	0,5329	0,2381
	Óleo de soja	1414,18	1441,06	1476,11	1425,12	1439,12				
	Média	1464,77	1463,88	1452,96	1414,81					
CA	Glicerina	1,97	1,93	1,93	1,84	1,92	4,22	0,8956	0,0172	0,2031
	Óleo de soja	1,90	1,90	2,03	1,83	1,91				
	Média ¹	1,93	1,92	1,98	1,84					

¹ Regressão linear e quadrática não significativa.

Tabela 14 Médias obtidas com dietas contendo glicerina ou óleo de soja sobre a ingestão de energia metabolizável (IEM), energia retida no corpo (ER) e produção de calor (PC) na fase de 34 a 42 dias de idade

Variável (Kcal/kg ^{0,75} /dia)	Fonte	Nível calculado de energia da dieta (kcal/kg)				Média	CV (%)	P>F		
		3025	3100	3175	3250			Fonte	EM	F x EM
IEM	Glicerina ¹	328,97	335,75	319,13	307,27	323,02	4,55	0,3089	0,0658	0,0017
	Óleo de soja ²	293,60	313,15	341,40	321,07	317,30				
	Média	311,28	324,45	331,85	314,17					
ER	Glicerina	163,72	142,42	197,83	158,50	163,47	29,11	0,3189	0,3052	0,1700
	Óleo de soja	153,82	123,15	123,87	194,85	148,93				
	Média	158,78	132,79	155,57	176,68					
PC	Glicerina	165,22	193,27	121,30	148,77	159,53	29,17	0,5218	0,1613	0,0786
	Óleo de soja	139,77	190,00	217,52	126,22	168,38				
	Média	152,50	191,64	176,29	137,50					

¹ Regressão não significativa (P>0,05); ² Efeito quadrático (IEMo = -17578,8 + 11,2682EM - 0,00177EM², R² = 0,63).

4 REFERÊNCIAS GERAIS

ANDREOTTI, M.O. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.33, n.5, p.1145-1151, 2004.

BARBOSA, F. C.; BEZERRA, G. C.; SILVA, F. F.; SANTOS, E. T.; DOURADO, L. R. B. Glicerina em dietas para frangos de corte de 1 a 8 dias. In: Seminário de Iniciação Científica da UFPI, 9., 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: UFPI, 2010. CD-ROOM.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. 2.ed.rev. Lavras: Editora UFLA, 2012. 373 p.

BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cad. Tec. Vet. Zootec**. N. 31, p. 23-28, 2001.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 975-981, 2003.

BRANDÃO, T. **Diferentes tipos de óleo de soja e níveis de energia em dietas de frangos de corte: Desempenho e características de carcaça**. 2008, 62f. (Dissertação de Mestrado em ciência animal): Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.11, p.1001-1007, 2006.

COSTA, E.M.S. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo grão integral e coprodutos da soja em ambiente com calor cíclico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14. n.4, p.710-720,2013.

DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin or Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 87, p.317–322, 2008.

FREITAS, E.F.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F. et al. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M; FURLAN, L.R.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 209-228.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M; FURLAN, L.R.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 209-228.

GUERRA, R.L.H.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, A.F. et al. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira Saúde e Produção**

Animal, v.12, p.1038-1050, 2011.

LARA, L.J.C.; TEIXEIRA, J.L.; BAIÃO, N.L. Efeito dos níveis de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Revista Ceres*, v.55 (5), p. 402 – 408, 2008.

LANA, R.G.Q.L., ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1117-1124, 2000.

LANGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa e Tecnologia**, v.5, n.11, outubro de 2008. www.aptaregional.sp.gov.br

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; RABELLO, C.B.V. et al. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; GARCIA, E.A.; ALMEIDA, M. I. M.; GARCIA, R. G. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004 (Supl. 3).

MERVAL, R.R. **Energia metabolizável incrementada com glicerina ou óleo de soja em rações para frangos de corte em ambiente de desconforto térmico**. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -Universidade Federal do Piauí, Teresina.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.4, 29, p. 1132-1140, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.R.; ABREU, M.L.T. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVEIRA, R.F.M.; ZANUSSO, J.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de Energia Metabolizável para Frangos de Corte de 1 a 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.810-816, 2000.

PINTO, M.F.; LIMA, V.M.F.; RIBEIRO, S.C. Fontes de óleo nas dietas e sua influência no desempenho e na imunidade de frangos de corte. **Pesq. Vet. Bras**, v.34(5), p.409-414, 2014.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.909-917, 2003.

RABELLO, C.B.V. Produção de aves em clima quente. In: ZOOTECA, 2008, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: UFPA/ABZ, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.V. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007 283p.

SANTOS, E.T. **Glicerina como estratégia nutricional para frangos de corte criados em região de clima quente**. 2013. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus.

SANTOS, E.T.; SILVA, F.F.; BARBOSA, F.C. et al. Equação de Predição para Determinação de Energia Metabolizável da Glicerina na Alimentação de Frangos de Corte em Diferentes Idades. In: Simpósio de Avicultura do Nordeste, 2012, João Pessoa. 1., **Anais...** João Pessoa: GETA, 2012.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System: user's guide**. Version 9.1 ed. Cary; 2002.

SILVA FILHA, O.L.; BARBOZA, W.A.; FARIAS FILHO, R.V. et al. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista da FZVA**, v.11, p.194-207, 2004.

SILVA, C.L.S. et al. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.14, n.3, p.159-232, 2012.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.D. Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.6, p.1791-1800, 2001.