

BRUNO VINÍCIUS AKECHI

GOMA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof. Dr. Otto Mack Junqueira
Orientador

Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Coorientador

Ilha Solteira

2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A313g Akechi, Bruno Vinícius.
Goma de soja na alimentação de frangos de corte: digestibilidade e desempenho / Bruno Vinícius Akechi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
43 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2015

Orientador: Otto Mack Junqueira
Co-orientador: Antonio Carlos de Laurentiz
Inclui bibliografia

1. Lecitina. 2. Fosfatidilcolina. 3. Emulsificante. 4. Energia metabolizável.
5. Conversão calórica.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Goma de soja na alimentação de frangos de corte: digestibilidade e desempenho

AUTOR: BRUNO VINICIUS AKECHI

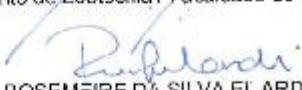
ORIENTADOR: Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal, Área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. EDVALDO ANTONIO GARCIA

Departamento de Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu

Data da realização: 27 de fevereiro de 2015.

Dedico:
Aos meus pais, Marcos e Salete
Que um dia eu possa ensinar aos meus filhos
Pelo menos a metade daquilo que me ensinaram

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Lidianne pelo apoio e confiança nos momentos bons e nos difíceis, pelo companheirismo e paciência que sempre teve comigo.

Ao meu filho Vinícius por ter me ensinado o que é o amor verdadeiro.

Ao meu filho Miguel por ser um anjo na minha vida e pelo seu sorriso que mostra que tudo vale a pena.

Ao meu pai Marcos pelo exemplo de dedicação que foi em toda minha vida.

À minha mãe Salete por tudo que fez e ainda faz pelos filhos.

Aos meus irmãos Diego e Jéssica, pela amizade e por tudo que vivemos juntos na nossa história.

Aos meus grandes amigos da graduação Sérgio, Túlio, Ramon, David, Paulo e André, por tudo que batalhamos e conquistamos juntos.

À Gabriely Staut e toda sua família que me acolheram em sua família na cidade de Três Lagoas.

Ao Prof. Otto pela oportunidade do mestrado e pelo auxílio neste trabalho apesar da distância.

Ao prof. Antonio Carlos de Laurentiz e família, pela amizade e confiança que depositou em mim esses anos todos.

À professora Rosemeire da Silva Filardi, pela amizade e exemplo que foi pra mim esses anos todos.

Ao Luís Carlos Chelatka, pelo empenho que fez com que fosse possível a realização destes experimentos.

À Cargill Agrícola SA pelo patrocínio neste projeto.

A Deus que me guiou e iluminou na escolha dos bons e corretos caminhos.

GOMA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO

RESUMO

Um experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, para avaliar a inclusão de Goma de Soja em dietas para frangos de corte, com o objetivo de avaliar seu valor energético e o melhor nível de inclusão. Inicialmente, foi realizado um ensaio de metabolismo na fase de 14 a 18 dias. Foram utilizadas 105 aves, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, um sendo a ração referência e dois com níveis de inclusão de goma (10 e 15%) para determinar o valor da energia metabolizável e o coeficiente de digestibilidade das dietas. Baseado nos valores de energia metabolizável, as dietas experimentais para a fase de 1 a 42 dias de idade foram formuladas com a inclusão crescente de goma de soja (0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%), as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, cinco repetições de 22 aves cada, lote misto, sendo metade de cada sexo. Os parâmetros avaliados foram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo calórico, conversão calórica, rendimento de carcaça e o melhor nível econômico de dietas. As variáveis foram avaliadas e, em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls no nível de 5% de probabilidade. A inclusão da goma de soja não influenciou o consumo de ração e o consumo calórico ($p > 0,05$), por sua vez, o ganho de peso sofreu alteração ($p < 0,05$) nas fases inicial e crescimento e a conversão alimentar sofreu alterações ($p < 0,05$) em todas as fases com exceção da fase final. O melhor nível econômico para a inclusão da goma de soja foi de 1,75%.

Palavras-chave: Lecitina. Fosfatidilcolina. Emulsificante. Energia metabolizável. Conversão calórica.

SOYBEAN GUM IN BROILER FEED: DIGESTIBILITY AND PERFORMANCE

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Poultry Section of the Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus School of Engineering of Ilha Solteira, to evaluate the inclusion of soybean gum in diets for broilers, with the aim of evaluating its energy value and the best level of inclusion. Initially a metabolism trial were performed in stage 14 to 18 days were used 105 birds distributed in a completely randomized design with three treatments, one being the reference diet and two gum inclusion levels (10 and 15%) to determine the value of metabolizable energy and the coefficient of digestibility of diets. Based on the values of metabolizable energy experimental diets for Phase 1 to 42 days of age were formulated with increasing additions of soybean gum (0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10%); the birds were distributed in a completely randomized design with five treatments and four replicates of 20 birds each, mixed batch being half of each sex. We evaluated feed intake, weight gain, feed conversion, calorie intake, calorie conversion, carcass yield and higher socioeconomic diets. The variables were evaluated and in case of statistical significance, means were compared by the Student-Newman-Keuls test at 5% probability. The inclusion of soybean gum did not affect feed intake and calorie consumption ($p > 0.05$) in turn weight gain was altered ($p < 0.05$) in the initial and growth phases and feed conversion suffered changes ($p < 0.05$) at all stages except the final stage. The higher economic level for the inclusion of soybean gum was 1.75%.

Keywords: Lecithin. Phosphatidylcholine. Emulsifier. Metabolizable energy. Calorie conversion.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	7
1.1	INTRODUÇÃO	7
1.1.1	Objetivo geral	9
1.1.2	Objetivos específicos	9
1.2	REVISÃO DA LITERATURA	10
1.2.1	Processo de obtenção da goma de soja	10
1.2.2	Lecitina de soja	12
1.2.3	Importância dos lipídios na nutrição de frangos de corte	14
	REFERÊNCIAS	17
2	CAPÍTULO 2 – METABOLISMO E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM GOMA DE SOJA	19
2.1	INTRODUÇÃO	19
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.2.1	Experimento I	20
2.2.2	Experimento II	23
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
2.3.1	Experimento I	29
2.3.2	Experimento II	33
2.4	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	39

1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem, ao longo dos anos, se destacando como um dos maiores produtores de carne de frango do mundo, se tornando um dos mais importantes no mercado mundial. O país é o maior exportador de carne avícola do mundo e apresenta um grande consumo no mercado interno, cerca de 41,80 kg/habitante/ano, o que demonstra o grande desenvolvimento dessa indústria e seu aporte técnico (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF, 2014).

No ano de 2013, foram produzidas 12.300 mil toneladas de carcaça de frango no país, sendo exportadas 3.918 mil toneladas que correspondem a 31,60% do total, produção essa proveniente de 46.142.775 matrizes de frango de corte (UBABEF, 2013).

A soja é uma commodity agrícola importante no cenário mundial e nacional, o Brasil é o maior produtor no mundo. A produção brasileira na safra de 2014/2015 está prevista para 94,57 milhões de toneladas (t) mundiais em uma área de 31,50 milhões de hectares (ha), segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2015).

Através do seu processamento, a soja é utilizada para a produção de óleo sendo esse destinado para alimentação animal, humana, ou produção de biocombustíveis. O farelo de soja é a parte sólida do processo sendo utilizado como principal fonte proteica de aves e suínos nas formulações de rações. O refino do óleo para consumo humano resulta numa série de outros compostos que necessitam de correto destino para os mesmos. Um destes compostos obtidos durante o refino do óleo bruto para óleo degomado é a goma de soja, sendo obtida através da centrifugação do óleo bruto após este ser hidratado.

A goma de soja pode ser refinada através de um processo de extração onde é purificada para obtenção da lecitina de soja, que é amplamente utilizada no consumo humano. Atualmente, esse processo não é visto de forma tão interessante para a indústria da soja devido ao fato da lecitina não ter mais tanta aceitação dos consumidores com o advento da soja transgênica.

Levando-se em conta a grande quantidade de soja produzida no país, qualquer subproduto gerado no processamento acarreta em um grande impacto ambiental e a destinação correta deste resíduo é importante. Segundo Araújo (2008), o processo de degomagem apresenta um rendimento de 97%, ou seja, a cada tonelada de óleo de soja bruto temos 970 kg de óleo degomado e 30 kg de goma. Considerando-se que o rendimento do óleo bruto é de 22% a cada tonelada de soja, na safra de 2014/2015 serão produzidas 20,80 milhões de toneladas de óleo bruto de soja, acarretando na produção de 624.416 toneladas de goma de soja, somente no Brasil.

A lecitina de soja é uma mistura complexa de fosfatídeos, sendo os seus principais componentes a fosfatidilcolina (16 a 26%), fosfatidiletanolamina (14-20%), fosfatidilinositol (10-14%), fitoglicolipídios (13%) e Fosfatidilserina (4%) (WOERFEL, 1981; ATTIA et al., 2008).

Devido à predominância da fosfatidilcolina na lecitina, muitos autores tratam o composto como fosfatidilcolina e lecitina comumente.

Acredita-se que os fosfolipídios são essenciais para a utilização das gorduras pelo organismo animal. A lecitina, presente em grande quantidade na soja, é um complexo natural de fosfolipídios, sendo composto principalmente pela fosfatidilcolina (CANTY; ZEISEL, 1994).

Frente às informações sobre a goma de soja, o presente estudo teve por objetivo determinar a energia metabolizável aparente da goma de soja, seus efeitos sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral e sua viabilidade de inclusão nas dietas de frangos de corte.

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a utilização da goma de soja como alimento para frangos de corte e verificar a viabilidade econômica de sua utilização como mais um produto comercial derivado da soja.

1.1.2 Objetivos específicos

Determinar a energia metabolizável aparente da goma de soja e a digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca e matéria mineral das dietas experimentais com e sem inclusão de goma;

Avaliar o nível ótimo de utilização da goma de soja, baseado nos parâmetros zootécnicos (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, consumo calórico, conversão calórica, rendimento de carcaça e viabilidade econômica).

1.2 REVISÃO DA LITERATURA

1.2.1 Processo de obtenção da goma de soja

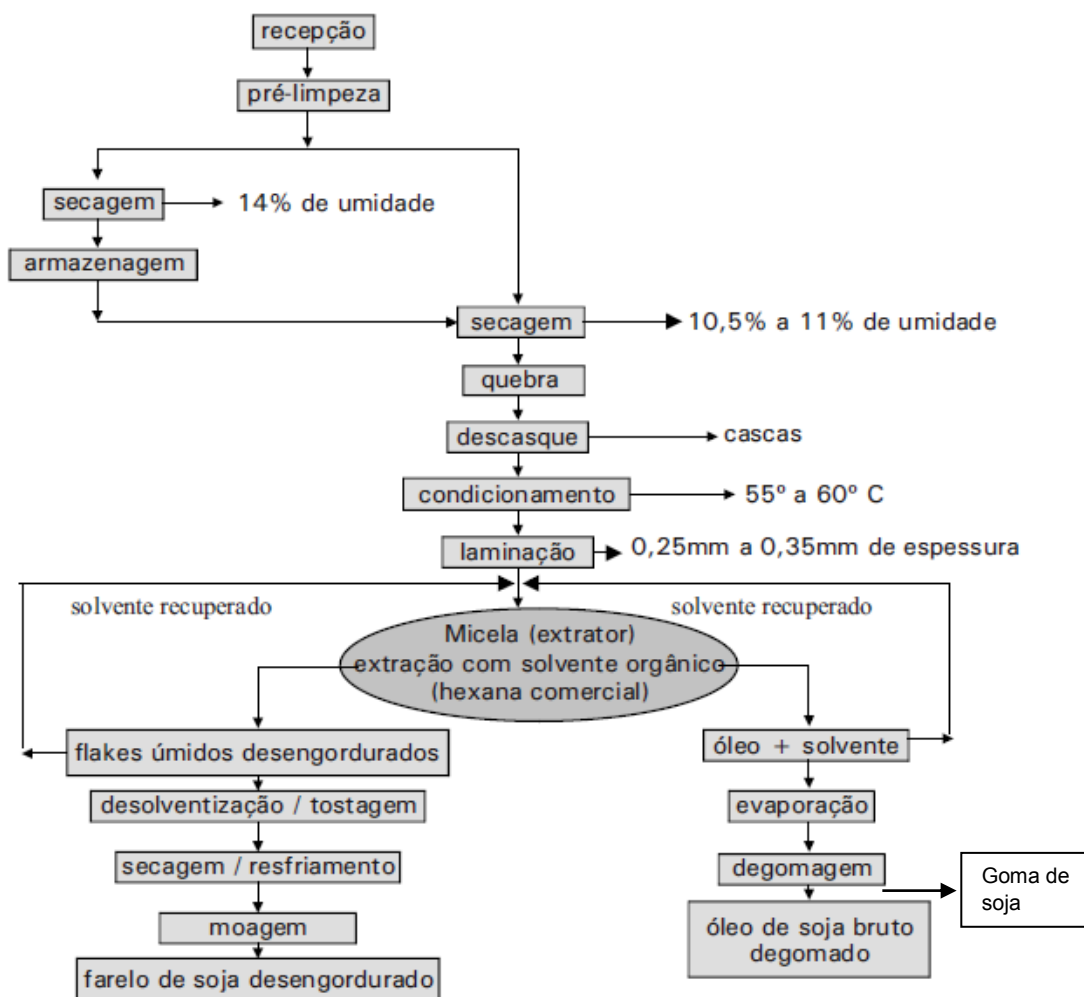
O fluxograma de uma fábrica de esmagamento de soja, desde sua recepção até a obtenção do óleo de soja e seus subprodutos é apresentado na Figura 1.

A operação de pré-limpeza consiste na retirada de impurezas dos grãos de soja como palha, sementes de outras plantas, matérias verdes e terra, entre outros. Esse procedimento é importante, principalmente devido à presença de materiais sujeitos à fermentação (materiais verdes e palhas) que podem afetar a qualidade de todo o lote. Para essa operação é utilizada uma máquina denominada de pré-limpeza, consistindo basicamente de duas peneiras vibratórias e uma corrente de ar para remover impurezas.

No fluxo de produção, após a pré-limpeza, a soja é direcionada para secadores para reduzir a umidade do grão; na sequência, o grão pode ser enviado para a armazenagem ou diretamente para o setor de esmagamento.

A soja que será esmagada é direcionada aos quebradores de rolo onde os grãos são reduzidos a 1/8 do tamanho original. Nesse equipamento, parte da casca da soja é retirada através de um fluxo de ar, processo importante pelo fato de a casca de soja possuir um elevado teor de fibra, sua não retirada ocasionará um teor muito elevado de fibra no farelo de soja, queda no teor de proteína bruta e menor eficiência da retirada do óleo da soja. Nessa quebra, as enzimas celulares lipase e peroxidase são liberadas, o que prejudica a qualidade do óleo e do farelo. Para evitar esses problemas, as etapas posteriores do processo devem ser realizadas o mais rapidamente possível (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA, 2001).

Figura 1 – Fluxograma de esmagamento de soja para produção de farelo e óleo



Autor: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa (2001).

Após a quebra, a soja é encaminhada para o condicionador que consiste em um equipamento que cozinha a soja e fornece umidade com o intuito de ajustar a umidade da massa, alterar características físicas proporcionando plasticidade ideal e reduzir a formação de finos e poeira viabilizando, assim, um produto de qualidade para a próxima etapa do processo. Esse cozimento parcial coagula e desnatura as proteínas e inativa parcialmente as enzimas lipolíticas (EMBRAPA, 2001). A inativação das enzimas impede a quebra dos triglicerídeos em ácidos graxos livres, diminuindo com isso a acidez do óleo, o que proporcionará melhor qualidade do óleo degomado no final do processo.

Na etapa seguinte, no condicionador, a massa é deslocada para o laminador onde é prensada até obter pequenos flocos com pequena espessura previamente determinada para aumentar a superfície de contato com o solvente.

Na extração podem ser realizados dois processamentos, um através de prensagem para retirar parcialmente o óleo e outro em que os flocos são introduzidos diretamente no extrator e o óleo é retirado com o solvente orgânico.

Normalmente, o segundo processo é utilizado com o solvente, o hexano. Os flocos são introduzidos no extrator onde são banhados com o solvente. O óleo dissolvido no solvente é chamado de micela e é direcionado para a destilação, enquanto o sólido nesse ponto é chamado de farelo branco e é direcionado para o equipamento chamado dessolventizador e tostador (DT).

No DT, o farelo sofre aquecimento para remover o resíduo de solvente e inativar os fatores antinutricionais da soja (inibidores de tripsina, hemaglutininas e fitohemaglutininas). O controle desse processo é imprescindível para garantir a qualidade final do farelo de soja da fábrica, principalmente a temperatura e o tempo de exposição do material que influenciam diretamente na qualidade do produto. Após a tostagem, o farelo é direcionado para a peletizadora e logo após é resfriado, estando pronto para a expedição.

A mistura do óleo e solvente é denominada de micela, a qual é direcionada para três evaporadores com o intuito de recuperar o solvente. Após o aquecimento, o óleo bruto é direcionado para o tanque de hidratação onde recebe água que reage com os fosfolipídios presentes no óleo bruto para poderem ser removidos na centrífuga. O produto removido por centrifugação recebe o nome de goma de soja e o óleo, após o processo, é chamado de óleo degomado e está apto para a alimentação animal.

1.2.2 Lecitina de soja

A lecitina de soja pode ser definida como uma mistura complexa de fosfatídeos. Seus principais componentes são a fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina,

fosfatidilinositol. Na Tabela 1 temos a composição da lecitina descrita por (ARAÚJO, 2008).

Tabela 1 - Composição da Lecitina

FOSFOLIPÍDIOS	%
Fosfatidilcolina (Lecitina)	20
Fosfatidiletanolamina	15
Fosfatidilinositol	20
Outros Fosfatídios	5
Carboidratos e esteróis	5
Triglicerídios	35
Total	100

Fonte: Araújo (2008).

A lecitina é um importante emulsificante natural composto por uma mistura de fosfolipídios. Apresenta uma fraca propriedade de emulsão e para proporcionar emulsões mais estáveis deve ser misturada com outros emulsificantes. Dentre seus componentes a fosfatidilcolina estabiliza emulsão óleo/água (O/A) e a fosfatidiletanolamina e o fosfatidilinositol estabilizam emulsão água/óleo (A/O) (ARAÚJO, 2008).

A lecitina comercial é obtida após a obtenção da goma de soja através de um processo de extração do óleo presente com acetona, podendo ou não sofrer um fracionamento alcoólico para promover a concentração da fosfatidilcolina com o intuito de melhorar a emulsão O/A (ARAÚJO, 2008).

Dentre as propriedades dos fosfolipídeos pode-se citar: aumentar a emulsão dos lipídios no intestino delgado, preparar a atividade da lipase pancreática, incorporar ácidos graxos apolares na fase micelar, melhorar a digestibilidade da gordura e controlar a absorção do colesterol (OVERLAND et al., 1994; AL-MARZOOQUI; LEESSON, 1999).

Existem muitos estudos da lecitina na nutrição animal, mas estudos com a goma de soja são praticamente inexistentes. A utilização da lecitina nas rações de

frango de corte promove aumento nutricional da dieta devido à emulsificação das gorduras, melhorando assim a digestão e absorção das mesmas, segundo Bellaver e Snizek (1999) como também foi comprovado por Raber (2009). A lecitina tem a capacidade de aumentar a superfície ativa para atuação da enzima lipase e também incorporar nas micelas mono e diglicerídios que têm sua digestão prejudicada. Esse efeito é extremamente notado em aves jovens que têm dificuldade em realizar síntese e reincorporação enterohepática dos sais biliares (OVERLAND et al., 1994; AL-MARZOOQUI; LESSON, 1999).

Todavia, os resultados utilizando-se essa substância não são unânimes. Azman e Ciftici (2004) não obtiveram aumento da digestibilidade devido ao aumento gradual da inclusão da lecitina nas dietas. Rocha et al. (2007) trabalhando com frangos de corte na fase pré-inicial, não observaram alteração no ganho de peso, no consumo de ração e na conversão alimentar quando utilizaram 0, 3, 6, 9 e 12 g de lecitina/kg de ração, o que também foi constatado por Oliveira (2009) ao utilizar um composto comercial com a presença de lecitina. Martinez (2012) testando a utilização da lecitina em conjunto com o óleo de soja degomado, também não encontrou melhores resultados de desempenho em relação ao tratamento controle.

1.2.3 Importância dos lipídios na nutrição de frangos de corte

Lipídio é um termo que se aplica a uma variedade de nutrientes que diferem em sua composição química. A insolubilidade em água e a solubilidade em solventes não polares são as principais características dos lipídios. Com isso atuam como veículo para as vitaminas lipossolúveis e, devido a seus elevados teores energéticos, são importantes na dieta dos animais (OLIVEIRA, 2009).

A digestão dos lipídios ocorre em sua maior parte no duodeno, jejuno e íleo. Ao chegar ao intestino delgado, as gorduras encontram um ambiente alcalino que estimula a liberação da bile e do suco pancreático (FREEMAN, 1984).

A bile tem por função emulsificar os lipídios, estimular o peristaltismo gastrointestinal e ajudar na absorção dos lipídios da dieta sendo composta por ácidos biliares (ácido cólico), fosfolipídios, colesterol, proteínas e pigmentos biliares (MACARI et al., 2002). A emulsão que a bile causa tem como objetivo aumentar a

superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo-água. Segundo Freeman (1984), a lipólise é diretamente relacionada com a área de superfície exposta do substrato à ação da enzima.

No quimo intestinal são formadas as micelas que são constituídas de lipídios, sais biliares e produtos da digestão lipídica. As micelas são solúveis e, por isso, são capazes de se movimentar no ambiente intestinal aquoso. Apresentam a parte polar dos sais biliares conjugados na superfície e a parte apolar ocupa a parte central da micela (MACARI et al., 2002).

Nas microvilosidades intestinais, com o auxílio da proteína ligadora de ácidos graxos, as micelas liberam os monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol e vitaminas lipossolúveis para o interior dos enterócitos. Nos enterócitos, ácidos graxos de cadeia curta e glicerol livre são absorvidos diretamente na mucosa intestinal e transportados à circulação portal (ROCHA et al., 2010). Os ácidos graxos de cadeia longa são reesterificados a triglicerídeos e agrupados ao colesterol, fosfolipídios e proteínas específicas (apolipoproteínas), tornando-os hidrossolúveis.

Os sais biliares permanecem misturados à digesta até a parte terminal do intestino delgado (íleo), sendo reabsorvidos pelos enterócitos e transportados via sangue ao fígado pela veia porta hepática para serem reutilizados na síntese da bile, esse processo é chamado circulação entero-hepática (ROCHA et al., 2010).

A inclusão de lipídios nas dietas acarreta em certos benefícios que não se resumem apenas ao fornecimento de calorias. Os lipídios melhoram a palatabilidade das dietas, reduzem a poeira e a perda de nutrientes, auxiliam na manutenção dos equipamentos, facilitam a peletização e melhoram a conversão da dieta. Estes benefícios são chamados de efeitos extracalóricos dos lipídios e dependem da quantidade de sua inclusão na dieta; até 3% este efeito ocorre a partir da inclusão deste valor de inclusão, o lipídio apenas fornece energia adicional (BERTECHINI, 2006).

Junqueira et al. (2005) descrevem que em inclusões baixas de lipídios, em dietas formuladas com elementos vegetais e em dietas que predominam ácidos graxos insaturados, o valor energético é superior aos de energia bruta dos alimentos devido ao efeito extracalórico. Deste modo, a formulação de dietas experimentais

isocalóricas deve levar em conta este fator para que os resultados experimentais não sejam prejudicados por este efeito.

A absorção dos lipídios depende de uma série de fatores, entre eles podemos citar a idade das aves, a produção de lipase pelo pâncreas, a circulação entero-hepática dos sais biliares e a adaptação e maturação das células absorptivas do intestino.

A idade das aves é o fator mais importante quando se trata da digestão e absorção de lipídio. Zelenka et al. (2000) relataram que a digestibilidade da gordura não é igual durante toda a vida da ave. Nas primeiras semanas de idade das aves, o aproveitamento dos lipídios é menor e aumenta com a idade (WHITEHEAD; FISHER, 1975; KATANGOLE; MARCH, 1980; SELL et al., 1986). A diferença principal entre as idades ocorre entre a primeira e a terceira semana de idade e se estabiliza entre a quinta e sétima semana de vida (WISEMAN; SALVADOR, 1991).

Sakomura et al. (2004) encontraram um comportamento quadrático entre a idade das aves e a digestibilidade dos lipídios, encontrando valores crescentes até a terceira semana de idade que permaneceram constantes até a sexta semana de vida. Este comportamento da digestibilidade está relacionado com a taxa de crescimento do pâncreas e a atividade da enzima lipase. A absorção de gordura é limitada na ave jovem devido ao desenvolvimento incompleto do enterócito. Após o seu desenvolvimento, após a segunda ou terceira semana é que a digestão de gorduras chega ao seu estado normal (MACARI et al., 2002). Além disso, as aves jovens têm dificuldade de reabsorver os sais biliares por ter a circulação entero-hepática imatura (JEASON; KELLOG, 1992), essa que chega a ser responsável pela reutilização de 94% dos sais biliares secretados (GUYTON; HALL, 2002).

REFERÊNCIAS

AL-MARZOOQUI, W; LEESON, S. Evalution of dietary supplements of lipase, detergente, and crude Porcine pâncreas on fat utilization by Young broiler chicks. **Poultry Science**, Oxford, v.78, p. 1561–1566, 1999.

ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos, teoria e prática**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. p.596.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. p. 301.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2014/2015**. Brasília: Conab, 2015. v. 2, n. 5.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologia para produção do óleo de soja**: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Disponível em: < <http://www.aboissa.com.br/informativos/espec/soya/processosdasoja.pdf> > . Acesso em: 23 nov 2014.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats – non ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in animal nutrition**. London: Butterwords, 1984. p. 105-122.

GUYTON, A, C.; HALL, J, E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2002. p.613.

JEASON, S. E.; KELLOG, T. F. Ontogeny of taurocholate accumulation in terminal ileal mucosal cells of young chicks. **Poultry Science**, London, v.71, p. 367-372,1992.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KATANGOLE, J. B. D.; MARCH, B. E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. **Poultry Science**, Oxford, v. 59, p. 819-827, 1980.

MACARI, M; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002.

OLIVEIRA, R. S. **Suplementação de nutracêutico (Lecipalm®) e vitamina E para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo.** 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

OVERLAND, M. et al. Lecithin in swine diets: II growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1194-1197, 1993.

ROCHA, C.; WENG, D.Y.; SUREK, D.; HUBBER, M.; OPALINSKI, M.; FISCHER DA SILVA, A.V. Efeito da suplementação de lecitina de soja sobre o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 9, p.69, 2007.

ROCHA, C. **Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina na ração de perus.** 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Medicina Veterinária, Agrária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SELL, J. L.; KROGDHAL, A.; HANYU, N. Influence of age on utilization of supplemental fats by young turkeys. **Poultry Science**, Oxford, v. 65, p. 546-554, 1986.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF (Org.). **Relatório anual.** São Paulo: UBABEF, 2014. p. 17 – 29.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed broilers. **Poultry Science**, Oxford, v. 70, p. 573-582, 1991.

WHITEHEAD, G.C.; FISHER, C. The utilization of various fats by turkey of different ages. **British Poultry Science**, Roslin, v. 16, p. 481-485, 1975.

ZELENKA, J.; FAJMONOVÁ, E.; Apparent digestibility of fat and nitrogen retention in young chicks. **Czech Journal of Animal Science**, Champaing, v. 45, p. 457-462, 2000.

2 CAPÍTULO 2 – METABOLISMO E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM GOMA DE SOJA

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é o maior produtor de soja do mundo, a safra atual de 2014/2015 está estimada em atingir 94,57 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 9,8% na produção em comparação com a safra 2013/2014 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2014), uma quantidade recorde de produção da oleaginosa.

A quantidade expressiva de produção do grão gera a preocupação com o destino dado a todos os subprodutos oriundos do processo de esmagamento da soja. Na primeira etapa do refino, o óleo recebe água com o intuito de formar uma micela entre a água adicionada e os glicerofosfolipídios presentes no óleo. Esta micela é centrifugada para a eliminação da goma de soja e produção do óleo degomado.

A goma de soja pode ser refinada através de um processo de extração onde é purificada para obtenção da lecitina de soja, que é amplamente utilizada no consumo humano. Atualmente, esse processo não é visto de forma tão interessante para a indústria da soja devido ao fato da lecitina não ter mais tanta aceitação dos consumidores com o advento da soja transgênica.

A lecitina é uma complexa mistura de fosfatídios composta por fosfatidilcolina (16-26%), fosfatidiletanolamina (14-20%), fosfatidilinositol (10-14%), fitoglicolipídios (13%) e fosfatidilserina (4%) (WOERFEL, 1981; ATTIA et al., 2008).

Os fosfolipídeos apresentam várias funções importantes no organismo. Podemos destacar a melhora da digestibilidade das gorduras e a propriedade de fornecer energia (OVERLAND et al., 1994; AL-MARZOOQI; LEESON, 1999).

Emulsificantes são moléculas anfipáticas (parte polar e parte apolar) que têm a capacidade de se combinar com substâncias polares e apolares (ARAUJO, 2008). Na nutrição animal, normalmente são utilizados como aditivos tecnológicos, sem interesse do seu ponto de vista nutricional.

A digestão de lipídios é extremamente dependente dos emulsificantes, pois o organismo produz a bile que tem por função emulsificar os lipídios, estimular o peristaltismo gastrointestinal e ajudar na absorção dos lipídios da dieta, sendo

composta por ácidos biliares (ácido cólico), fosfolípidios, colesterol, proteínas e pigmentos biliares (MACARI et al., 2002). A emulsão que a bile causa tem como objetivo aumentar a superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo-água. Segundo Freeman (1984), a lipólise é diretamente relacionada com a área de superfície exposta do substrato à ação da enzima.

Deste modo, a utilização de emulsificantes nas dietas de frangos de corte é de extrema importância para aumentar o aproveitamento dos lipídios nas dietas, além disto, as aves não apresentam um aproveitamento igual da gordura durante toda a vida (ZELENKA et al., 2000). Nas primeiras semanas de idade das aves, o aproveitamento dos lipídios é menor e aumenta com a idade (WHITEHEAD; FISHER, 1975; KATANGOLE; MARCH, 1980; SELL et al., 1986).

Este trabalho tem como objetivo determinar a energia metabolizável aparente da goma de soja, os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, das rações experimentais e avaliar o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias alimentados com inclusão crescente de goma de soja, determinando seu nível econômico ótimo de utilização.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Experimento I

Uma análise bromatológica foi realizada em um laboratório comercial para conhecer a composição da goma de soja, também foram realizadas misturas com a goma de soja com um sistema bifásico de água e óleo para verificar no seu estado bruto sua capacidade como emulsificante.

O ensaio de metabolismo foi realizado no Aviário Experimental da UNESP de Ilha Solteira, através da metodologia da coleta total das excretas, utilizando 105 pintos de corte macho com um dia de idade de uma linhagem Cobb® com idade de 12 a 20 dias, alojados em baterias metálicas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado sendo os tratamentos constituídos de 3 tratamentos (ração referência, ração referência + 10% goma de soja e ração referência + 15% de goma), com 5 repetições, totalizando 15 parcelas experimentais com 7 aves cada, com um total de 105 aves.

As rações utilizadas foram formuladas utilizando-se milho, farelo de soja, calcário calcítico, fosfato bicálcico, DL-Metionina, L-Lisina e sal, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011). A formulação atendeu às exigências de proteína bruta, energia metabolizável aparente, fósforo disponível, metionina digestível, lisina digestível, metionina + cistina digestível, cálcio e sódio. Na tabela 2 é apresentada a composição da ração referência.

No final do período experimental, a quantidade de ração consumida e o total de excreta produzido por parcela foi quantificado. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas para a retirada de uma amostra para posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas e levadas ao laboratório para determinação da matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo e cinzas, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática.

O período experimental foi de oito dias, sendo quatro de adaptação das aves às rações experimentais e quatro dias para coleta de excretas.

A água e a ração foram oferecidas à vontade e os comedouros abastecidos três vezes ao dia para evitar desperdício de ração.

A coleta das excretas foi realizada através de bandejas de alumínio previamente revestidas com plásticos e instaladas sob as baterias. Para assegurar que as excretas coletadas fossem apenas as provenientes do período de avaliação, ficou padronizado como período de coleta o intervalo de 96 horas.

As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã e final de tarde. Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetições e congeladas.

Com base nos resultados das análises, os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, proteína bruta, matéria mineral, matéria seca e valor de energia metabolizável aparente (EMA) foram calculados, utilizando-se as fórmulas propostas por (MATTERSON et al., 1965).

Tabela 3 – Formulação da dieta referência utilizada no ensaio I

Ingrediente	Quantidade (%)
Milho	62,350
Farelo de soja	34,380
Fosfato bicálcico	1,648
Calcário calcítico	0,840
Sal comum	0,448
Suplemento mineral/vitamínico*	0,200
DL-Metionina – 98%	0,134
NUTRIENTES	
Cálcio (%)	0,860
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	2,900
Fósforo Disponível (%)	0,420
Fósforo Total (%)	0,657
Lisina Total (%)	1,111
Met+Cis Total (%)	0,800
Metionina total (%)	0,462
Proteína bruta (%)	21,000
Sódio (%)	0,220

* Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A 11.000 UI, Vit.D₃ 2.000 UI, Vit. E 13 mg, Vit. K₃ 2,5 mg, Vit. B₁ 1 mg, Vit. B₂ 5 mg, Vit B₆ 1,5 mg, Vit. B₁₂ 15 mcg, Ácido Fólico 0,5 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 35 mg, Pantotenato de Cálcio 13 mg, Manganês 65 mg, Ferro 50 mg, Cobre 6 mg Iodo, 1 mg, Zinco 45 mg, Cobalto 0,1 mg, Selênio 0,2 mg, Antioxidante 4 mg e Veículo 2 g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998). No caso de significância dos coeficientes de digestibilidade foi realizado teste de média para comparação de médias pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

2.2.2 Experimento II

Nesse ensaio, foram utilizadas 550 aves da linhagem Cobb® (lote misto) criados de 1 a 42 dias em um galpão convencional. As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria, com cobertura de telha de cerâmica, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura completadas com tela de arame até o telhado, com 3,20 m de pé direito e cortinado externo móvel, dividido em 52 boxes de 4 m² separados por telas de 0,70 m de altura.

Nas primeiras duas semanas de idade das aves, foram utilizados comedouros e bebedouros infantis, os quais, gradativamente, foram substituídos por comedouros tubulares adultos com capacidade para 20 kg de ração e bebedouros adultos pendulares, após a primeira semana de idade. Tanto a água como a ração foram fornecidas à vontade, com período de iluminação ajustado de acordo com o crescimento do lote. O aquecimento inicial foi realizado através de lâmpadas incandescentes de 250 watts, procurando manter o ambiente em situação de conforto térmico.

Para adequado controle da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, foi adotado o manejo de cortinas e ventiladores, anotações diárias da temperatura máxima e mínima da parte interna do galpão, com o uso do termo-higrômetro digital.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 5 tratamentos e 5 repetições de 22 aves. Os tratamentos consistiram de 5 níveis crescentes de inclusão da goma de soja (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%) em dietas isocalóricas, isoproteicas e isofosfóricas, balanceadas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para cada fase de criação das aves, conforme apresentado nas Tabelas 4, 5, 6, e 7.

Tabela 4- Composição percentual e calculada da dieta experimental para fase pré-inicial

Ingrediente	Fase pré-inicial (1 a 7 dias)				
	0,00%	2,50%	5,00%	7,50%	10,00%
Milho (%)	59,87	56,26	52,63	49,00	45,38
Farelo de soja (%)	34,63	35,17	35,71	36,26	36,80
Goma de soja (%)	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato bicálcico (%)	1,93	1,86	1,80	1,73	1,67
Óleo de soja (%)	1,00	1,64	2,29	2,94	3,59
Calcário calcítico (%)	0,82	0,83	0,85	0,87	0,89
Supl. M/V (%)*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal comum (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46
L-Lisina-78% (%)	0,40	0,40	0,39	0,38	0,37
DL-Metionina-98% (%)	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23
Areia lavada (%)	0,10	0,07	0,06	0,04	0,03
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)	0,899	0,952	1,006	1,059	1,113
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína bruta (%)	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500
Gordura (%)	3,539	4,007	5,726	7,445	9,164
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Lisina Dig. (%)	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310
Met+Cis Dig (%)	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944
Met. dig. (%)	0,662	0,566	0,569	0,573	0,576

* Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A 11.010 UI, Vit.D₃ 2.010 UI, Vit. E 17 mg, Vit. K₃ 2,5 mg, Vit. B₁ 2 mg, Vit. B₂ 6 mg, Vit B₆ 2 mg, Vit. B₁₂ 15 mcg, Ácido Fólico 0,8 mg, Biotina 0,1 mg, Niacina 40mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,21 mg, Iodo 1 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 g, Zinco 50 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina 50% 810 mg, Metionina 1.6602 mg, Coccidiostático 80 mg, Promotor de Crescimento 100 mg, Antioxidante 12 mg.

Tabela 5- Composição percentual e calculada da dieta experimental para fase inicial

Fase inicial (8 a 21 dias)					
Ingrediente	0,00%	2,50%	5,00%	7,50%	10,00%
Milho (%)	61,08	57,42	53,76	50,10	46,44
Farelo de soja (%)	33,73	34,28	34,83	35,38	35,93
Goma de soja (%)	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato bicálcico (%)	1,50	1,44	1,37	1,31	1,24
Óleo de soja (%)	1,44	2,10	2,76	3,42	4,08
Calcário calcítico (%)	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90
Supl. M/V (%)*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal comum (%)	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43
L-Lisina-78% (%)	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22
DL-Metionina-98% (%)	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)	0,915	0,969	1,024	1,078	1,133
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
Gordura (%)	3,894	5,726	7,445	9,164	10,884
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Fósforo disponível (%)	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina Dig. (%)	1,174	1,174	1,174	1,174	1,174
Met+Cis Dig (%)	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
Met dig. (%)	0,566	0,569	0,573	0,576	0,580

* Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A 10.020 UI, Vit.D₃ 2.010 UI, Vit. E 15 mg, Vit. K₃ 2,5 mg, Vit. B₁ 1,5 mg, Vit. B₂ 5 mg, Vit B₆ 1,5 mg, Vit. B₁₂ 12 mcg, Ácido Fólico 0,6 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 35 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,1 mg, Iodo 1 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 g, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina 50% 700 mg, Metionina 1.500 mg, Coccidiostático 80 mg, Promotor de Crescimento 80 mg, Antioxidante 12 mg.

Tabela 6- Composição percentual e calculada da dieta experimental para fase Crescimento

Ingrediente	Fase crescimento (22 a 35 dias)				
	0,00%	2,50%	5,00%	7,50%	10,00%
Milho (%)	65,65	61,99	58,33	54,67	51,01
Farelo de soja (%)	29,62	30,17	30,72	31,27	31,81
Goma de soja (%)	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato bicálcico (%)	1,26	1,20	1,13	1,07	1,00
Óleo de soja (%)	1,32	1,98	2,64	3,30	3,96
Calcário calcítico(%)	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86
Supl. M/V (%)*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal comum(%)	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41
L-Lisina-78% (%)	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22
DL-Metionina-98% (%)	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)	0,881	0,935	0,990	1,044	1,099
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta (%)	19,500	19,500	19,500	19,500	19,500
Gordura (%)	3,988	5,707	7,426	9,145	10,865
Cálcio (%)	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
Fósforo Disponível (%)	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina Dig. (%)	1,078	1,078	1,078	1,078	1,078
Met+Cis Dig (%)	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787
Met dig. (%)	0,520	0,524	0,527	0,530	0,534

* Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A 8.010 UI, Vit.D₃ 1.800 UI, Vit. E 12 mg, Vit. K₃ 2 mg, Vit. B₁ 1 mg, Vit. B₂ 4 mg, Vit B₆ 1 mg, Vit. B₁₂ 10 mcg, Ácido Fólico 0,4 mg, Biotina 0,04 mg, Niacina 28 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,1 mg, Iodo 1 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 g, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina 50% 500 mg, Metionina 1.410 mg, Coccidiostático 60 mg, Promotor de Crescimento 60 mg, Antioxidante 12 mg.

Tabela 7- Composição percentual e calculada da dieta experimental para fase final

Fase final (36 a 42 dias)					
Ingrediente	0,00%	2,50%	5,00%	7,50%	10,00%
Milho (%)	67,93	66,00	62,34	58,68	55,02
Farelo de soja (%)	25,85	26,07	26,61	27,16	27,71
Goma de soja (%)	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato bicálcico (%)	1,05	0,98	0,92	0,85	0,79
Óleo de soja (%)	2,50	2,58	3,24	3,90	4,56
Calcário calcítico (%)	0,71	0,74	0,75	0,77	0,79
Supl. M/V (%)*	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal comum (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lisina-78% (%)	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25
DL-Metionina-98% (%)	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18
Areia lavada (%)	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo	0,945	0,947	1,001	1,056	1,111
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Gordura (%)	5,186	6,380	8,099	9,818	11,537
Cálcio (%)	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638
Fósforo Disponível (%)	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
Sódio (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Lisina Dig. (%)	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Met+Cis Dig (%)	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737
Met dig. (%)	0,486	0,488	0,492	0,495	0,498

* Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A 5.010 UI, Vit.D₃ 1.005 UI, Vit. E 7 mg, Vit. K₃ 1,2 mg, Vit. B₁ 0,3 mg, Vit. B₂ 2,4 mg, Vit B₆ 0,6 mg, Vit. B₁₂ 6 mcg, Ácido Fólico 0,2 mg, Biotina 0,02 mg, Niacina 17 mg, Pantotenato de Cálcio 6 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,08 mg, Iodo 0,8 mg, Ferro 50 mg, Manganês 52 g, Zinco 36 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina 50% 300 mg, Metionina 705 mg, Antioxidante 6 mg.

Os parâmetros de desempenho zootécnico foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo calórico, conversão calórica e rendimento de carcaça das aves aos 7, 21, 35 e 42 dias, sendo que o fornecimento e sobras de ração, assim como as aves, foram pesados ao início e ao final de cada período, para real determinação do desempenho nas respectivas fases.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens foram separadas duas aves por parcela, sendo 10 aves por tratamento, totalizando 50 aves, foram selecionados somente os machos. As aves foram selecionadas individualmente, depois foram identificadas com anilhas numeradas em cada uma das patas e foram submetidas a um período de oito horas de jejum. Após esse período as aves foram pesadas e sacrificadas por CO₂ e posteriormente realizadas a sangria da jugular, depenadas e evisceradas, após esse procedimento as mesmas foram pesadas para calcular o rendimento da carcaça (desconsiderando cabeça, pescoço e pés). As carcaças foram cortadas em (peito, coxa, sobrecoxa e dorso) e coletados fígados e gordura abdominal, para determinação do rendimento em relação ao peso da carcaça.

Para análise econômica, foi determinado o Custo médio da dieta (CMD) e a margem bruta de comercialização (MB) como proposto por Trevisan (2013). O CMD levou em consideração o consumo de ração e o custo da mesma. Os preços dos ingredientes foram obtidos no mercado no dia 23/10/2014 e estão descritos na Tabela 8. A MB foi calculada do seguinte modo:

$$MB = \frac{GPT}{CRT} \times \frac{PC}{CD}$$

Onde, PC representa o preço do kg do frango vivo, GPT o ganho de peso total, CD o custo da dieta e CRT o consumo de ração total.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998). No caso de efeito significativo dos tratamentos da análise econômica a regressão polinomial foi realizada. A comparação de médias foi realizada utilizando o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Tabela 8- Cotações dos ingredientes utilizados nas formulações das rações

Produto	Cotação (R\$/kg)*
Milho	0,53
Farelo de soja	0,95
Goma de soja	0,20
Fosfato Bicálcico	2,45
Calcário calcítico	0,14
Suplemento mineral e vitamínico	10,00
Sal comum	0,15
DL-Metionina-98%	9,50
L-Lisina-78%	10,00
Óleo degomado de soja	2,80
Frango vivo	2,80

* Cotação do dia 23/10/2014

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Experimento I

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da análise bromatológica da goma de soja. O produto obtido no processo de refino do óleo de soja é composto por uma mistura de componentes sendo a lecitina o de maior interesse neste estudo. Por se tratar de uma mistura entre os glicerofosfolipídios da lecitina, óleo de soja e água, são destacados também alguns nutrientes importantes do ponto de vista nutricional, valendo a pena destacar os insolúveis em acetona (29,49%), extrato etéreo (47,42%), fósforo total (1,11%), ácido palmítico (9,16%), ácido oléico (10,61%) e o ácido linolêico (23,20%).

Na Tabela 10 são apresentados os valores do coeficiente de digestibilidade e os valores de energia metabolizável para a goma de soja; o tratamento com 10% de inclusão apresentou resultados numéricos superiores ao de 15% de inclusão. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca não foi afetado pela inclusão da goma de soja ($p>0,05$), porém a inclusão do produto influenciou significativamente os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral. A inclusão de 10% apresentou melhor resultado ($p<0,05$). Considerando-se os

resultados obtidos com a inclusão de 15% de goma, é possível inferir que esse nível não se mostrou adequado. De acordo com a literatura, os melhores níveis de inclusão de alimentos testes na dieta referência são de 40% para alimentos de origem vegetal, 25% para alimentos de origem animal e 10% para óleos.

Tabela 9- Valores de análise bromatológica, perfil de ácidos graxos e perfil de aminoácidos da Goma de Soja.

Análise	Resultado (%)	Análise	Resultado (%)
Matéria Seca	63,81	Alanina	0,03
Umidade e Voláteis	36,19	Arginina	0,08
Insolúveis em acetona	29,49	Ác. Aspartico	0,06
Proteína Bruta	2,73	Serina	0,04
Extrato Etéreo	47,42	Glicina	0,04
Cloreto Total	0,02	Isoleucina	0,03
Matéria Mineral	4,54	Leucina	0,05
Cálcio	0,35	Ác. Glutâmico	0,13
Fósforo Total	1,11	Lisina	0,04
Sódio	0,24	Cistina	0,02
Potássio	0,70	Metionina	0,01
Cáprico (C10)	0,32	Fenilalanina	0,04
Ác. Mirístico (C14:0)	0,12	Tirosina	1,42
Ác. Palmítico (C16:0)	9,16	Treonina	0,02
Ác. Esteárico (C18:0) (	1,74	Triptofano	0,30
Gorduras Saturadas	11,36	Prolina	0,03
Ác. Palmitoleico (C16:1)	0,10	Valina	0,03
Ác. Oléico (C18:1n9c)	10,61	Histidina	0,03
Ác. cis-Eicosenóico (C20:1)	2,15	Soma dos aas	2,39
Gorduras Monoinsaturadas	12,86		
Ác. Linolêico (C18:2n6c)	23,20		
Gorduras Pol-Insaturadas	23,20		
Gorduras Trans	0,00		
Ômega 3	0,00		
Ômega 6	23,20		

Fonte: Análise fornecida pela empresa Cargill Agrícola SA

A inclusão da goma determinou aumento no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, sendo o maior aumento observado para a inclusão de 10% ($p < 0,05$), o que demonstra que a inclusão da goma aumenta o aproveitamento desse nutriente, resultado esse que corrobora com o obtido por Raber et al. (2009) quando, testando a inclusão de 0,5% de glicerina na dieta, encontraram melhoria significativa na digestibilidade dos óleos testados, sendo eles com acidez elevada ou não. Os fosfolípidios encontrados na goma e na lecitina apresentam a capacidade de se ligarem a ácidos graxos livres, sejam eles mono, di ou triglicerídeos, formando micelas que possibilitam a atuação das enzimas digestivas do animal.

Tabela 10 – Coeficiente de digestibilidade (% CD) do Extrato Etéreo (EE), da Proteína Bruta (Pb), Matéria Mineral (MN) e Matéria Seca (MS), das diferentes rações

Rações	% CD EE	% CD Pb	% CD MN	% CD MS
Ração referência (RF)	71,760 c	68,817 a	87,547 a	73,227
RF + 10% goma	92,540 a	66,477 ab	88,922 a	73,380
RF + 15% goma	89,650 b	62,427 b	79,590 b	73,292
CV (%)	1,48	3,25	2,16	2,33
Valor de p	0,0001	0,015	0,0008	0,992

CV (%) coeficiente de variação. Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$)

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e da matéria mineral foi prejudicado com a inclusão de 15% de goma ($p < 0,05$), isto ocorre devido à alta inclusão da goma que desbalanceia a ração referência. Mais uma vez o nível de 15% de inclusão da goma não se mostrou vantajoso sendo preferível trabalhar com inclusões menores do produto.

Os ácidos graxos presentes na goma de soja são provenientes do óleo bruto que, na presença de água, promove a emulsão entre a goma, os ácidos graxos e a

água. O óleo bruto, por não ter sofrido nenhum processo de refino, apresenta uma grande quantidade de ácidos graxos livres que são carregados para a goma. A diminuição da digestibilidade da matéria mineral no tratamento com 15% de goma de soja se deve à reação de saponificação entre os ácidos graxos livres e os cátions presentes na dieta (cálcio, sódio, potássio). Brumano et al. (2006), utilizando uma alta concentração de farinha de carne e ossos (30%), encontraram uma diminuição da energia metabolizável aparente devido à reação de saponificação entre a grande quantidade de cálcio e os lipídios da farinha de carne e ossos.

Na Tabela 11 estão representados os valores de energia metabolizável aparente (EMA). Novamente, os valores com inclusão de 10% de goma apresentaram resultados melhores do que a inclusão de 15%. Essa diferença consistiu em 16% na comparação de uma inclusão com a outra.

Pode-se notar, novamente, que a inclusão de 10% da goma de soja apresentou melhor resultado, portanto, pode-se utilizar o valor obtido de 2185 kcal/kg para formulação de rações. Martinez (2012), em um ensaio de metabolismo com frangos de corte, encontrou que a energia metabolizável da lecitina é de 6579 kcal/kg. Em comparação, a goma de soja apresenta um valor 67% inferior em relação ao produto purificado, mas em comparação com fontes energéticas tradicionais, o produto possui energia equivalente a 64,63% do milho (3281 kcal/kg), 68,51% do sorgo baixo tanino (3189 kcal/kg) e 69,04% do milho (3165 kcal/kg). Este resultado não torna tão interessante a goma de soja como fonte energética nas dietas, mas apresenta resultados interessantes em relação ao aumento da digestibilidade do extrato etéreo (ROSTAGNO et al., 2011).

Devido aos resultados encontrados de EMA e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, a goma de soja se mostrou muito mais interessante pelas suas características de emulsificante do que como uma fonte energética.

Tabela 11 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA kcal/kg), determinados por diferentes níveis de inclusão do alimento teste, expresso em kcal/kg na matéria natural.

	Níveis de inclusão da goma na ração referência	
	10(%)	15(%)
EMA (kcal/kg)	2185	1835

2.3.2 Experimento II

Os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de todas as fases estão descritos na Tabela 12. Para o consumo de ração não ocorreram diferenças significativas ($p>0,05$) em nenhuma das fases, indicando que a inclusão de goma de soja não afeta o consumo das aves, ou seja, as rações suplementadas com a goma de soja tiveram boa aceitação pelos animais até mesmo nos níveis de maior inclusão do produto. Este resultado é de extrema importância quando se testa um produto novo na alimentação animal, pois uma diminuição do consumo de ração pode indicar uma diminuição da aceitação do produto, inviabilizando sua utilização na ração.

Em relação ao ganho de peso, na fase pré-inicial não ocorreram diferenças significativas ($p>0,05$).

Nas fases inicial (1 a 21 dias) e crescimento (1 a 35) ocorreu aumento significativo do ganho de peso ($p<0,05$) com a inclusão da goma de soja na dieta. A goma de soja proporciona um melhor desenvolvimento das aves nestas duas fases e demonstrou resultados expressivos como o incremento de 8,4% na fase de 1 a 35 dias com inclusão de 5% do produto.

Tabela 12- Desempenho de frangos de corte suplementados com inclusão crescente de goma de soja

Consumo de ração (kg/ave)							
Fases em dias de idade	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV %	Valor de P
1 – 7	0,208	0,208	0,210	0,200	0,203	3,90	0,421
1 – 21	1,170	1,190	1,185	1,188	1,198	2,58	0,780
1 – 35	3,270	3,305	3,425	3,337	3,335	2,41	0,150
1 – 42	4,468	4,480	4,588	4,445	4,453	2,85	0,533
Ganho de peso (kg/ave)							
Fases em dias de idade	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV %	Valor de P
1 – 7	0,168	0,173	0,178	0,175	0,175	4,62	0,496
1 – 21 ¹	0,833 b	0,875 a	0,875 a	0,908 a	0,895 a	2,56	0,005
1 – 35 ²	2,035 b	2,117 ab	2,207 a	2,192 a	2,210 a	2,68	0,004
1 – 42	2,565	2,635	2,700	2,678	2,695	3,19	0,201
Conversão alimentar (kg de ração/kg de ganho de peso)							
Fases em dias de idade	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV %	Valor de P
1 – 7 ³	1,238 c	1,202abc	1,180bc	1,143 a	1,160ab	2,52	0,004
1 – 21 ⁴	1,405b	1,360a	1,354a	1,309a	1,338a	2,17	0,005
1 – 35 ⁵	1,602c	1,560b	1,550ab	1,520ab	1,512a	1,42	0,0006
1 – 42 ⁶	1,742c	1,700b	1,699b	1,660ab	1,652a	1,21	0,0003

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

CV = Coeficiente de variação

Tabela 13- Consumo calórico e Conversão Calórica de frangos de corte alimentados com inclusão crescente de goma de soja.

Fases em dias de idade	Consumo Calórico (kcal consumida/ave) ¹						Valor de P
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV%	
1 – 7	611	604	622	596	594	3,70	0,424
1 – 21	3503	3558	3541	3556	3588	2,64	0,783
1 – 35	9902	10009	10375	10110	10097	2,39	0,141
1 – 42	13684	13716	14036	13591	13617	2,86	0,532

Fases em dias de idade	Conversão Calórica (kcal consumida/kg ganho de peso) ¹						Valor de P
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV%	
1 – 7 ²	3639c	3492abc	3495bc	3408a	3395ab	2,41	0,005
1 – 21 ³	4208b	4066ab	4047ab	3918a	4009a	2,11	0,004
1 – 35 ⁴	4838c	4730b	4704b	4606a	4573a	1,30	0,0004
1 – 42 ⁵	5335c	5205b	5199b	5076a	5053a	1,16	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

CV = Coeficiente de variação

¹Variáveis calculadas considerando os valores de EMA determinados na formulação das dietas.

Na fase final, a goma de soja não apresentou melhorias no parâmetro ganho de peso ($p > 0,05$), a inclusão da goma de soja em aves mais velhas não melhorou seu aproveitamento da ração devido à recirculação entero-hepática das aves já ter se desenvolvido. Assim, a inclusão da goma de soja se mostra mais eficiente em aves mais jovens, suprimindo a deficiência do seu desenvolvimento.

Ao analisar o período de 1 a 21 dias, o ganho de peso teve melhoria significativa ($p < 0,05$), porém no período de 1 a 42 dias não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$), isso se deve a contabilização dos últimos 7 dias, onde não existiu diferença significativa, o que diluiu o benefício da inclusão da goma nas fases anteriores reforçando que a goma tem seus melhores resultados nas fases iniciais da vida da ave.

A conversão alimentar foi afetada significativamente ($p < 0,05$) em todas as fases. A melhoria da conversão alimentar se deve à presença das moléculas anfipáticas presentes na goma, que atuando como emulsificantes melhoram a digestibilidade e o aproveitamento da ave, principalmente dos lipídios. Com isso, as aves apresentam um melhor aproveitamento das dietas fornecidas.

Em relação ao consumo calórico e à conversão calórica, descritos na Tabela 13, o consumo calórico não sofreu diferenças significativas ($p > 0,05$) em nenhuma das fases. Isto ocorreu devido ao fato de que o consumo de ração não foi afetado em nenhuma fase de criação, como o consumo calórico depende do consumo de ração para o seu cálculo, o consumo calórico também não teve diferenças significativas.

Um cuidado ao se trabalhar em experimentos com lipídios é devido ao chamado valor extracalórico, que consiste na melhora da palatabilidade, redução de poeira e de perda de nutrientes, fornecimento de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, baixo incremento calórico, redução da velocidade de passagem e estímulo para liberação do hormônio colecistoquina. Segundo Bertechini (2006), em frangos de corte o efeito extracalórico acontece até a inclusão de 3% nas rações. Segundo Junqueira et al. (2005) o efeito extracalórico é mais evidente quando se utilizam dietas com menos de 6% de gordura, em inclusões de gordura maior somente temos o efeito de energia adicional. Pucci et al. (2003) trabalharam com inclusão de 2,5%, 5% e 7,5% de inclusão de óleo de soja e encontraram efeito linear crescente no desempenho em dietas isocalóricas. O presente trabalho tentou ao máximo reduzir a possível interferência do efeito extracalórico nas dietas, levando em conta a utilização de óleo e a grande quantidade de extrato etéreo presente na goma.

Neste trabalho não ocorreu o efeito extracalórico, pois todas as dietas utilizadas tiveram quantidade maior de 3% de lipídios na formulação.

Raber et al. (2009) não encontraram melhorias de desempenho ao alimentar frangos de corte com lecitina, assim como Oliveira (2009) que testou um produto comercial à base de lecitina. Azman e Ciftci (2004) encontraram que a lecitina de soja determinou resultados de peso corporal piores na fase inicial, diferentemente da fase final onde o ganho de peso diário foi maior com a lecitina. Rocha et al. (2007),

avaliando a inclusão de lecitina de soja (0, 3, 6, 9 e 12 g/kg) na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial, não observaram alterações no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Os resultados de desempenho da lecitina de soja muitas vezes são contraditórios, onde autores encontram resultados satisfatórios e outros não. Neste experimento, a goma de soja obteve melhores resultados a partir da inclusão de 7,5%, entretanto, na literatura é recorrente a utilização de quantidades muito menores de lecitina, por volta de 0,5 a 1% (RABER et al., 2009; AZMAN; CIFTCI, 2004). Levando em conta que a goma de soja apresenta por volta de 29% de insolúveis em acetona, o que representa a quantidade de lecitina, a inclusão de 7,5% de goma contribui o equivalente a 2,18% de lecitina, mostrando que uma maior inclusão do produto pode melhorar o desempenho das aves.

Tabela 14- Rendimento de carcaça de aves alimentadas com goma de soja no período de 1 a 42 dias

	Goma						Valor de p
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	CV (%)	
Carcaça	77,027	78,100	76,916	76,883	76,952	1,69	0,646
Gordura Abdominal	1,914	1,803	1,864	1,774	2,192	24,03	0,716
Peito	29,528	29,349	27,245	27,114	26,821	10,03	0,502
Coxa	12,771	12,726	13,563	13,591	12,951	4,57	0,144
Sobrecoxa	15,795	15,178	15,087	15,258	16,462	6,97	0,379
Asa	9,197	9,433	9,349	9,713	9,535	3,51	0,299
Dorso	16,921	16,233	16,895	16,807	16,538	5,19	0,768
Fígado	2,240	1,940	2,112	1,947	1,929	12,75	0,380

CV = Coeficiente de variação

O rendimento de carcaça (Tabela 14) das aves alimentadas com goma de soja não foi influenciado pela presença de goma de soja nas rações ($p>0,05$). Esse resultado é extremamente importante por se tratar do desenvolvimento de um novo

produto, pois uma alteração de rendimento de algum corte, principalmente de um corte de alto interesse comercial inviabilizaria sua utilização na alimentação de frangos de corte.

Para margem bruta média dos tratamentos com goma de soja, os resultados são apresentados na Tabela 15. O tratamento com inclusão de 2,5% de goma apresentou o melhor resultado ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Este resultado se deve ao incremento do ganho de peso que a goma proporciona aliado à melhoria da conversão alimentar, apesar do aumento do custo da ração com a inclusão da goma, principalmente devido ao aumento da inclusão de óleo necessária para a ração ser isocalórica.

Tabela 15- Margem bruta média no período de 1 a 42 dias

Tratamento	MB
0% goma	1,660 b
2,5% goma	1,727 a
5% goma	1,635 bc
7,5% goma	1,582 c
10% goma	1,510 d
CV (%)	2,27
Valor de p	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

Regressão quadrática: $y = -0,002743x^2 + 0,009629x + 1,677714$; $R^2 = 89,10\%$, ponto ótimo: 1,75%.

CV = Coeficiente de variação

Além disso, a inclusão de 2,5% do produto é viável para ser utilizada em uma indústria de rações. Por se tratar de um produto com alta concentração de extrato etéreo e ser pastoso, a inclusão de maiores níveis se torna difícil devido à capacidade dos misturadores da fábrica de rações e por expor ao processo de rancificação. Na equação o valor ideal encontrado foi de 1,75%.

2.4 CONCLUSÃO

A goma de soja melhorou a digestibilidade do extrato etéreo das dietas até o nível de 10% de inclusão. A energia metabolizável aparente é de 2185 kcal/kg de produto.

A inclusão da goma de soja melhorou o desempenho de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial e crescimento. Seu nível econômico ótimo de utilização é de 2,5%.

REFERÊNCIAS

AL-MARZOOQUI, W; LEESON, S. Evalution of dietary supplements of lipase, detergente, and crude Porcine pâncreas on fat utilization by Young broiler chicks. **Poultry Science**, Oxford, v. 78, p. 1561 – 1566, 1999.

ATTIA, Y. A. et al. Improving productive and reproductive performance of dual purpose crossbread hens in the tropics by lecithin supplementation. **Tropical Animal Health Production**, Netherlands, v. 41, p. 461-475. 2008.

AZMAN, M. A.; CIFTICI, M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse v.155, n. 89, p. 445-448, 2004.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: EditoraUFLA, 2006. p. 301.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2014/2015**. Brasília: Conab, 2015. v. 2, n. 5.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats – non ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in animal nutrition**. London: Butterwords, 1984. p. 105-122.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KATANGO, J. B. D.; MARCH, B. E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. **Poultry Science**, Oxford, v. 59, p. 819-827, 1980.

MACARI, M; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002.

MARTINEZ, J. E. P. **Uso do óleo de soja, óleo ácido, lecitina e glicerina de soja na alimentação de frangos de corte**: valor energético da dieta, desempenho e qualidade da carne. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em nutrição animal)– Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MATTERSON, L. D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agric. Experiment Station**, Connecticut, v. 7, p. 3-11, 1965.

OLIVEIRA, R. S. **Suplementação de nutracêutico (Lecipalm®) e vitamina e para frangos de corte**: desempenho zootécnico e metabolismo. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

OVERLAND, M. et al. Lecithin in swine diets: II growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1194-1197, 1993.

PUCCI, L. E. A. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RABER, M. R. et al. Suplementação de glicerol ou de lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Editora Funep, 2007. 238 p.

SELL, J. L.; KROGDHAL, A.; HANYU, N. Influence of age on utilization of supplemental fats by young turkeys. **Poultry Science**, Oxford, v. 65, p. 546-554, 1986.

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

TREVISAN, R. B. **Programas nutricionais e seus efeitos sobre os índices produtivos e econômicos de frangos de corte**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e produtividade animal)– Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

WHITEHEAD, G. C.; FISHER, C. The utilization of various fats by turkey of different ages. **British Poultry Science**, Roslin, v.16, p. 481-485, 1975.

WOERFEL, J. B. Processing and utilization of by-products from soy oil processing. Proceedings of the world conference on soya processing and utilization. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 159-165, 1981.

ZELENKA, J.; FAJMONOVÁ, E. Apparent digestibility of fat and nitrogen retention in young chicks. **Czech Journal of Animal Science**, Champaing, v. 45, p. 457-462, 2000.