

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPARAÇÃO DE PROGRAMAS DE ALIMENTAÇÃO
PARA FRANGOS DE CORTE: 4 E 14 FASES**

Camila Ferreira Delfim Bueno

Zootecnista

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPARAÇÃO DE PROGRAMAS DE ALIMENTAÇÃO
PARA FRANGOS DE CORTE: 4 E 14 FASES**

Camila Ferreira Delfim Bueno

Orientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Nilva Kazue Sakomura

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2014

B928c Bueno, Camila Ferreira Delfim
Comparação de programas de alimentação para frangos de corte:
4 e 14 fases / Camila Ferreira Delfim Bueno. — — Jaboticabal, 2014
xiv, 53 p. : il.; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: Luciano Hauschild

Coorientadora: Nilva Kazue Sakomura

Banca examinadora: Nelson José Peruzzi, Daniel Emygdio de
Faria Filho

Bibliografia

1. Programa alimentar multifases. 2. Nutrição de precisão. 3.
Composição corporal. 4. Frango de corte. 5. Lisina I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085.2:636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPARAÇÃO DE PROGRAMAS DE ALIMENTAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE:
4 E 14 FASES

AUTORA: CAMILA FERREIRA DELFIM BUENO

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. NILVA KAZUE SAKOMURA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD

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

Prof. Dr. NELSON JOSÉ PERUZZI

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

Prof. Dr. DANIEL EMYGDIO DE FARIA FILHO

Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP

Data da realização: 14 de março de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAMILA FERREIRA DELFIM BUENO – filha de Caetano Delfim Bueno e Maria de Fátima Ferreira Delfim Bueno, nasceu no dia 01 de fevereiro de 1987 em Timóteo, Minas Gerais. Zootecnista, formada pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus regional de Montes Claros, Minas Gerais, em janeiro de 2012, onde foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq e Extensão do PROEX, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho. Em março de 2012 ingressou no Mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), onde foi bolsista do CNPq, sob a orientação do Prof. Dr. Luciano Hauschild e coorientação da Prof^a. Dr^a. Nilva Kazue Sakomura.

DEDICO

À Deus por me dar forças e disposição para essa caminhada.

Aos meus pais Caetano e Fátima, pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos, Anderson e Rafael, pelo apoio e amizade.

Ao meu namorado e grande amigo, Cássio, pela paciência e apoio.

Essa conquista é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pela força, ânimo e discernimento para essa caminhada, sem ele não chegaria ao fim dessa etapa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade em realizar meu mestrado e experimento nesta Instituição.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo Auxílio à Pesquisa concedido e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Hauschild pela disponibilidade em me orientar, pelos ensinamentos, “puxões de orelha” e oportunidade em conhecer pessoas especiais.

À minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Nilva Kazue Sakomura, pela disponibilidade de orientação, ensinamentos e principalmente por ter me apresentado pessoas excepcionais, as quais me ajudaram e me ensinaram muito e as levarei comigo sempre.

Aos meus pais Maria de Fátima Ferreira Delfim Bueno e Caetano Delfim Bueno, por sempre acreditarem no meu potencial, não deixando que eu desistisse nunca!!! Sem o apoio e amor de vocês não conseguiria finalizar mais esta etapa da minha vida. Vocês são meu maior tesouro, amo vocês.

Aos meus irmãos Anderson Ferreira Delfim Bueno e Rafael Delfim Bueno, pela amizade, incentivo, pelos ótimos momentos vividos. Agradeço também as minhas cunhadas Denise e Priscilla por sempre me apoiarem e estarem sempre na torcida!

Ao meu eterno exemplo de pessoa e vida vó Euzebia *in memoriam*, sei que de onde quer que esteja, a senhora está vibrando com nossa vitória. A minha vó Cezaria por entender a minha ausência e sempre vibrar com minhas conquistas, a senhora é um exemplo de pessoa e de amor.

Agradeço ao meu namorado e amigo Cássio César de Matos Sales pelo apoio, incentivo e compreender a minha ausência. Seu apoio e paciência foram importantes para essa caminhada.

Aos Professores que muito enriqueceram o trabalho na qualificação e defesa Dr. Nelson José Peruzzi, Dr^a. Marta Verardino de Stefani, e Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho.

Ao meu amigo e camarada, Dr. Daniel, um grande exemplo profissional, pela amizade, conselhos e sempre me apoiar em minhas decisões. O seu apoio, incentivo e amizade me ajudaram a crescer como pessoa. Agradeço a nossa camarada Leyd, por sempre participar dos melhores momentos dos “vip’s”.

A equipe do aviário e suíno, por terem me ajudado a realizar o experimento e principalmente pelos momentos extra aviário. A companhia de vocês sempre me ajudou. Levarei os ensinamentos por toda vida. Aqui aprendi muito com cada um de vocês, cresci como pessoa e profissional, muito obrigada!

Agradeço as meninas moraram comigo, por muitas vezes vocês foram mais que companheiras de república, vocês foram minha família. Obrigada Mari, por ter me recebido de em sua casa, a Nay e a Marcela por sempre estarem presentes nesses dois anos, dividindo grandes momentos. Agradeço também a Rafa e Amélia por terem me recebido com carinho esse ultimo mês!!! À vocês, muito obrigada por cada momento compartilhado.

Agradeço muito aos velhos e eternos amigos de Montes Claros, Vitor, João, Taly, Vanessa, Renato e Flávia, além dos agregados Gabriel, Kris e Evandro. Passei ótimos momentos com vocês... As viagens para Belo Horizonte nunca foram tão divertidas!!! As “gordices”, risos e bons momentos serão sempre as melhores lembranças de vocês... Espero repetir esses momentos por muitas vezes.

Aos funcionários Robson, Vicente e Izildinho por sempre me ajudarem, por seus ensinamentos, pelas conversas e momentos de grande aprendizagem.

Ao grupo de avicultura de Montes Claros, o GRAVE, pela amizade, ensinamentos e apoio que sempre me deram...

Agradeço aos animais desse experimento, por terem sido sacrificados em prol de um conhecimento para o bem de outros.

Agradeço, ainda, a todos que não estão aqui diretamente referidos, mas que me apoiaram e contribuíram de alguma forma, durante esta jornada.

Muito ORIGADA a todos!!!

SUMÁRIO

	Página
COMPARAÇÃO DE PROGRAMAS DE ALIMENTAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE: 4 E 14 FASES	
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	Xiv
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	
1. Introdução.....	15
2. Revisão da literatura.....	17
2.1. Programas nutricionais para aves.....	17
2.2. Formulação de dieta.....	20
2.3. Potencial nutritivo dos alimentos.....	21
2.4. Métodos utilizados para estimar exigências.....	21
2.4.1. Método empírico.....	22
2.2.4. Método Fatorial.....	23
2.5. Modelos matemáticos para estimar exigências.....	24
2.5.1. Programa AVINESP.....	27
2.6. Métodos de distribuição de alimentos.....	29
3. Referências.....	30
CAPÍTULO 2 – Programa de alimentação multifases para frangos de corte pode substituir sistema convencional	
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. Introdução.....	37
2. Material e Métodos.....	39
3. Resultados e Discussão.....	44
4. Conclusões.....	51
5. Referências.....	52



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 03707/14 do trabalho de pesquisa intitulado "**Diferentes sistemas de alimentação (4 fases vs. múltifases) para frangos de corte**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luciano Hauschild está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 11 de março de 2014.

Jaboticabal, 11 de março de 2014.


Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora - CEUA

LISTA DE TABELAS

	Página
CÁPÍTULO 2	
Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos dos programas nutricionais para machos e fêmeas.....	40
Tabela 2. Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas alimentados com diferentes programas alimentares para o período de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade.....	45
Tabela 3. Desempenho, composição corporal e excreção de nitrogênio de frangos de corte machos e fêmeas alimentados com programas alimentares de 4 ou 14 fases para o período de 1 a 42 dias de idade.....	47
Tabela 4. Rendimento de carcaça e cortes comerciais aos 42 dias de idade para frangos machos e fêmeas alimentados com diferentes programas alimentares.....	48
Tabela 5. Valores médios para análise econômica de dois sistemas de alimentação, 4 fases e 14 fases, para frangos de corte durante o período de 1 a 42 dias de idade.....	50

LISTA DE FIGURAS

		Página
CÁPÍTULO 1		
Figura 1.	Concentração de nutrientes fornecidos as aves utilizando um sistema de alimentação de três fases.....	18
Figura 2.	Figura representativa da resposta de indivíduos e da média do grupo alimentados com diferentes níveis de um nutriente.....	23
Figura 3.	Descrição dos parâmetros do método fatorial utilizados para estimar as exigências com base em um grupo de indivíduos. Km: eficiência de utilização de um nutriente para atender a manutenção; M: nível do nutriente para atender a manutenção; Kc: eficiência de utilização de um nutriente para atender o crescimento; C: nível do nutriente necessário para atender o crescimento.....	24
Figura 4.	Esquema representando a estrutura geral de um modelo de crescimento.....	26
Figura 5.	Layout inicial do Modelo Avinesp 1.0.....	28
Figura 6.	Modelo Avinesp utilizado para estimar crescimento e exigências nutricionais para frangos de corte e frangas de reposição.....	28

COMPARAÇÃO DE PROGRAMAS DE ALIMENTAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE: 4 E 14 FASES

RESUMO – Os custos com alimentação na produção de frangos de corte giram em torno de 60 a 70%. Esse valor varia de acordo com o custo de cada ingrediente e a porcentagem dos mesmos para atender as exigências dos animais. No Brasil os programas de alimentação mais utilizados são de 3 e 4 fases. Contudo, nesse sistema parte do período as aves recebem nutrientes abaixo ou acima da exigência. Uma solução para esse impasse é a utilização de programas de alimentação com mais fases, porém não há estudos avaliando a viabilidade desse sistema no Brasil. O objetivo do nosso trabalho foi avaliar o desempenho animal, rendimento de carcaça e cortes comerciais, composição corporal, excreção de nitrogênio e viabilidade econômica de aves alimentadas segundo um programa de 14 fases comparado ao de 4 fases. Utilizamos 480 pintos de corte com um dia de idade da linhagem Cobb. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (sexo: macho e fêmea; programa alimentar: 4 e 14 fases). Cada tratamento foi constituído por seis repetições, com 20 aves por unidade experimental. Duas pré-misturas de dietas (A e B) foram utilizadas, de modo que a dieta A atendia as exigências no início do período de crescimento e a B no final. As pré-misturas A e B foram combinadas para atender a exigência em lisina utilizando um método de formulação específico. As exigências nutricionais foram determinadas utilizando o software Avinesp. O desempenho foi avaliado nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade por meio do peso vivo (g), consumo de ração (g), consumo de proteína (g), ganho de peso e conversão alimentar. O rendimento de carcaça e cortes comerciais foi realizado aos 42 dias. Foram determinadas as deposições de proteína (g) e gordura corporal (g), por meio de abates comparativos no início e ao final da fase experimental. A excreção de nitrogênio foi avaliada no período de 1 a 42 dias. Na análise econômica, o ganho de peso médio e a conversão alimentar para cada tratamento foram combinados com os custos de cada dieta e preço do peso vivo para estimar as variáveis econômicas custo alimentar, margem bruta e lucratividade. Não houve interação ($P>0,5$) entre sexo e programas alimentares em nenhuma das variáveis analisadas, entretanto houve efeito do sexo ($P<0,001$) sobre todas as variáveis, exceto proteína corporal inicial, deposição de lipídios na segunda fase e cortes comerciais. Durante a segunda fase experimental as variáveis de peso vivo e conversão alimentar foram influenciadas ($P<0,05$) pelos programas alimentares, sendo respectivamente 3% e 5% melhores para o programa de 14 fases. Durante 1 a 42 dias o peso vivo, ganho de peso e rendimento de peito foram influenciados ($P<0,05$) pelos programas alimentares, sendo 2, 2 e 3% maiores para o programa alimentar de 14 fases. O custo alimentar do programa de 4 fases foi 0,4% maior e a margem bruta e a lucratividade foram respectivamente 2,5 e 3% maiores para o sistema multifases. A alimentação de multifases permite melhor desempenho, rendimento de peito e retorno econômico sem influenciar a excreção de nitrogênio e composição corporal.

Palavras-chave: AVINESP 1.0, composição corporal, exigência de lisina, nutrição de precisão, programa de alimentação

COMPARISON OF PROGRAMS FOR BROILER FEEDING: 4 AND 14 PHASES

ABSTRACT – Feed costs in the production of broilers revolve around 60-70 %. This value varies according to the cost of each ingredient and the percentage thereof to meet the requirements of animals. In Brazil the feeding programs are used most of 3 and 04 phases. However, this system of the period the birds given below or above the nutrient requirement. A solution to this impasse is the use of feeding programs with more stages, but there are no studies evaluating the feasibility of this system in Brazil. The aim of our study animal performance, carcass and commercial cuts, body composition, nitrogen excretion and economic viability of fed birds was to evaluate according to a program of 14 stages compared to 4 phases. We used 480 broiler one day old Cobb strain. The birds were distributed in a completely randomized design in a factorial 2x2 (gender: male and female; feeding program: 4 and 14 phases). Each treatment consisted of six replicates of 20 birds each. Two premixes diets (A and B) were used, so that the diet met the requirements at the beginning of the growing period and B at the end. The pre-mixes A and B were combined to meet the requirement of lysine using a method specific formulation. Nutritional requirements were determined using the software Avinesp. The performance was evaluated for the periods 1-21, 22-42 and 1-42 days of age by means of live weight (g), feed intake (g), protein intake (g), weight gain and feed conversion. Carcass yield and commercial sections was performed at 42 days. We determined the protein deposition (g) and body fat (g), by comparison at the beginning and the end of the experimental phase slaughter. Nitrogen excretion was evaluated between 1-42 days. In economic analysis, the average weight gain and feed conversion for each treatment were combined with the costs of each diet and live weight price of economic variables to estimate food costs, gross margin and profitability. There was no interaction ($P>0.5$) between sex and food programs in any of reviewest variables, however there was no effect of sex ($P<0.001$) for all variables except initial body protein, lipid deposition in the second phase and retail cuts. During the second experimental phase variables live weight and feed conversion were influenced ($P< 0.05$) by dietary programs, with respectively 3% and 5% better for the program of 14 stages. For 1 to 42 days live weight, weight gain and breast yield were influenced ($P< 0.05$) by dietary programs, and 2, 2 and 3% higher for the feeding program of 14 stages. The food cost of the 4 phase program was 0.4% higher and the gross margin and profitability were respectively 2.5 and 3% higher for the multiphase system. The multiphase power allows better performance, breast meat yield and economic return without influencing nitrogen excretion and body composition.

Keywords: AVINESP 1.0, body composition, feeding program, lysine requirement, precision nutrition

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

O frango se tornou comum na alimentação devido ao preço mais acessível, baixo teor de gordura e fácil digestão, além de baixo custo de produção quando comparado a outras espécies e elevada taxa de crescimento (BUTERI, 2003). O Brasil atualmente é o terceiro maior produtor de frangos atrás dos Estados Unidos e da China com expectativa de ser o primeiro produtor em 2017 (UBABEF, 2013). A avicultura brasileira movimentava cerca de 10 milhões de dólares por ano, representando 1,5 do PIB nacional, além de proporcionar emprego para 4 milhões de pessoas em atividades diretas e indiretas. Indiferente da região geográfica, os custos com alimentação na produção de frangos de corte giram em torno de 60 a 70%. Esse valor varia de acordo com o custo de cada ingrediente que compõe a ração e a porcentagem dos mesmos para atender as exigências dos animais.

As pesquisas em alimentação e nutrição, com intuito de reduzir custos, estão focadas em estudar principalmente três aspectos: a composição nutricional e digestibilidade dos ingredientes, exigências nutricionais dos animais e a resposta animal em termos de retenção e excreção de nutrientes (WHITTEMORE; GREEN; KNAP, 2001). Segundo Fuller (2004), exigência de um nutriente pode ser definida como a quantidade mínima de nutriente necessária para atingir objetivos específicos de produção como: maximizar ganho de peso, ganho de tecido magro e melhorar a conversão alimentar. Ao estimar as exigências nutricionais alguns fatores devem ser levados em consideração: linhagem, sexo, consumo de ração, nível energético da ração, disponibilidade dos nutrientes, temperatura ambiente, umidade do ar, sanidade, entre outros (ROSTAGNO et al., 2011).

A exigência de um determinado nutriente pode ser dividida em exigência de manutenção e de produção. A quantidade de nutriente que o organismo animal desloca para sua sobrevivência, com ganho de peso ou produção zero, é a exigência de

manutenção. Porém, a exigência de produção é definida como a quantidade mínima para atingir objetivos específicos de produção (FULLER, 2004).

Tradicionalmente as exigências nutricionais têm sido determinadas utilizando o método empírico e fatorial. O método empírico foi bastante utilizado para estimar a exigência de monogástricos por ser considerado simples e de fácil execução. Esse método consiste na avaliação da resposta de um grupo de animais diante diferentes concentrações de um nutriente durante um período pré-determinado. Ao estimar a exigência de um nutriente pelo método fatorial, as exigências são divididas em exigência de manutenção e produção. Os parâmetros dos componentes do método (manutenção e produção) são estimados com base em um animal que representa o potencial médio da população. Esse método tem sido bastante utilizado por estimar exigência para diferentes condições de produção. Além disso, o método fatorial permite estimar exigências nutricionais diárias.

No Brasil, os programas de alimentação mais utilizados são de 3 e 4 fases, porém com a evolução genética esse tipo de alimentação não tem se mostrado a melhor opção. Devido a isso, nutricionistas tem realizado pesquisas direcionadas a uma nutrição mais precisa, aumentando o número de fases tentando atender melhor as exigências nutricionais (programa multifases). Alguns trabalhos foram realizados avaliando a alimentação multifases, os autores concluíram que esse programa de alimentação não altera o desempenho e excreção de nitrogênio, porém reduzem o custo inerente a alimentação (POPE; EMMERT, 2001; GUTIERREZ et al., 2008; BUTERI et al., 2009b). Contudo, a logística da elaboração e distribuição dessas dietas inviabiliza o uso de um programa de multifases.

Adventos tecnológicos com uso de equipamentos que permitem a mistura duas dietas para obter uma ração a cada dia tem despertado o interesse por programas multifases novamente. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta do desempenho animal, excreção de nitrogênio e a viabilidade econômica da alimentação de aves segundo um programa multifases (14 fases) comparado ao sistema tradicional (4 fases).

2. Revisão da literatura

2.1. Programas nutricionais para aves

A maior parte do rebanho nacional, mais de 70%, se encontra na região sul do país. As dietas formuladas e fornecidas aos animais aqui no Brasil são consideradas de boa qualidade e digestibilidade devido à alta disponibilidade de cereais de alta qualidade, principalmente milho e soja, disponíveis no território brasileiro.

Os padrões nutricionais das dietas são estabelecidos para atender diversos objetivos de produção, principalmente reduzir custos, uma vez que a alimentação representa cerca de 70% do custo total da produção. O custo com alimentação pode variar de acordo com o preço dos ingredientes e do nível de inclusão necessário para atender a exigência dos animais (BUTERI, 2003). Além dos objetivos econômicos, estão sendo valorizados outros critérios como as exigências do consumidor pela qualidade da carne, bem estar animal (SCRAMIM; BATALHA, 2004) e preservação ambiental (DOURMAD; JONDREVILLE, 2007).

Com a relevância desses aspectos produtores e nutricionistas estão reavaliando os programas nutricionais atuais. Os programas estão voltados para uma nutrição mais precisa reduzindo custos e excreção de nutrientes, mantendo ou melhorando o desempenho zootécnico e garantindo a qualidade do produto final. Nesse sentido, as pesquisas em alimentação e nutrição têm basicamente integrado três aspectos: potencial nutritivo dos ingredientes da dieta, exigências nutricionais dos animais e a resposta animal em termos de retenção e excreção de nutrientes (WHITTEMORE; GREEN; KNAP, 2001).

Os programas de alimentação mais utilizados na produção de frangos de corte são os que utilizam três a cinco dietas ao longo do ciclo de produção (42 dias). Esses programas atendem as exigências médias diárias dos nutrientes na fase em questão (Figura 1), ou seja, as aves recebem nutrientes com nível subótimos no início da fase e no final recebem-no em excesso (BUTERI et al., 2009 a).

Uma solução para esse problema é a adoção de maior número de dietas (multifases, Figura 1) ao longo do ciclo produtivo de modo a atender com mais precisão as exigências dos animais. O programa alimentar multifase foi descrito pela primeira vez por Emmert e Baker em 1997 (POPE et al., 2002). Esse procedimento possibilita melhor aproveitamento dos nutrientes, menor custo com os ingredientes da ração e redução da excreção de nutrientes, em especial o nitrogênio que é considerado um dos principais poluentes nos dias atuais.



Figura 1 – Concentração de nutrientes fornecidos as aves utilizando um sistema de alimentação de três fases

Ao nível da indústria avícola brasileira, programas de alimentação diário ainda são inviáveis, porém, no futuro novas tecnologias poderão ser criadas e esses programas diários de alimentação poderão ser implantados. Na Europa e América do Norte, a nível industrial e experimental, existem sistemas integrados de alimentação que permitem elaborar dietas a cada dia pela mistura duas dietas (uma mais e outra menos concentrada).

Trabalhos foram realizados utilizando-se múltiplas dietas em frangos de corte em diversas fases, onde trocam as dietas a cada 2 ou 7 dias. Os autores concluíram

que não teve diferenças no desempenho nem na qualidade de carcaça das aves, quando se utiliza alimentação múltipla, porém os custos com alimentação podem reduzir de forma significativa (WARREN; EMMERT, 2000; POPE; EMMERT, 2001; BUTERI et al., 2009b).

Warren e Emmert (200) avaliaram diferentes sistemas de alimentação para frangos de corte. Para isso, estimaram exigência de aminoácidos dos animais através de equações de regressão para desenvolverem um sistema de alimentação multifases, esse sistema multifases foi comparado a um sistema que utiliza as exigências do NRC. Para isso os pesquisadores desenvolveram dois experimentos, sendo o primeiro de 1 a 21 dias de idade. Nesse experimento os pesquisadores forneceram uma mesma dieta, de acordo com as recomendações do NRC, ao longo dos 21 dias para um grupo de animais, o outro grupo de animais receberam 4 dietas ao longo dos 21 dias de idade, seguindo as exigências das equações de regressão. No experimento dois, um grupo de aves recebeu uma única dieta, seguindo as recomendações do NRC, durante 40 a 61 dias de idade, enquanto as demais aves receberam uma serie de 3 dietas nesse período, seguindo as estimativas das equações. A análise econômica indicou que o programa multifases pode reduzir os custos alimentares, sem prejudicar o desempenho ou rendimento de carcaça.

Pope e Emmert (2001) avaliaram um sistema de alimentação multifases em comparação a um sistema que utiliza as recomendações do NRC para frangos de corte. Os tratamentos utilizados foram: 1 – uma dieta, ao longo do período experimental, seguindo as recomendações do NRC; 2 – programa alimentar multifase, quatro dietas, formuladas para conter nível de lisina e treonina estimado de acordo com equações específicas; 3 – programa alimentar multifase, contendo quatro dietas, contendo 10% menos lisina e treonina que o tratamento 2; 4 – programa alimentar multifases, com fornecimento de quatro dietas, contendo 15 % mais lisina e treonina se comparado ao tratamento 2. A avaliação ocorreu no período de 43 a 71 dias de idade. Como resultado, os pesquisadores não encontraram diferença no desempenho entre os programas alimentares, porém a ingestão de nutrientes foi maior para o programa alimentar do NRC. Além disso, o programa alimentar multifases com base em uma equação específica e o programa com 10% menos aminoácidos apresentaram melhores resultados econômicos.

Buteri et al. (2009b) avaliaram os efeitos de diferentes planos nutricionais sobre o desempenho de frangos machos e fêmeas da linhagem ROSS. Para isso, utilizaram seis planos nutricionais para cada sexo, sendo eles: 3, 5 ou 28 fases de alimentação, além de um plano nutricional de 28 fases contendo 92,5, 100 e 107,5% da exigência de lisina estabelecida por meio de modelo matemático desenvolvido para frangos de corte da linhagem Ross. Os autores concluíram que os programas alimentares de 28 fases são similares aos programas de 3 e 5 fases e que o modelo utilizado foi eficiente.

2.2. Formulação de dieta

O método mais utilizado para formulação de dietas é a programação linear, onde se determina o nível de inclusão de um dado alimento que maximiza ou minimiza uma função objetivo, que na maioria dos casos é o custo da ração. A indústria geralmente utiliza a formulação de custo mínimo visando baixos custos da dieta, porém esse método muitas vezes não considera a respostas dos animais (SAUVANT; BASTIANELLI; VAN MILGEN, 1995) e os excessos de determinados nutrientes que excretados podem trazer consequências malélicas ao meio ambiente (PATIENCE; THACKER; DE LANGE, 1995). Reduzir o excesso de nutrientes nas dietas formuladas, contudo ainda é uma tarefa complexa e de médio interesse principalmente pela indústria brasileira.

A formulação de dietas com objetivo de reduzir o aporte nutricional e manter ótimas respostas é uma etapa essencial para reduzir a excreção de nutrientes no ambiente (LE BELLEGO; NOBLET, 2002). A AGRIFOOD do Canadá, visando soluções para esse problema na produção de suínos, desenvolveu um método de otimização denominado multi-objetivos (HAUSCHILD, 2010). Esse método, baseado na formulação tradicional pelo mínimo custo e utilizando algoritmos específicos permite reduzir excreção de nitrogênio (JEAN DIT BAILLEUL et al., 2001) e fósforo (POMAR et al., 2007). No Brasil, contudo, esses novos métodos de formulação ainda não são adotados na produção de suínos e de aves.

2.3. Potencial nutritivo dos alimentos

Os estudos de digestibilidade e metabolismo dos nutrientes avançaram consideravelmente nos últimos anos (JOHNSON, 2007). Antes desses estudos, o potencial nutritivo era expresso na base total, com os avanços passou a ser expresso na base digestível e hoje em dia já é na metabolizável e na líquida. Essa última permite que o valor nutricional seja expresso na mesma unidade das exigências dos animais, a exigência líquida, que considera o destino metabólico dos nutrientes (NOBLET; VAN MILGEN, 2004). Apesar do conceito de exigência líquida permitir uma nutrição mais precisa, ainda é necessário atualizações das tabelas de composição nutricional de ingredientes para sua aplicabilidade.

2.4. Métodos utilizados para estimar exigências

A exigência de um dado nutriente pode ser definida com a quantidade mínima do mesmo a ser fornecida para atender as necessidades de um animal (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A exigência é dividida em exigência de manutenção e exigência de produção. Exigência de manutenção pode ser definida como a quantidade mínima de nutriente mínima para que o organismo animal possa desenvolver todos os mecanismos necessários para a sua sobrevivência e o ganho de peso animal é zero (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A exigência de produção é definida como a quantidade mínima para atingir objetivos específicos de produção (FULLER, 2004).

A intensificação da indústria tem chamado a atenção dos nutricionistas para o desenvolvimento de estratégias nutricionais onde outros objetivos de produção além da máxima resposta devem ser também otimizados, tais como redução de nutrientes excretados, bem estar animal e qualidade de carcaça. Porém no Brasil essas questões ainda estão sendo valorizadas apenas pelos pesquisadores. Além disso, existe uma tendência para realização de pesquisas direcionadas para uma nutrição

mais precisa (“Nutrição de Precisão”) com o objetivo de estimar o potencial nutritivo dos ingredientes e as exigências nutricionais. As exigências nutricionais têm sido determinadas utilizando o método empírico e fatorial.

2.4.1. Método empírico

A O método empírico tradicionalmente tem sido utilizado para estimar exigências de monogástricos por ser mais fácil e prático a execução. As exigências de um nutriente são estimadas avaliando a resposta de um grupo de animais diante de diferentes concentrações de um nutriente na dieta durante um determinado período. Essa resposta devido às diferenças entre os animais (manutenção e potencial de crescimento) é de natureza curvilínea (GURNOW, 1973).

Na resposta curvilínea, a eficiência de utilização de um nutriente em uma população é descrita por: uma fase linear para um nível subótimo, uma fase curvilínea, decrescendo até o ponto onde a máxima resposta é atingida (Figura 2) (LAMMERS et al., 2008). O formato da curva pode variar de acordo com critérios-respostas adotados e com a variabilidade entre os animais (POMAR et al., 2003). Esse método possibilita descrever leis de respostas de populações. Adicionalmente, este tipo de curva permite uma melhor estimativa do nível do nutriente para uma população baseado em aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Nesse sentido, as exigências nutricionais em contexto de produção são essas que maximizam ou minimizam um ou vários critérios respostas (ganho de peso, conversão alimentar, retorno econômico, etc) durante um determinado período.

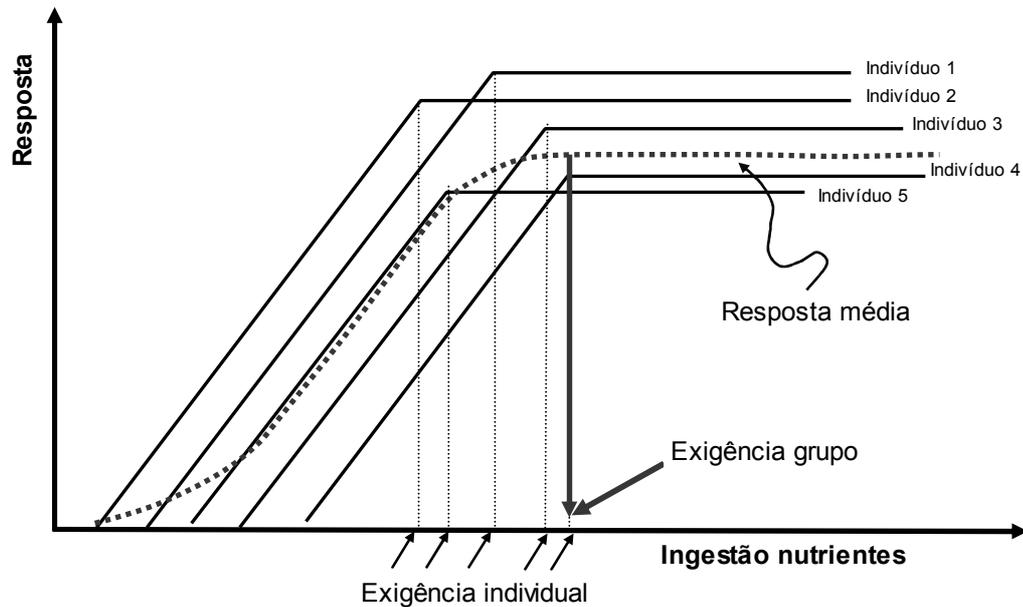


Figura 2 – Figura representativa da resposta de indivíduos e da média do grupo alimentados com diferentes níveis de um nutriente

2.4.2. Método fatorial

Esse método estima a exigência de um nutriente pela soma das exigências para manutenção e produção (FULLER; CHAMBERLAIN, 1982). Essas exigências são estimadas para cada nutriente e seus precursores considerando a eficiência com que cada nutriente é utilizado para cada função metabólica (VAN MILGEN; NOBLET, 2003). Dessa forma ao estimar exigências, esse método considera o estado metabólico do animal e aspectos biológicos da utilização de nutrientes. Embora algumas vezes amparado por dados empíricos, esse método aborda de forma mecanicista a estimação das exigências. Os parâmetros dos componentes do método (manutenção e produção) são estimados com base em um animal que representa o potencial médio da população (Figura 3).

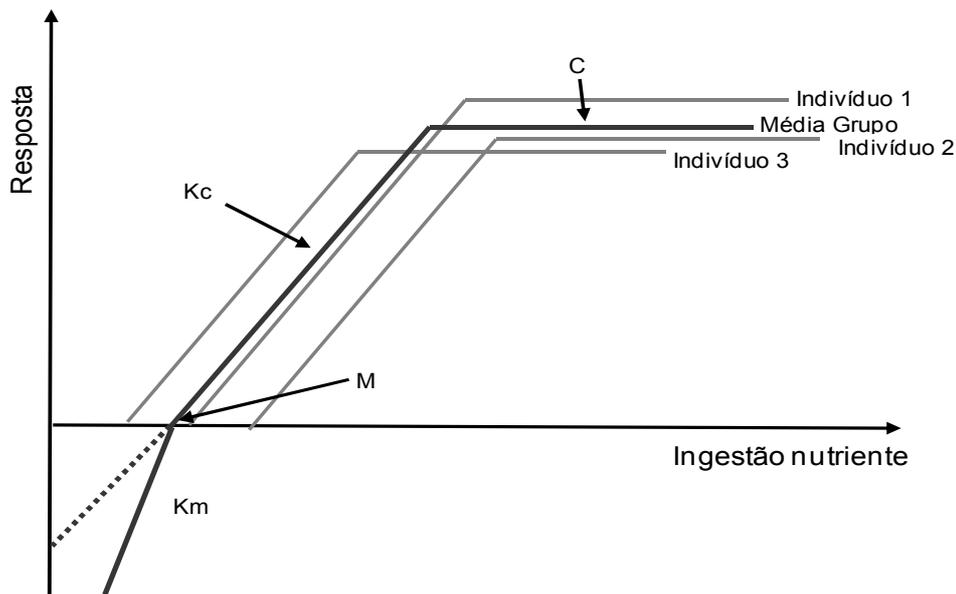


Figura 3 - Descrição dos parâmetros do método fatorial utilizados para estimar as exigências com base em um grupo de indivíduos. K_m : eficiência de utilização de um nutriente para atender a manutenção; M : nível do nutriente para atender a manutenção; K_c : eficiência de utilização de um nutriente para atender o crescimento; C : nível do nutriente necessário para atender o crescimento

Tradicionalmente, as exigências de frangos de corte têm sido publicadas na forma de tabelas. Porém, as exigências dos animais são influenciadas pelo genótipo, sexo, peso vivo e apetite, o método fatorial tem sido muito utilizado. Esse método permite maior flexibilidade ao estimar exigências para diferentes condições de produção. Além disso, dentro de um sistema de alimentação multifase o método fatorial, diferente do dose resposta, permite estimar exigências nutricionais diárias permitindo assim a aplicabilidade do sistema.

2.5. Modelos matemáticos para estimar exigências

A descrição do crescimento das aves é o primeiro passo para elaboração de modelos matemáticos de simulação capazes de prever as exigências nutricionais das aves e determinar os efeitos de diferentes programas nutricionais e condições

ambientais sobre o desempenho das aves (GOUS et al., 1999). Esses modelos têm sido muito utilizados em nutrição animal. Existe ainda uma grande pressão para desenvolver modelos que descrevam melhor a trajetória de crescimento dos animais e a taxa e eficiência de deposição de nutrientes para assim estimar exigências nutricionais em condições de produção.

A ciência animal envolve teorias, leis e suposições que são explicadas ou recusadas de acordo com o avanço do conhecimento. A modelagem é considerada uma parte importante desse processo e envolve uma série de equações cujos parâmetros são determinados usando métodos estatísticos (equações lineares ou não – lineares). Os parâmetros das equações são estimados utilizando dados experimentais extraídos em diferentes níveis de agregação do animal (tecido, célula, moléculas). Esses parâmetros permitem estabelecer uma relação entre a resposta animal e as variáveis explicatórias. Cada um dos parâmetros apresenta uma determinada imprecisão a qual é determinada pelas estatísticas geradas na análise (erro padrão, intervalo de confiança e significância). Devido a esse aspecto, os modelos matemáticos são assim uma aproximação da realidade. Essa aproximação é também devida aos princípios biológicos serem estruturados com base em informações disponíveis e não no real estado do sistema (animal).

Os modelos matemáticos permitem representar de forma dinâmica e quantitativa o complexo sistema biológico em uma forma muitas vezes impossível em experimentos convencionais (WHITTEMORE; FAWCETT, 1976). Esses modelos são imprescindíveis em sistemas de alimentação que visem atender uma nutrição de precisão. Em estudos onde foi avaliada alimentação multifases os programas nutricionais foram estabelecidos com uso de modelos de crescimento (STACEY et al., 2004; GUTIERREZ et al., 2008).

Gutierrez et al. (2008) compararam dois programas multifases com um convencional, avaliando desempenho e excreção de nitrogênio. No programa convencional foram fornecidas 4 dietas, atendendo a exigência média de cada fase. As dietas dos programas alimentares foram trocadas a cada três dias. Um dos programas multifases foi baseado no fornecimento de nutrientes para atender a exigência média dos nutrientes, enquanto o outro foi baseado no modelo EFG para frangos de corte em crescimento. Como resultado esses pesquisadores observaram

uma melhora no ganho de peso e conversão alimentar dos animais do programa alimentar multifases, porém os programas não afetaram a excreção de nitrogênio.

Desde o surgimento do primeiro modelo de crescimento proposto por (WHITTEMORE; FAWCETT, 1976) vários outros foram desenvolvidos e alguns são utilizados na produção de suínos e aves. Esses modelos são dinâmicos, mecanicistas e deterministas. O crescimento animal nesses modelos é estimado a partir de um potencial genético conhecido considerando os efeitos externos que atuam sobre esse potencial (nutrição, temperatura, sanidade, etc; Figura 4). Devido à deposição de proteína ser uma das mais importantes forças de homeose no metabolismo animal esta tem sido a mais utilizada para representar o potencial genético dos animais.

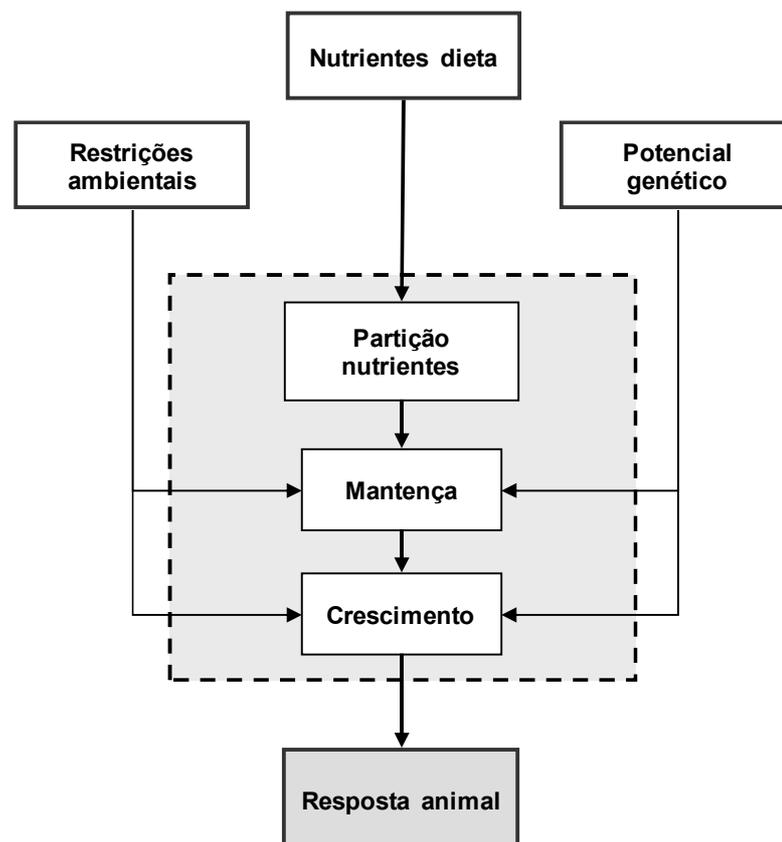


Figura 4 – Esquema representando a estrutura geral de um modelo de crescimento

Baseado na estrutura apresentada as exigências nutricionais são estimadas pela inversão do modelo. Nesse caso, a saída do modelo será a quantidade mínima

de nutrientes a qual é necessária para permitir ao animal expressar seu potencial considerando os fatores externos. Dessa forma, embora não estimem exigências nutricionais de forma direta, esses modelos podem ser adaptados para tal finalidade. As exigências nutricionais são estimadas pela integração do método fatorial no modelo. A diferença comparada ao método fatorial é que as exigências nutricionais podem ser estimadas de forma dinâmica no tempo.

2.5.1. Programa AVINESP

Vários modelos de crescimento para frangos de corte foram desenvolvidos levando em consideração a produção, os aspectos ambientais e sociais. Modelos como Fortell Broiler, Pesti Brill Modelo, OMINIPRO, EFG de frangos de corte de crescimento estão sendo utilizados para delinear experimentos e para simulações e definição de níveis ideais de um nutriente em condições de produção (HAUSCHILD; SAKOMURA; SILVA, 2013).

Atualmente o Grupo de Estudo e Pesquisas de Modelagem e Nutrição de Monogástricos da Unesp – Jaboticabal (GNUTRIM) desenvolveram um modelo que permite estimar o consumo de ração a vontade, peso vivo, composição corporal e as exigências de energia e aminoácidos de frangos de corte e frangas de postura, além de simular o desempenho animal sob diferentes dietas e ambientes.

O modelo está disponível na forma de uma software que apresenta um layout de fácil utilização que pode ser utilizado tanto para fins didático como uma ferramenta na otimização da produção de aves. A etapas para o uso do modelo consiste em registrar informações das dietas, programa alimentar, genética e condições ambientais para posteriormente iniciar as simulações (Figura 5). Nos gráficos e relatórios gerados pela simulação é possível obter informações que permitem fazer uma relação entre o ofertado e o exigido pelas aves em termos de exigências de um determinado nutriente (Figura 6).



Figura 5 – Layout inicial do Modelo Avinesp 1.0

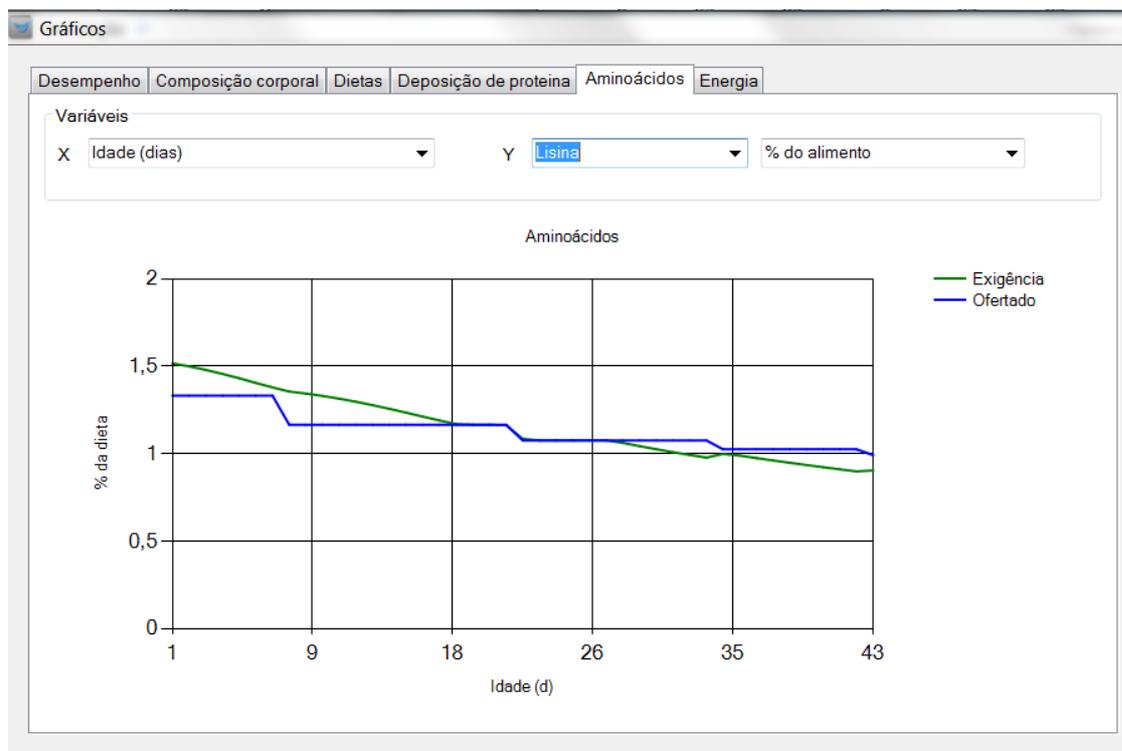


Figura 6 – Modelo Avinesp utilizado para estimar crescimento e exigências nutricionais para frangos de corte e frangas de reposição

2.6. Métodos de distribuição de alimentos

Além do método tradicional de alimentação (fornecimento de uma única dieta completa) existem basicamente três métodos de distribuição de alimentos: alimentação simultânea de duas dietas diferentes (uma mais concentrada e outra menos) em espaços diferentes (divisão do comedouro), alimentação sequencial e alimentação pela mistura de duas dietas (uma mais concentrada e outra menos) (NOIROT et al., 1998).

O primeiro método se baseia na premissa de que a ave é capaz de selecionar alimentos com o objetivo de atender a sua exigência nutricional, a qual varia de acordo com o sexo, potencial genético e estado fisiológico. Baseado nesse conceito dois alimentos são fornecidos em espaços físicos diferentes no comedouro. No norte da Europa vários estudos foram realizados com esse método onde um dos alimentos mais utilizado foi grão de trigo inteiro e outro uma dieta com teores mais elevados de proteína (NOIROT et al., 1998). O inconveniente desse método é a variabilidade das aves na seleção do alimento com efeito negativo no desempenho e composição corporal (deposição elevada de gordura).

O segundo método consiste no fornecimento sequencial de duas dietas em dias alternados de dois alimentos. Uma das dietas é uma dieta normal, contudo com nível mais elevado de proteína e a outra é somente composta de grão inteiros de algum cereal (ex: grão de trigo, sorgo, etc). Esse método tem apresentado resultados interessantes, contudo está em fase de estudo pelo grupo de pesquisa do INRA da França (BOUVAREL et al., 2008).

O último método se refere a mistura de duas dietas (uma mais densa nutricionalmente com uma menos densa) com o objetivo de acompanhar a curva de exigências das aves no tempo (GUTIERREZ et al., 2008). Poucos estudos foram realizados com esse método, sendo que a grande maioria foi com suínos. As possíveis vantagens são redução de custo com alimentação e impacto ambiental. O método permite o uso de uma abordagem mais mecanicista quando se trata de exigências nutricionais diferente do sistema tradicional que usa no geral uma abordagem empírica (exigências oriundas de experimentos dose resposta). Nesse sentido, é possível estabelecer um programa nutricional considerando diferentes

aspectos que influenciam as exigências (genótipo, sexo, idade e ambiente) obtendo programas mais flexíveis em diferentes condições de produção. O método embora aparente ser interessante do ponto de vista econômico e ambiental, mais estudos devem ser realizados com aves para avaliar melhor aplicabilidade no Brasil em função de não haver estudos mais detalhados nessa linha no momento.

3. Referências

BOUVAREL, I.; CHAGNEAU, A. M.; LESCOAT, P.; TESSERAUD, S.; LETERRIER, C. Forty-eight-hour cycle sequential feeding with diets varying in protein and energy contents: adaptation in broilers at different ages. **Poultry Science**, Faisalabad, v. 87, n. 1, p. 196 - 203, 2008.

BUTERI, C. B. **Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. 2003. 151 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

BUTERI, C. B.; TAVEMARI, F. de C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, Madrid, v. 3, n. 2, p. 48 - 61, 2009a.

BUTERI, C. B.; TAVEMARI, F. de C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Effects of different nutritional plans on broiler performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 225 - 234, 2009b.

DOURMAD, J. Y.; JONDREVILLE, C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. **Livestock Science**, [S. l.], v. 112, n. 3, p. 192 - 198, 2007.

FULLER, M. F. **The encyclopedia of farm animal production**. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 2004. 620 p.

FULLER, M. F.; CHAMBERLAIN, A. G. Protein requirements of pigs. In: HARESIGN, W. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. London, UK: Butterwoths, 1982.p. 175 - 186.

GOUS, R. M.; MORAN JR, E. T.; STILBORN, H. R.; BRADFORD, G. D.; EMMANS, G. C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. **Poultry Science**, Faisalabad, v. 78, n. 6, p. 812 - 821, 1999.

GURNOW, R. N. A smooth population response curve based on an abrupt threshold and plateau model for individuals. **Biometrics**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 1 - 10, 1973.

GUTIERREZ, O.; SURBAKTI, N.; HAQ, A.; CAREY, J. B.; BAILEY, C. A. Effect of continuous multiphase feeding schedules on nitrogen excretion and broiler performance. **The Journal of Applied Poultry Research**, CIDADE, v. 17, [S. N], p. 463 - 470, 2008.

HAUSCHILD, L. **Modelagem individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento**. 2010. 147 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

HAUSCHILD, L.; SAKOMURA, N. K.; SILVA, E. P. AvinespModel: Model for predicting poultry growth and energy and amino acid requirements. In: International symposium: modelling in pig and poultry production, 2013, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: UNESP, 2013. 1 CD-ROM.

JEAN DIT BAILLEUL, P.; RIVEST, J.; DUBEAU, F.; POMAR, C. Reducing nitrogen excretion in pigs by modifying the traditional least-cost formulation algorithm. **Livestock Production Science**, [S. I], v. 72, n. 3, p. 199 - 211. 2001.

JOHNSON, D. E. Contributions of animal nutrition research to nutritional principles: Energetics. **The Journal Of Nutrition**, [S. I], v. 137, n. 3, p. 698 - 701, 2007.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M. S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 3, p. 602 - 608, 2008.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, [S. I], v. 76, n. 1-2, p. 45 - 58, 2002.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 13 supl, p. E229 - E238, 2004.

NOIROT, V.; BOUVAREL, I.; BARRIER-GUILLOT, B.; CASTAING, J.; ZWICK, J. L.; PICARD, M. Céréales entières pour les poulets de chair: le retour? **INRA Production Animal**, Paris, v. 11, n. 5, p. 349 - 357, 1998.

PATIENCE, J. F.; THACKER, P. A.; DE LANGE, C. F. M. **Swine nutrition guide**. 2 ed. Saskatoon, CA: University of Saskatchewan, 1995. 274p.

POMAR, C.; DUBEAU, F.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M. P.; BOUCHER, C.; JULIEN, P. O. Reducing phosphorus concentration in pig diets by adding an environmental objective to the traditional feed formulation algorithm. **Livestock Science**, [S. I], v. 111, n. 1-2, p. 16 - 27, 2007.

POMAR, C; KYRIAZAKIS, I.; EMMANS, G. C.; KNAP, P. W. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 14 supl, p. E178 - E186, 2003.

POPE, T.; EMMERT, J. L. Phase-feeding supports maximum growth performance of broiler chicks from forty-three to seventy-one days of age. **Poultry Science**, Faisalabad, v. 80, n. 3, p. 345 - 352, 2001.

POPE, T.; LOUPE, L. N.; TOWNSEND, J. A.; EMMERT, J. L. Growth performance of broilers using a phase-feeding approach with diets switched every other day from forty-two to sixty-three days of age. **Poultry Science**, Faisalabad, v. 81, n. 4, p. 466 - 471, 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. de T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

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

SAUVANT, D.; BASTIANELLI, D.; VAN MILGEN, J. Systèmes d'unités d'alimentation et lois de réponse du porc aux régimes alimentaires. **Journées Recherche Porcine**, [S. I], v. 27, [S. N], p. 237 - 244, 1995.

SCRAMIM, F. C. L.; BATALHA, M. O. Método para análise de benefícios em cadeias de suprimento: Um estudo de caso. **Gestão & Produção**, [S. I], v. 11, p. 331-342, 2004.

STACEY, K. F.; PARSONS, D. J.; FROST, A. R.; FISHER, C.; FILMER, D. An Automatic Growth and Nutrition Control System for Broiler Production. **Biosystems Engineering**, [S. I], v. 89, n. 3, p. 363 - 371, 2004.

União Brasileira de Avicultura (UBABEF) – **Relatório anual 2013**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>> acesso em: 22/10/2013.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 14 supl, p. E86 - E93, 2003.

WARREN, W. A.; EMMERT J. L. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks during the starter and finisher phases. **Poultry Science**, Faisalabad, v. 79, n. 5, p. 764 - 770, 2000.

WHITTEMORE, C. T.; FAWCETT, R. H. Theoretical aspects of a flexible model to simulate protein and lipid growth in pigs. **Animal Science**, [S. l], v. 22, n. 1, p. 87 - 96, 1976.

WHITTEMORE, C. T.; GREEN, D. M.; KNAP, P. W. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: Protein. **Animal Science**, [S. l], v. 73, [S. N], p. 363 - 373, 2001.

CAPÍTULO 2 – Programa de alimentação multifases para frangos de corte pode substituir sistema convencional

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação na Revista Ciência e Agrotecnologia.

PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO MULTIFASES (14 FASES) PARA FRANGOS DE CORTE PODE SUBSTITUIR SISTEMA CONVENCIONAL (4 FASES)

Camila Ferreira Delfim Bueno

Luciano Hauschild

Nilva Kazue Sakomura

Aline Remus

Jaqueline de Paula Gobi

Resumo: No Brasil os programas alimentares mais utilizados são de 3 e 4 fases. Nesses programas parte do período as aves recebem nutrientes abaixo ou acima da exigência. Uma alternativa é a utilização de programas de alimentação com mais fases. Nosso objetivo foi avaliar desempenho, rendimento de carcaça e cortes comerciais, composição corporal, excreção de nitrogênio e viabilidade econômica de aves alimentadas segundo um programa alimentar de 14 fases comparado ao de 4 fases. Utilizamos 480 pintos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (sexo (macho e fêmea); programa alimentar (4 e 14 fases)). A elaboração da ração foi realizada pela mistura de duas pré-dietas utilizando um método de formulação específico. As exigências nutricionais foram determinadas utilizando o software Avinesp. Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e programa alimentar. Durante 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias houve efeito do sexo ($P < 0,001$) sobre todas variáveis, exceto proteína corporal inicial e deposição de lipídios de 22 a 42 dias. De 22 a 42 dias o peso vivo foi 3% maior e conversão alimentar 5% melhor ($P < 0,05$) para o programa de 14 fases. Durante 1 a 42 dias peso vivo, ganho de peso e rendimento de peito foram influenciados ($P < 0,05$) pelos programas alimentares, sendo 2, 2 e 3% maiores para o programa alimentar de 14 fases. O custo alimentar do programa de 4 fases foi 0,4% maior,

margem bruta e lucratividade foram respectivamente 2,5 e 3% maiores para o sistema multifásico. A alimentação de multifases permite melhor desempenho, rendimento de peito e retorno econômico sem influenciar composição corporal e excreção de nitrogênio.

Palavras chave: AVINESP 1.0, composição corporal, desempenho animal, níveis de lisina, nutrição de precisão

FEEDING PROGRAM FOR MULTIPHASE BROILER CAN REPLACE CONVENTIONAL SYSTEM

Abstract: In Brazil the most commonly used dietary programs are 3 or 04 phases. These programs of the period the birds receive nutrients below or above the requirement. An alternative is to use power programs more stages. Our objective was to evaluate performance, carcass and commercial cuts, body composition, nitrogen excretion and economic viability of chicks fed according to a feeding program of 14 stages compared to 4 phases. We use 480 chicks were distributed in a completely randomized in a 2x2 factorial design (sex (male and female); food program (4 and 14 phase)) design. The preparation of the ration was performed by mixing two pre-diets using a method specific formulation. Nutritional requirements were determined using the software Avinesp. There was no interaction ($P>0.05$) between sex and food program. During 1 to 21, 22 to 42 and 1 to 42 days was no effect of sex ($P<0.001$) on all variables except initial body protein and lipid deposition in 22-42 days. From 22 to 42 days and body weight was 3% higher and 5% better feed conversion ($P<0.05$) for the program of 14 stages. For 1 to 42 days live weight, weight gain and breast yield were influenced ($P<0.05$) by dietary programs, and 2, 2 and 3% higher for the feeding program of 14 stages. The food cost of the 4-phase program was 0.4% higher gross margin and profitability were respectively 2.5 and 3% higher for the multiphase system. The multiphase power allows better

performance, breast meat yield and economic return without influencing body composition and nitrogen excretion.

Keywords: Avinesp 1.0, body composition, levels of lysine, Precision Nutrition

INTRODUÇÃO

Um objetivo na formulação de dietas em sistemas de produção animal é ajustar a dieta para a diminuição das necessidades nutricionais dos animais ao longo do crescimento (Rostagno et al., 2011). Nos programas alimentares atuais as dietas são fornecidas através de uma alimentação por fases. No Brasil, os programas de alimentação mais utilizados são de 4 fases. Para este fim, as necessidades nutricionais são estabelecidas utilizando a exigência média para cada uma destas fases. Como consequência, durante a maior parte do período as aves recebem nutrientes acima ou abaixo da exigência (Buteri et al., 2009a). Isso reflete em uma ineficiência das aves com excreção de nutriente e piora do desempenho na fase de deficiência nutricional.

Enquanto estratégias de alimentação que excedam as necessidades nutricionais levam a maiores custos de produção e impacto ambiental devido ao aumento dos níveis de excreção de nitrogênio (Nahm, 2007), quantidade de nutrientes abaixo do ideal prejudica o desempenho. Portanto, ajustando exigência nutricional diária torna-se solução para esses problemas. Uma forma de integrar a mitigação de produção, custo e impacto é a utilização de modelos matemáticos para prever as exigências diárias (Pesti & Miller, 1997). Programas de alimentação multifase com base nesses modelos de fato mostram resultados favoráveis, tornando-se uma alternativa para a alimentação convencional (4 fases) (Gutierrez et al., 2008).

No entanto, o aumento do número de fases de alimentação é considerado por muitos como desfavorável à logística de produção. Uma solução para esses problemas

logísticos foi o desenvolvimento de sistemas de alimentação, que se misturam duas dietas de forma automática e em tempo real, permitindo atender às necessidades dos animais em todo o seu crescimento. Em consequência, a utilização desta técnica demonstrou diminuir os custos de alimentação de suínos (Pomar et al., 2005). As mudanças não lineares nas exigências que ocorrem durante o crescimento são específicas para cada nutriente. Portanto, garantir que todas as exigências sejam devidamente atendidas usando apenas duas formulações de alimentação tornou-se um problema que requer o uso de vários algoritmos complexos. Esse problema foi parcialmente resolvido através de uma modificação de algoritmos de formulação que permitiram determinar a proporção ótima de duas dietas para cada período de crescimento (Montminy et al., 2005).

Embora pesquisas anteriores avaliaram o efeito de programas de alimentação multifásico sobre o desempenho de frangos de corte, os custos de alimentação e de impacto ambiental (Pope e Emmert, 2001; Pope et al., 2004; Gutierrez et al., 2008; Buteri, et al., 2009a; Tolimir et al., 2010), esses estudos não consideram os problemas logísticos associados a necessidade de formular uma dieta para cada fase de alimentação. Outro aspecto importante é a diferença da exigência nutricional entre machos e fêmeas, o que poderia afetar a interpretação das diferenças entre os programas de alimentação multifásico e tradicionais. A maioria desses programas multifases avaliados não levaram em conta o efeito do sexo.

Dessa forma, o objetivo nesse estudo foi avaliar se um programa multifases (14 fases), com base na combinação de duas dietas, pode substituir o sistema convencional (4 fases), mantendo a eficiência na produção. Além disso, avaliamos se o programa multifásico seria igualmente eficaz, independentemente do sexo das aves. Para este fim, medimos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça, excreção de nitrogênio e análise econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram aprovados pela comissão de ética no uso de animais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Foram utilizados 480 pintos de um dia da linhagem Cobb, com peso médio de $44,74 \pm 0,16$ g para fêmeas e $44,71 \pm 0,11$ g para machos. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (sexo: macho e fêmea; programa alimentar: 4 e 14 fases). Cada tratamento foi constituído de 6 repetições, com 20 animais por unidade experimental.

Durante todo o período experimental as aves foram alojadas em boxes, com piso de concreto e cama de maravalha reutilizada, equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo Niple, a água e ração foram fornecidos a vontade durante todo o experimento. A temperatura foi controlada de acordo com o manual da linhagem.

As exigências diárias de lisina foram estimadas com auxílio do programa AVINESP 1.0, e os demais nutrientes seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2011) para frangos machos e fêmeas de desempenho superior.

Duas pré-misturas de dietas (A e B) foram utilizadas nesse estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos dos programas nutricionais para machos e fêmeas.

Ingredientes (%)	Pré Misturas			
	Macho		Fêmea	
	A	B	A	B
Milho	49,377	67,535	54,299	66,494
Farelo de Soja (45%)	42,558	26,637	37,246	22,500
Farelo de Trigo	0,000	0,000	0,000	5,100
Óleo de Soja	2,897	3,149	2,294	3,500
Fosfato Bicálcico	2,593	1,105	2,626	0,963
Calcário	0,797	0,738	1,697	0,702
Sal Comum	0,400	0,395	0,400	0,400
Premix Mineral ^A	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Vitamínico ^B	0,100	0,100	0,100	0,100
HCl Lisina – 78%	0,408	0,052	0,512	0,011
DL-Metionina	0,468	0,123	0,478	0,071
L-Treonina	0,236	0,000	0,2811	0,000
Cloreto de Colina (60%)	0,067	0,067	0,067	0,067
Aminoácidos Digestíveis^C				
Lisina Digestível, %	1,503	0,849	1,455	0,738
Metionina Digestível, %	0,757	0,358	0,746	0,299
Met+Cis Digestível, %	1,082	0,620	1,048	0,548
Treonina Digestível, %	0,977	0,555	0,946	0,515
Triptofano Digestível, %	0,281	0,198	0,252	0,182
Energia Metabolizável, Mcal/Kg	2,960	3,200	2,960	3,263
Proteína Bruta, %	24,000	17,600	22,150	16,412
Cálcio, %	1,100	0,663	1,400	0,632
Fósforo, %	0,600	0,309	0,600	0,289
Sódio, %	0,203	0,195	0,201	0,204

^ANíveis de garantia por Kg: Cobre (mín) 8.000 mg/Kg, Ferro (mín) 50 g/Kg, Manganês (mín) 70 g/ Kg, Zinco (mín) 50 g/Kg, Iodo (mín) 1.200 mg/Kg, Selênio 200 mg/Kg. ^BNíveis de garantia por Kg: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg, Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg, Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg, Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg, Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg, Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg, Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg, Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg, Niacina (mínimo) 35 g/kg, Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg, Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg. ^CValores Calculados

A exigência de lisina foi utilizada como referência na determinação das dietas e foi atendida através da diluição das pré-misturas A e B, de acordo com o método de formulação desenvolvido por Letourneau Montminy et al. (2005). A dieta A foi formulada

para atender as exigências dos animais no início do período de crescimento e a B no final. As dietas A e B foram misturadas em proporções que permitissem atender a exigência média de lisina de cada fase. A mistura dessas dietas A e B foram de acordo com o programa de alimentação de fases constituídos em cada tratamento.

No programa de alimentação de quatro fases (4F) foi fornecida a mesma dieta estabelecida após a mistura da dieta A e B durante toda a fase (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade). O programa de alimentação de 4F reproduziu as condições de alimentação normalmente utilizadas na produção de aves no Brasil. Outro grupo de animais foram alimentados segundo um programa de alimentação de multifases (MF). Esses animais receberam 14 dietas diferentes durante 3 dias cada uma. A mistura das dietas A e B foi feita de forma manual com o auxílio de um misturador horizontal.

O desempenho foi avaliado de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade por meio do peso vivo (g), consumo de ração (g), consumo de proteína (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar. Além disso, foi avaliado o índice de eficiência produtiva (IEP). Esse índice é obtido por meio do ganho de peso multiplicado pela viabilidade de criação (VC) vezes 100, tudo isso dividido pela conversão alimentar, como segue a equação: $IEP = ((\%VC \times GMD_{Kg}) / CA) 100$. Esse índice foi avaliado aos 42 dias de idade.

Aos 42 dias, duas aves por unidade experimental, com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 10\%$) foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas e abatidas por asfixia com CO₂ para avaliação de rendimento (%) de carcaça, peito com osso, coxas e sobrecoxas. O rendimento da carcaça eviscerada, sem cabeça, pescoço e pés foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, enquanto os rendimentos dos cortes foram calculados em relação ao peso absoluto da carcaça.

Foram determinadas as deposições de proteína (g) e gordura corporal (g), por meio de abates comparativos no início (grupos referência) e ao final dos 21 e 42 dias de idade. O grupo referência foi constituído por aves de um dia com peso $\pm 5\%$ do peso médio inicial. Aos 21 e 42 dias de idade, duas aves de cada parcela com peso $\pm 10\%$ do peso médio foram selecionadas. Após jejum alimentar de 24 horas as aves foram pesadas, abatidas por asfixia com CO₂, completamente depenadas e pesadas novamente.

As aves depenadas foram identificadas e congeladas (-20°C) para processamento posterior. As aves referentes a cada parcela foram cortadas em serra de fita (H. Benecke[®]) e moídas em moinho de carne industrial (98BT, CAF[®]), sendo homogeneizadas e retiradas alíquotas que foram acondicionadas em placas de Petri descartáveis, pesadas e congeladas novamente (-20°C), até a pré-secagem. As amostras foram liofilizadas por 72h (-50°C; -80kPa) (VLP20, Thermo[®]) e pesadas novamente, sendo na sequencia, processadas em moinho tipo bola. As amostras das aves foram encaminhadas ao laboratório para análises de extrato etéreo e nitrogênio total.

Os teores de gordura da carcaça foram obtidos por extração com éter de petróleo em aparelho Ancon. O conteúdo de nitrogênio total foi quantificado nas amostras desengorduradas utilizando-se o método de Kjeldahl (AOAC, 1995).

A proteína corporal (PB_{Corp}, g) foi obtida multiplicando-se o teor de proteína bruta das amostras (PB_{Amos}) pelo peso vivo médio das aves (PV_{Ave}), de acordo com a seguinte equação: $[(PB_{Amos} \times PV_{Ave})/100]$. A gordura corporal (g) foi obtida seguindo a mesma metodologia. As deposições diárias de proteína e lipídio foram calculadas através da diferença no conteúdo corporal desses componentes entre o início e o final de cada fase divididos pelo número de dias de cada período.

O consumo de proteína (g/d) foi calculado multiplicando o consumo de ração (CR) pelo teor de proteína da ração ($PB_{\text{Ração}}$) analisada, como segue a equação: $[(CR \times PB_{\text{Ração}})/100]$. A excreção de nitrogênio (g/d) foi obtida através da diferença entre a proteína consumida (PB_{Cons}) e a proteína corporal (PB_{Corp}), segundo a equação: $(PB_{\text{Cons}} - PB_{\text{Corp}}/\text{período})$.

Na análise econômica, o ganho de peso médio diário (GPM_{Trat}) e a conversão alimentar (CA_{Trat}) de cada tratamento foram combinados com os custos de cada dieta e preço do peso vivo (PV). Os preços dos ingredientes da ração foram obtidos através da análise de mercado na região de Jaboticabal no período de junho à novembro de 2013. O valor de peso vivo (R\$ 3,00/Kg), foi estimado através da Revista Avisite durante os meses de junho à novembro de 2013. O custo com cada ingrediente foi calculado através da multiplicação do consumo de cada ingrediente pelo custo do mesmo. Somando todos os custos obteve-se o custo total. O custo da dieta foi obtido através da divisão do custo total dos ingredientes pelo consumo de ração.

Assim, foi possível calcular as variáveis econômicas como custo alimentar, margem bruta e lucratividade da seguinte forma: $\text{Custo alimentar (R\$/kg ganho)} = CA_{\text{Trat}} \times \text{Custo}_{\text{Dieta}}$; $\text{Margem bruta (R\$/ganho)} = GPM_{\text{Trat}} \times \text{Preço PV (R\%)}$; $\text{Lucratividade (R\%)} = \text{Margem bruta} - (GPM_{\text{Trat}} \times \text{Custo alimentar})$.

A pressuposição de distribuição normal das variáveis estudadas foi analisada utilizando o teste de Shapiro-Wilks com o procedimento Univariate do SAS (2003). Os dados foram submetidos a teste de homogeneidade de variância. As variáveis de desempenho, composição corporal e excreção de nitrogênio foram submetidas à análise de variância dentro de cada período de crescimento e no período total. Nas análises foram considerados os efeitos dos programas alimentares (PA), sexo (S) e interação PA*S. As comparações de médias

foram a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAS (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão apresentados na tabela 2 os resultados de peso vivo (g), consumo de ração (g/d), ganho de peso (g/d), conversão alimentar, consumo de proteína (g/d), deposição proteica (g/d) e deposição de lipídio (g/d) de frangos de corte alimentados com dois programas alimentares (4 e 14 fases), para os períodos de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

Em nenhum dos períodos houve interação entre sexo e programas alimentares ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas. Contudo, houve efeito do sexo ($P<0,001$) sobre as variáveis estudadas, exceto para peso inicial, proteína corporal inicial e deposição de lipídios na segunda fase ($P>0,05$). No período de 1 a 21 dias de idade não houve efeito dos programas alimentares ($P>0,05$) para as variáveis em estudo. No entanto, no período de 22 a 42 dias o peso vivo e conversão alimentar foram influenciadas ($P<0,05$) pelos programas alimentares. O peso vivo foi 3% maior e a conversão alimentar 5% melhor para as aves alimentadas com o programa de 14 fases.

Tabela 2 – Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas alimentados com diferentes programas alimentares para o período de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade

Variáveis	Sexo		Programa Alimentar		Erro Padrão	Efeito
	Macho	Fêmea	4 Fases	14 Fases		
Condições iniciais						
Peso vivo, g	44,7	45,0	44,9	44,8	0,67	NS
Proteína corporal, g	5,9	5,5	5,7	5,7	0,58	NS
Lipídio corporal, g	2,5	1,7	2,1	2,1	0,89	S*
1 a 21 dias idade						
Peso vivo, g	983,1	875,0	925,7	932,4	27,49	S*
Consumo ração, g/d	59,3	56,3	58,0	57,9	1,22	S*
Ganho de peso, g/d	44,9	39,2	41,7	42,5	1,57	S*
Conversão alimentar	1,327	1,440	1,399	1,375	0,02	S*
Consumo proteína, g/d	12,2	10,7	11,5	11,5	0,39	S*
Deposição proteica, g/d	6,1	5,5	5,6	5,9	0,30	S*
Deposição lipídio, g/d	2,9	3,9	3,3	3,4	0,53	S**
22 a 42 dias idade						
Peso vivo, g	3060,5	2479,9	2722,2	2810,1	85,36	S* PA**
Consumo ração, g/d	176,0	150,0	160,0	165,0	8,76	S*
Ganho de peso, g/d	100,1	76,8	87,2	89,9	2,55	S*
Conversão alimentar	1,760	1,927	1,849	1,846	0,02	S* PA**
Consumo proteína, g/d	31,3	25,1	27,8	28,5	1,50	S*
Deposição proteica, g/d	15,6	10,8	13,5	13,0	1,26	S*
Deposição lipídio, g/d	12,5	12,2	11,7	12,7	2,33	NS

S=Sexo, PA=Programa Alimentar, NS=Não significativo, *P<0,001, **P<0,05

Os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar no período de 22 a 42 dias de idade, para o programa de 14 fases, estão relacionados a oferta adequada de todos nutrientes, sem excesso e deficiência quando comparado ao de 4 fases. A deficiência nutricional afeta a taxa de crescimento. Quando se avalia a lisina, por exemplo, sua

deficiência diminui a taxa de crescimento, piorando assim a conversão alimentar (Goulart et al., 2008). Buteri et al. (2009a) avaliando diferentes programas nutricionais sobre o desempenho de frangos macho e fêmeas encontraram que programas alimentares com múltiplas fases, trocando as dietas de dois três em três dias, são similares aos programas alimentares de três e cinco fases. Esses resultados corroboram com os nossos para consumo e ração e conversão alimentar, porém discordam para peso vivo e ganho de peso diário.

Na tabela 3 encontram-se os resultados para peso vivo (g), consumo de ração (g/d), ganho de peso (g/d), conversão alimentar, eficiência produtiva, consumo de proteína (g/d), deposição proteica (g/d), deposição de lipídio (g/d), proteína corporal (g), lipídio corporal (g) e excreção de nitrogênio (g) para frangos de corte fêmeas e machos alimentados com dois programas alimentares, para o período de 1 a 42 dias de idade.

No período de 1 a 42 dias de idade não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e programas alimentares para nenhuma das variáveis estudadas. No entanto, houve efeito do sexo ($P < 0,001$) sobre quase todas as variáveis estudadas, exceto para as variáveis lipídio corporal, deposição de lipídio e excreção de nitrogênio. No período em questão as variáveis de peso vivo e ganho de peso foram influenciadas ($P < 0,05$), sendo ambas 2% maiores para as aves alimentadas com programas de 14 fases.

Tabela 3 – Desempenho, composição corporal e excreção de nitrogênio de frangos de corte machos e fêmeas alimentados com programas alimentares de 4 ou 14 fases para o período de 1 a 42 dias de idade

Variáveis	Sexo		Programa Alimentar		Erro Padrão	Efeito
	Macho	Fêmea	4 Fases	14 Fases		
1 a 42 dias de idade						
Peso vivo, g	3060,5	2479,9	2722,2	2810,1	85,36	S* PA**
Consumo ração, g/d	117,9	103,4	109,3	111,9	4,83	S*
Ganho de peso, g/d	72,0	57,5	63,3	64,6	1,32	S* PA**
Conversão alimentar	1,631	1,765	1,701	1,695	0,02	S*
Eficiência produtiva	434,3	318,1	373,8	378,6	15,38	NS
Consumo proteína, g/d	21,7	17,9	19,6	20,0	0,84	S*
Deposição proteica, g/d	10,7	8,2	9,1	9,5	0,59	S*
Deposição lipídio, g/d	7,9	8,1	7,6	8,1	1,02	NS
Proteína corporal, g	452,4	344,4	381,0	404,0	24,62	S*
Lipídio corporal, g	325,8	333,5	320,0	339,3	41,0	NS
Excreção de N, g	72,4	67,1	66,8	70,1	4,17	NS

S=Sexo, PA=Programa Alimentar, NS=Não significativo, *P<0,001, **P<0,05

As diferenças observadas entre sexo podem ser explicadas pela diferença no metabolismo entre machos e fêmeas. Esses resultados demonstram a importância de considerar a influência do sexo, justificando a criação de lotes separados de machos e fêmeas permitindo melhores ajustes nutricionais para cada sexo (Corzo et al., 2005). Discutir a diferença entre sexos.

No sistema de 4 fases as aves recebem uma mesma dieta por um longo período. Ao final do período os níveis nutricionais se encontram acima da exigência com consequente ineficiência no aproveitamento dos nutrientes e elevada demanda energética na excreção de alguns nutrientes (Buteri et al., 2009a). Os melhores valores de peso vivo e ganho de peso

sem alteração da composição corporal obtido pelo grupo de 14 fases podem ser associados a um melhor atendimento de proteína e aminoácidos nas dietas.

Níveis nutricionais acima da exigência além de não permitir um aumento na deposição proteica reduzem a eficiência de utilização desse nutriente (Urdaneta-Rincon & Leeson, 2004). Por outro lado, frangos alimentados com dietas com níveis marginais de deficiência em lisina tem a taxa de crescimento reduzida (Tesseraud et al., 1992; Goulart et al., 2008; Buteri et al., 2009b). Gutierrez et al. (2008) corroborando com os resultados do nosso estudo também verificaram melhora no desempenho sem alteração na excreção de nitrogênio para o programa de multifase.

Os resultados para as variáveis de rendimento de carcaça estão descritos na tabela 4. Não houve interação entre sexo e programas alimentares ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas. Além disso, não houve diferença entre sexo ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis. Apenas o rendimento de peito foi influenciado ($P<0,05$) pelo programa alimentar. O rendimento de peito foi 3% maior para as aves alimentadas com programas de 14 fases.

Tabela 4 – Rendimento de carcaça e cortes comerciais aos 42 dias de idade para frangos machos e fêmeas alimentados com diferentes programas alimentares

Variáveis	Sexo		Programa Alimentar		Erro Padrão	Efeito
	Macho	Fêmea	4 Fases	14 Fases		
Rendimento						
Carcaça, %	75,6	74,7	74,9	75,3	1,46	NS
Peito, %	40,4	40,2	39,7	41,0	1,4	PA*
Coxa+sobrecoxa, %	27,4	27,5	27,7	27,3	0,77	NS
Asa, %	10,0	10,0	10,1	9,9	0,38	NS

PA=Programa Alimentar, NS=Não significativo, * $P<0,05$

A deficiência de lisina reduz o crescimento corporal de frangos em crescimento, afetando principalmente o crescimento do peito (Tesseraud et al., 1996). Em contrapartida, o consumo de lisina acima da exigência pode melhorar o rendimento de peito (Leclercq, 1998). No programa alimentar de 4 fases, no início da fase os animais receberam valores de lisina abaixo da exigência, prejudicando assim a deposição de proteína no peito. Na fase final os níveis de lisina acima da exigência, contudo não permitiram uma resposta compensatória para elevar o rendimento de peito a níveis similares ao programa de 14 fases. Tesseraud et al (2001) encontraram que a deficiência em lisina reduziu o rendimento de peito, corroborando com o nosso resultado. Nossos resultados demonstram que quando o objetivo é otimizar rendimento de peito o melhor atendimento da exigência de lisina do programa de 14 fases pode permitir melhores resultados comparado aos programas convencionais que adotam a exigência média da fase como referência, porém Pope et al. (2004) não encontraram diferenças no rendimento de peito.

Os resultados obtidos para nível de inclusão (%) de milho e soja, nível nutricional (%) de lisina e proteína bruta e variáveis econômicas de custo alimentar, margem bruta e lucratividade estão apresentados na tabela 5.

O nível de inclusão de milho foi semelhante entre os dois programas alimentares, enquanto a inclusão de soja foi 1% maior para o programa alimentar de 4 fases. Da mesma forma, os níveis nutricionais de proteína foram semelhantes, porém a lisina foi 5% maior para as aves alimentadas com a dieta do programa de 4 fases. O ganho de peso foi 2,6% superior para os animais do programa de 14 fases e não houve diferença na conversão alimentar. No período de 1 a 42 dias as variáveis econômicas foram influenciadas pelos programas alimentares. O custo alimentar foi 0,4% maior para as aves alimentadas com programas de 4

fases. Além disso, a margem bruta e a lucratividade foram 2,5 e 3% respectivamente maiores para o sistema de 14 fases.

Tabela 5 – Valores médios para análise econômica de dois sistemas de alimentação, 4 fases e 14 fases, para frangos de corte durante o período de 1 a 42 dias de idade

Variáveis	Programa alimentar 4 Fases	Programa alimentar 14 Fases
Nível inclusão (%)		
Milho	60,09	60,37
Farelo soja	31,49	31,20
Nível nutricional (%)		
Proteína	18,77	18,67
Lisina	0,22	0,21
Desempenho		
Ganho peso, g/d	63,75	65,45
Conversão	1,70	1,70
Análise econômica		
Custo alimentar, R\$/Kg ganho*	1,161	1,157
Margem bruta, R\$/ganho**	0,191	0,196
Lucratividade, R\$***	0,117	0,121

*Custo alimentar (R\$/kg ganho) = $CA_{\text{tratamento}} \times \text{Custo dieta}$

**Margem bruta (R\$/ganho) = $GPM_{\text{tratamento}} \times \text{Preço PV (R\$/kg)}$

***Lucratividade = Margem bruta – ($GPM_{\text{tratamento}} \times \text{Custo alimentar}$)

O valor referente a custo alimentar é influenciado de forma direta pelo percentual de inclusão de cada ingrediente na dieta. Nesse caso, o nível de inclusão de soja e principalmente de lisina elevaram o custo da dieta referente ao programa alimentar de 4 fases. Um estudo realizado por Pope e Emmert (2001) avaliaram dois sistemas de alimentação multifase em comparação a um sistema convencional que utiliza as recomendações do NRC para frangos de corte. Os resultados demonstraram que o custo alimentar do sistema convencional é 3% maior que a alimentação multifases. Esses resultados apoiam os nossos,

onde demonstramos que o custo alimentar no programa de 4 fases é 0,4% maior. O maior ganho de peso apresentado pelos animais alimentados pelo programa de 14 fases influenciou se forma positiva a margem bruta do programa alimentar multifases. Com isso, a lucratividade do sistema de 14 fases foi superior ao se comparar ao de 4 fases.

Em nosso estudo as variáveis econômicas do programa de alimentação multifases apresentou melhores resultados se comparado ao sistema convencional de 4 fases. Contudo, Gutierrez et al. (2008) afirmam que para se verificar a viabilidade econômica deve-se considerar também o custo inerente a mistura das pré dietas e os equipamentos a serem utilizados para a diluição no local. Porém nenhuma dessas variáveis foram avaliadas neste estudo.

CONCLUSÃO

Nesse estudo mostramos que o emprego de um programa alimentar multifases (14 fases) é mais eficaz que um programa alimentar convencional (4 fases), melhorando o desempenho, rendimento de peito e variáveis econômicas, sem no entanto modificar excreção de nitrogênio e composição corporal. Além disso, o programa alimentar pode ser utilizado para ambos sexos, tendo o mesmo comportamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por apoiarem este estudo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. Washington, 16. ed., 1995.

BUTERI, C.B.; TAVERNARI, F. de C.; LELIS, G.R.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Effects of different nutritional plans on broiler performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.11, n.4, p.225-234, out./dez. 2009a.

BUTERI, C.B.; TAVEMARI, F. de C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, Madrid, v. 3, n. 2, p. 48 - 61, 2009b.

CORZO, A., FRITTS, C.A.; KIDD, M.T.; KERR, B.J. Response of broiler chicks to essential and nonessential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.118, n.3/4, p.319-327, fev. 2005.

GOULART, C de C; COSTA, F.G.P.; NETO, R. da C.L.; SOUZA, J.G.; DA SILVA, J.H.V.; GIVISIEZ, P.E.N. Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.876-882, maio, 2008.

GUTIERREZ, O.; SURBAKTI, N.; HAQ, A.; CAREY, J.B.; BAILEY, C.A. Effect of continuous multiphase feeding schedules on nitrogen excretion and broiler performance. **Poultry Science**, Faisalabad, v.17, n.4, p.463-470, jan. 2008.

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Faisalabad, v.77, n.1, p.118-123, jan. 1998.

LETOURNEAU MONTMINY, M.P.; BOUCHER, C.; POMAR, C.; BUBEAU, F.; DUSSAULT, J.P. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et les rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. **Journées Recherche Porcine**, Paris, Inra, v.37, p 22-35. 2005.

NAHM, K.H. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. **Bioresource Technology**, [S.I], v.98, p.2282-2300, set. 2007.

PESTI, G.M.; MILLER, B.R.. Modelling for Precision Nutrition. **The Journal of Applied Poultry Research**, Faisalabad, v.6, n.4, p.483-494. 1997.

POMAR, C.; DUBEAU, F.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M.-P.; BOUCHER, C.; DUSSAULT, J.P. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et le rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. **Comptes rendus des 37e journées de la recherche porcine**, Paris, p. 25-32. 2005.

POPE, T.; EMMERT, J.L. Phase-feeding supports maximum growth performance of broiler chicks from forty-three to seventy-one days of age. **Poultry Science**, Faisalabad, v.80, n.3, p.345-352, mar. 2001.

POPE, T.; LOUPE, L.N.; PILLAI, P.B.; EMMERT, J.L. Growth performance and nitrogen excretion of broilers using a phase-feeding approach from twenty-one to sixty-three days of age. **Poultry Science**, Faisalabad v.83, n.4, p.676-682, abr. 2004.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L. de T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

TESSERAUD S.; LARBIER M.; CHAGNEAU A.M.; GERAERT P.A. Effect of dietary lysine on muscle protein turnover in growing chickens. **Reproduction Nutrition Development**, [S. I], v.32, n.2, p.163-171, fev. 1992.

TESSERAUD, S.; MAAA, N.; PERESSON, R.; CHAGNEAU, A.M. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. **British Poultry Science**, Edimburgo, v.37, n.3, p.641-650, ago. 1996.

TESSERAUD, S; TEMIM, S.; BIHAN-DUVAL, E. LE; CHAGNEAU, A.M. Increased responsiveness to dietary lysine deficiency of pectoralis major muscle protein turnover in broilers selected on breast development. **Journal of Animal Science**, [S. I], v.79, n.4, p.927-933, abr. 2001.

TOLIMIR, N.; PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; BOGDANOVIĆ, V. The effect of multiphase nutrition on production performances of broilers. **Biotechnology in Animal Husbandry**, [S.I], v.26, n.1-2, p.83-90. 2010.

URDANETA-RINCON, M.; LEESON, S. Muscle (pectoralis major) protein turnover in young broiler chickens fed graded levels of lysine and crude protein. **Poultry Science**, Faisalabad, v.83, n.11, p.1897-1903, dez. 2004.